

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE



Tom 104 Nr 4-6

Kwiecień-Maj-Czerwiec 2003



*Gentyka
behawioru
Motywy
roślinne na
monetach
Wędrówki
króla
Stanisława
Augusta
Poniatowskiego*

ISSN 0043-9592



9770043959009



SZCZAWIK ZAJĘCZY *Oxalis acetosella* L. Fot. Jerzy Płotkowiak

Wszechświat

Z polskimi przyrodnikami od 3 kwietnia 1882

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

Treść zeszytu 4–6 (2472–2474)

M. S a n a k, Genetyka behawioru	67
W. P t a k, M. P t a k, B. P ł y t y c z, Na co reaguje układ immunologiczny?	71
B. P r z e w ł o c k a, Układy hamujące przewodzenie bodźców bólowych	75
J. S i e m i ń s k a, B. K w i e c i ń s k a, Proterozoiczne okrzemki z marmurów Przeworna.	78
J. U r b a n i a k, Motywy roślinne na monetach	81
A. C h l e b i c k i, Rośliny gór Tienszan	84
K. S z c z e p k o, J.K. K o w a l c z y k, Gniazda os samotnych	86
K. G r o m y s z-K a ł k o w s k a, E. S z u b a r t o w s k a, W. M u ł e n k o, Toksyny grzybów kapeluszowych	88
M. W ó j t o w i c z, Nowy, cieplejszy świat	91
D. W ł o d k o w i c, Nowe tendencje zastosowań zaawansowanej biotechnologii środowiska	93
E. O s i ń s k a, A. K a ł k o w s k a, Toksyczność glikolu etylenowego dla człowieka	97
R. G a r ł a c z, Górskie lasy deszczowe Andów	99
J. G ó r e c k i, E. S z w e d, Geologiczno-górnictwo wędrowki króla Sanisława Augusta Poniatowskiego po Ziemi Krzeszowickiej	103
G. P y k a-F o ś c i a k, J. G r y b o ś, Skaningowy mikroskop sił (SFM) i jego zastosowanie w badaniach biologicznych.	106
B. W y ź g a, J. Z a w i e j s k a, R. J. K a c z k a, Gruby rumosz drzewny w potokach i rzekach górskich	108
DROBIAZGI	
Zombi – „żywe” trupy (S. Dubiski)	113
O homeopatii – stanowisko amerykańskiej medycyny akademickiej (M. Sanak)	115
Tajemnicze zielone kule (G. Wojtczak, A. Jankun)	116
Żaba połykająca rybę, czyli historia pewnego przycisku do papieru (A. Łomnicki)	117
Materiały do znajomości dżdżownic (<i>Oligochaeta, Lumbricidae</i>) miasta Wałbrzycha (B. Bałuka)	117
Wszechświat przed 100 laty	120
ROZMAITOŚCI	
Zawrotne tempo ewolucji (E. Pyza). – Zegar biologiczny motyla <i>Danaus plexippus</i> (E. Pyza).	124
RECENZJE	
Beth C h a t t o, Der Kiesgarten, Gärtnern auf trockenem Standort Aus dem Englischen von Maria Gurlitt-Satori (E. Kośmicki).	125
B. B i j u-D u v a l: Sedimentary Geology. Sedimentary Basins. Depositional Environments (W.C. Kowalski, W. Mizerski).	126
Irmtraud Rieck und Friedrich Hertle, Strauchpfingsrosen (E. Kośmicki)	126
Od redakcji	128

OWOCNIKI ŻÓŁCIAKA SIARKOWEGO *Laetiporus sulphureus* rosnące na pniu dębu szypułkowego *Quercus robur*. Fot. Krzysztof Spalek

Ten numer Wszecchiaw powstał dzięki finansowej pomocy:

- Komitetu Badań Naukowych
- Polskiej Akademii Umiejętności
- Akademii Górniczo-Hutniczej
- Sieci Biologii Komórkowej i Molekularnej



Rada redakcyjna: Przewodniczący: Jerzy Vetulani

Z-cy przewodniczącego: Halina Krzanowska, Ryszard Tadeusiewicz, Jacek Rajchel

Sekretarz Rady: Elżbieta Pyza

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

Komitet redakcyjny: Redaktor Naczelny: Jacek Rajchel,

Z-ca Redaktora Naczelnego: Jerzy Vetulani

**Sekretarz Redakcji: Andrzej Krawczyk, Członkowie: Witold Paweł Alexandrowicz,
Maciej Borowiec**

**Adres Redakcji: Redakcja Czasopisma Wszecchiaw,
31-118 Kraków, ul. Podwale 1, tel. (0-12) 422-29-24**

E-mail: kopernik@uci.agh.edu.pl;

Strona internetowa <http://wszechswiat.agh.edu.pl>

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

Skład: MKBB s.c., Kraków, ul. Łanowa 44A

Druk: Drukarnia Stabil, Kraków, ul. Nabelaka 16



PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA
WYDAWANE PRZY WSPÓŁDZIALE POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

TOM 104
ROK 121

KWIECIEŃ–MAJ–CZERWIEC 2003

ZESZYT 4–6
2472–2474



MAREK SANAK (Kraków)

GENETYKA BEHAVIORU

Behawior czyli zachowanie się, jedno z podstawowych pojęć biologii, oznacza każdą z możliwych do zaobserwowania reakcji zewnętrznych organizmu lub też ogół tych reakcji związanych z czynnościami fizjologicznymi, porozumiewaniem się, obroną lub agresją. Najprostsze zachowania zwierząt oparte są na dziedzicznych reakcjach odruchowych, do których zalicza się odruchy obronne, kinezy, takse i tropizmy. Bardziej złożony behawior zwierząt oparty jest na instynkcie, jest wyzwalany przez popędy i może podlegać modyfikacji związanej z uczeniem się. Wymienione zjawiska, badane przez etologów (nauka o zachowaniu się zwierząt) i behawiorystów (kierunek psychologii człowieka), w ostatnich latach stały się polem nowych odkryć w dziedzinie genetyki molekularnej.

Począwszy od Karola Darwina, związek behawioru z ewolucją, a zatem i z modyfikacjami genetycznymi organizmu stał się oczywisty; jednak od 150 lat trwa w nauce spór o udział dwóch sił kształtujących behavior: dziedziczenia i środowiska. Ta dwoistość, przypominająca klasyczne wielowiekowe dysputy filozoficzne, określana czasem pytaniem natura czy wychowanie (ang. *nature or nurture*), miała swoich wielkich adwersarzy. Angielski XVII filozof John Locke wykorzystał stare pojęcie Arystotelesa – czystej tablicy (łac. *tabula rasa*) by zaproponować mechanizm kształtowania umysłu ludzkiego oparty na doświadczeniu. Franciszek Galton uważał, że wszystkie cechy organizmu, nazywane fenotypem, do którego zaliczał też behavior, są dziedziczne.

Następstwa rozstrzygnięcia tego sporu mogą mieć decydujące znaczenie dla nauk społecznych, medycyny, czy też prawa. Koncepcja empiryzmu Locke'a wiodła do liberalizmu, wolności i nieskrępowanego działania człowieka

jako gwarancji postępu społecznego. Galton zaproponował natomiast eugenikę, jako sposób na poprawienie społeczeństwa. Miała ona polegać na wspieraniu jednostek wybitnych, obdarzonych np. ponadprzeciętną inteligencją, by przekazywały tę cechę swojemu potomstwu (eugenika pozytywna). Na eugenicę nieodwracalnie zaciążyły jednak podejmowane w XX wieku działania związane z faszystowskimi i rasistowskimi ideologiami. Próbowano nią uzasadnić ludobójstwo współczesnych wojen, a w wielu krajach Europy i Ameryki przymusowe sterylizacje osób chorych (eugenika negatywna).

Chociaż współcześnie wiadomo, że eugeniczne manipulacje pulą genową człowieka nie mogą być skuteczne, bo istotne zmiany częstości wariantów allelicznych genów można by obserwować dopiero po kilku pokoleniach, czyli w czasie dłuższym niż żywotność jakiegokolwiek reżymu czy ideologii, to osiągnięcia genetyki stwarzają nowe problemy. Genetyczna diagnostyka preimplantacyjna, polegająca na określeniu cech zygoty człowieka powstałej w drodze zapłodnienia w probówce jest już procedurą wykonywaną w wielu krajach. Klonowanie człowieka jest innym przykładem działania, które pozwala przewidzieć cechy organizmu, w tym także behawioru. Odkrycie genu odpowiedzialnego za skłonność do popełnienia morderstwa, za uzależnienie się od substancji psychoaktywnych, czy choćby za skłonności homoseksualne ułatwiłoby pracę nie tylko psychologom sądowym, ale też zmieniło odbiór społeczny i interpretacje takich zachowań. Warto zatem przytoczyć kilka doniesień naukowych z ostatnich lat, ujawniających genetyczny potencjał w zakresie modyfikacji behawioru, a także udział czynników środowiskowych w naszym zachowaniu.

Nicień *Caenorhabditis elegans* jest najdokładniej genetycznie przebadanym robakiem. Sydney Brenner, John Sulston i Robert Horwitz zostali nagrodzeni nagrodą Nobla w bieżącym roku właśnie za opis losów każdej z około tysiąca komórek *C. elegans*. Licząca 97 milionów nukleotydów sekwencja genomu nicienia jest w pełni znana już od 4 lat. Nieuniknione było zatem pojawienie się molekularnych badań behavioru *C. elegans*. Nicienie ten żywi się bakteriami. Można obserwować dwa wzorce zachowania się nicieni podczas żerowania. Albo samotnie pożerają kolonie bakterii, albo zabierają się do uczyty grupowo, skupiając się wokół kolonii. W 2002 roku Coates i de Bono opublikowali w tygodniku *Nature* (*Nature*, 2002, 419, 925–929), opis mechanizmu regulującego sposób zachowania się robaka podczas żerowania. Mutacja jednego z receptorów komórek nerwowych, polegająca na zamianie kodonu aminokwasu waliny na fenyloalaninę w pozycji 215 łańcucha polipeptydowego spowodowała, że zazwyczaj jadający samotnie laboratoryjny nicienie zaczęły preferować uczyty grupowe. Receptor ten (NPR-1, podobny do receptora neuropeptydu Y) u nicienia uaktywniony zaledwie w 3 neuronach wystarcza dla zahamowania skupiania się robaków podczas żerowania. Przez wprowadzenie mutacji innych białek, związanych z receptorami bodźców chemicznych, badacze ustalili, że *C. elegans* reaguje na nieznaną sygnal chemiczny bakterii skupianiem się podczas żerowania, natomiast zwykły stan pobudzenia jego receptorów NPR-1, wobec braku bodźca pochodzącego od bakterii, skłania go raczej do samotnych posiłków. Dodatkowego smaku dodaje tej obserwacji fakt, że u człowieka właśnie aktywność receptorów dla neuropeptydu-Y odgrywa istotną rolę w regulacji łaknienia. Przekaznikiem stanu sytości jest u ssaków leptyna docierająca z tkanki tłuszczowej do mózgu i pobudzająca neurony uwalniające neuropeptyd-Y i propiomelanokortynę, peptydowe przekazywanie hamujące łaknienie. W pospolitej otyłości stwierdza się paradoksalnie podwyższony poziom leptyny we krwi, co sugeruje oporność ośrodkowego mechanizmu regulacji łaknienia na ten sygnal sytości. Czy mógłby to być efekt pospolitej mutacji, analogicznej do stwierdzonej w genie dla NPR-1 u laboratoryjnych nicieni? Nie jest to wiadome, natomiast wiele obserwacji dokumentuje, że w otyłości „prostej” człowieka, czyli nie związanej pierwotnie z zaburzeniami przemiany materii, duże znaczenia mają właśnie zachowania nazywane zwyczajami żywieniowymi.

Robak *C. elegans* pomaga w zrozumieniu tajemnicy behavioru związanego z odżywianiem, a inne zasłużone nauce zwierzę – mysz domowa – została zbadana w celu wyjaśnienia zachowania związanego z rozmnażaniem i macierzyństwem. Badacze z Oksfordu, Hager i Johnstone, postanowili sprawdzić, czy u myszy, których samice ponoszą główny ciężar rozrodu i wychowania młodych, konflikt między oczekiwaniem matczynej opieki przez potomstwo a jej zapewnieniem przez matkę, regulowany jest przez czynniki genetyczne (*Nature* 2003, 421, 533–535). Dla rozróżnienia wpływu genów matczynych od ojcowskich, badacze krzyżowali ze sobą dwa szczepy myszy laboratoryjnych: B6 i CBA. Różnica między tymi szczepami polega na większej liczbie osesków mysich w miocie samic CBA, ale też na ich mniejszym ciężarze ciała przy urodzeniu. Po obserwacji ponad 100 miotów mysich okazało się, że przy-

nałość szczepowa matki nie miała wpływu na liczbę mysich noworodków w miocie, a zależało to wyłącznie od szczepu ojca. Sprawdzone również genetyczne uwarunkowanie zdolności wykarmienia osesków, zastępując matkę biologiczną matką zastępczą ze szczepu B6 lub CBA. W przypadku zgodności szczepu matki biologicznej i zastępczej obserwowano największą efektywność karmienia noworodków, mierzoną ubytkiem ciężaru ciała karmiącej. Samice szczepu CBA karmiły jednak zawsze mniej obficie niż te ze szczepu B6. Stwierdzony w eksperymentach mechanizm można by określić jako ewolucyjny antagonizm płci. Geny ojcowskie mają wpływ na liczbę potomstwa w miocie, a geny matczyne warunkują zdolność wykarmienia potomstwa, rozwiązując rodzinny konflikt między oczekiwaniem potomstwa a zapewnieniem opieki przez matkę. Dla szczepu o licznych potomstwie w miocie dostępność pokarmu matki stanowi czynnik ograniczający prokreację, ta właśnie cecha dziedziczona jest z genami pochodzącymi od matki.

Geny dziedziczone w dwóch kompletach chromosomów, po matce i po ojcu, nie zawsze są aktywne jednocześnie. Zjawisko inaktywacji jednej kopii genu polega na trwałym wyłączeniu jego transkrypcji na skutek metylacji nukleotydów cytozyny. Po raz pierwszy zjawisko inaktywacji zasugerowała Lyon, w celu wyjaśnienia obecności w komórkach żeńskich skondensowanej chromatyny jednego z chromosomów X (ciałka Barra). Poszukiwania genów, które wykazując wzorec metylacji zależny od gamety z której pochodzą (genomowe piętno ojcowskie lub matczyne) w przypadku regulacji rozrodu nie zostały jeszcze zakończone. U człowieka poznano jednak kilka genów wykazujących odmienną metylację, w zależności od ich gametycznego źródła. Szczególnie dobrze zanalizowano region długiego ramienia chromosomu 15 (15q11-13), w którym zlokalizowane są geny krytyczne dla prawidłowego rozwoju ośrodkowego układu nerwowego. Mutacja genetyczna pozbawiająca organizm aktywnej ojcowskiej kopii regionu 15q11-13 może być spowodowana delecją tego regionu na chromosomie ojcowskim, zastąpieniem fragmentu chromosomu ojcowskiego podwojonym fragmentem chromosomu matczynego (izodysomia matczyne) lub też napiętnowaniem genetycznym ojcowskiego chromosomu spowodowanym jego metylacją typu matczynego. Zjawisko to jest przyczyną zespołu opóźnionego rozwoju psychoruchowego i niewydolności podwzgórza, a także poważnych zaburzeń zachowania, nazwanego zespołem Willy'ego i Pradera. Podobne anomalie genetyczne, dotyczące jednak chromosomu pochodzącego od matki, powodują manifestujący się opóźnieniem rozwoju umysłowego i padaczką zespół Angelmana. Dla zespołu Angelmana zmapowano w tym regionie chromosomu 15 gen kodujący ligazę ubikwitynową UBE3A, którego punktowa mutacja wystarcza by wywołać objawy choroby. U starszych dzieci chorych na zespół Willy'go i Pradera największym problemem, poza otyłością, są zaburzenia zachowania charakteryzujące się wzmożoną pobudliwością i chwiejnością emocjonalną, egocentryzmem, uporem i napadami złości. Natomiast jednym z kryteriów diagnostycznych zespołu Angelmana jest radosny nastrój dziecka, skłonność do śmiechu i zabaw. Choć przykład jest skrajny, bo spowodowany mutacjami wywołującymi poważne choroby, zaburzenia ekspresji rodzicielskich kopii

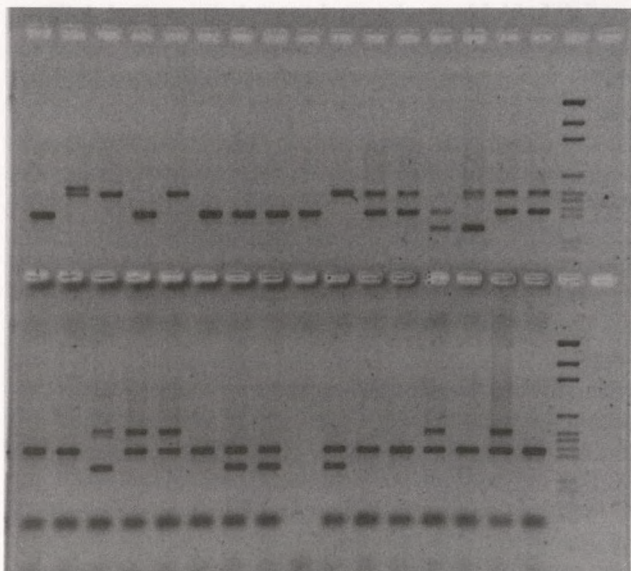
regionu chromosomu 15q11-13 u człowieka są dowodem istnienia analogicznych antagonizmów behawioralnych.

Plagą ludzkości, której pochodzenie przypisuje Biblia Noemu jest nadużywanie alkoholu. U niektórych osób częste stosowanie tej używki prowadzi do szybkiego uzależnienia się, będącego przyczyną alkoholizmu. Próbując wyjaśnić mechanizm tego zjawiska podkreśla się rolę stresu, jako reakcji wyzwalającej chęć picia alkoholu i podkreśla się udział układu sygnalizacyjnego mózgu zależnego od hormonu uwalniającego kortykotropinę – CRH. Niedawno opisano mysz model genetyczny, mogący przyczynić się do zrozumienia tego zjawiska u człowieka. Sillaber wraz z kolegami opublikowała w *Science* (*Science* 2002, 291, 931–933) badania dotyczące picia alkoholu przez myszy pozbawione genu dla receptora CRH (*Crhr1*). Nokautowane myszy, w zwykłych warunkach laboratoryjnych nie wykazywały wzmoczonej skłonności do picia alkoholu. Jednakże powtarzane przez 3 dni bodźce stresowe powodowane zagęszczeniem zwierząt w klatkach wywołały u nich zwiększenie objętości wypijanego 8% roztworu etanolu, w porównaniu do myszy mających prawidłowy gen *Crhr1*. Interesująca była obserwacja, że skłonność do picia alkoholu rozwinęła się u zwierząt nokautowanych po kilku tygodniach i obserwowano ją jeszcze po 6 miesiącach od zaprzestania bodźców stresowych. Dodatkowo, u znokautowanych zwierząt wykazujących cechy alkoholizmu udokumentowano wzrost ekspresji podjednostki Nr2B dla receptora glutaminianu (NMDA) w hipokampie i jądrze półleżącym przegrrody, strukturach mózgowia związanych z uczeniem się i układem nagrody. Związek między wrodzonym brakiem receptora dla CRH a indukcją ekspresji podjednostki Nr2B receptora NMDA pod wpływem stresu i obecnością zachowań charakteryzujących alkoholizm wymaga dalszych badań, jednak o funkcji podjednostki Nr2B wiadomo już sporo z eksperymentów na myszach w których manipulacją genetyczną doprowadzono do jej zwiększonej ekspresji. W 1999 roku Tang i współpracownicy zaobserwowali (*Nature* 1999, 401, 63–69) u tych zwierząt poprawę zdolności uczenia się i polepszenie pamięci. Rozczarowaniem dla entuzjastów możliwości poprawy ludzkiej inteligencji szlakiem wzmoczonej sygnalizacji glutaminianu przez Nr2B okazało się doniesienie Wei i współpracowników (*Nature Neuroscience* 2001, 4, 164–169), którzy udowodnili, że zwiększona ekspresja tego białka receptorowego w przodomózgowiu myszy powoduje bardziej nasilone odczuwanie bólu przewlekłego. Takie zjawisko nosi w genetyce nazwę plejotropizmu i tłumaczy wielokierunkowe efekty fenotypowe wywołane zmianą jednego genu, co przypomina nieco znaną z klasycznej fizyki obserwację naczyń połączonych.

Badania behawioralne człowieka są znacznie trudniejsze. Sam pomiar zjawisk związanych z behawiorem trudno się poddaje obiektywizacji. Pośród metod instrumentalnych ostatnio dynamicznie rozwinęły się techniki obrazowania mózgu na podstawie: czynnościowej tomografii jądrowego rezonansu magnetycznego (fMRI) lub tomografii emisji pozytronowej (PET). Metody te pozwalają wyrysować mapy struktur mózgu aktywowanych podczas testów, śledzić zmiany ich ukrwienia, a także dynamikę neurotransmisji, na przykład dopaminowej. Techniki elektrofizjologiczne oparte na komputerowej obróbce zapisów elektroencefalograficznych są chętnie stosowane w badaniach czynności

narządów zmysłu wzroku i słuchu. Testy psychometryczne oceniają pamięć krótkotrwałą i koordynację czuciowo-ruchową, a także zdolność kojarzenia, koncentracji uwagi oraz inteligencję. By uzyskać wgląd w cechy osobowości, lub by oszacować towarzyszące chorobom psychicznym objawy psychopatologiczne, nadal chętnie stosowane są kwestionariusze zawierające sformalizowane pytania i ocenie odpowiedzi opartej na doświadczeniu wykonującego badanie. Mimo szerokiego wachlarza dostępnych metod, żadna z nich nie jest doskonała. Obiektywne badania obrazowe mają ograniczone zastosowanie z powodu kosztownego sprzętu i konieczności unieruchomienia badanej osoby w wnętrzu skomplikowanej aparatury. Tanie, choć czasochłonne badanie kwestionariuszami obarczone jest natomiast znacznym subiektywizmem i nieparametryczną skalą wyników.

Możliwości współczesnej genetyki człowieka narzucają obserwacyjny charakter większości prowadzonych badań behawioralnych u ludzi. Wykorzystuje się w nich naturalną zmienność genetyczną człowieka, przejawiającą się polimorfizmem genetycznym. Występowanie w populacji różnych wariantów tego samego genu, nazywanych allelami, jest bardziej regułą niż wyjątkiem. Polimorfizm najczęściej przejawia się dwoma rodzajami zmian genetycznych, których rozpowszechnienie skłania do stosowania nazwy wspólite mutacje albo warianty polimorficzne. Sekwencje takich genów mogą zawierać odmienne liczby wielokrotnych powtórzeń nukleotydowych (VNTR – ang. *variable number tandem repeats*, STR – ang. *short tandem repeats*) lub różnić się zamianami pojedynczych nukleotydów (SNP – ang. *single nucleotide polymorphism*). Oba typy mutacji stwierdzono ze szczególnie dużą częstością wśród genów kodujących białka zaangażowane w neurotransmisję. Najliczniejsze badania genetyczne, których celem było wykazanie asocjacji genetycznych między dziedziczeniem wariantu genetycznego a behawioralną cechą fenotypową wywodzą się z poszukiwania genów odpowiedzialnych za częste choroby psychiczne człowieka. Wśród nich bardzo liczne są badania genetyczne dotyczące schizofrenii, choroby spotykanej u około 1% populacji i charakteryzującej się istotną odziedziczalnością. Miarą podłoża genetycznego schizofrenii jest zgodność pod względem cechy choroby około 40 do 60% bliźniąt monozygotycznych, będących identycznymi kopiami genetycznymi (klonami). U rodzeństwa, a także u bliźniąt dizygotycznych, taka zgodność jest obserwowana w 10 do 14% przypadków. Mimo olbrzymiego zaangażowania środków technicznych i finansowych, przejawiającego się badaniami przesiewowymi całego genomu w grupach kilku tysięcy chorych, gen dla schizofrenii nie został odnaleziony. Warto jednak wspomnieć o zmapowanym i zsekwencjonowanym w 1991 roku genie dla receptora dopaminowego D4 – DRD4. Ten najbardziej polimorficzny gen, z dotychczas poznanych genów kodujących receptory człowieka, ma niezwykle polimorfizm polegający na zmiennej liczbie powtórzeń 48 nukleotydowego motywu. Koduje on bogatą w prolinę, 16 aminokwasową sekwencję cytoplazmatycznej pętli receptora DRD4. Najczęściej w populacji człowieka występują allele o 4 powtórzeniach motywu (DRD4.4), jednak drugi co do częstości allel ma ich 7 (DRD4.7, ryc. 1), a ponadto powtarzalna sekwencja wykazuje kilka zamian pojedynczych nukleo-



Ryc. 1. Warianty alleliczne typu VNTR genu DRD4 dla receptora dopaminowego D4. Produkty amplifikacji metodą polimerazowej reakcji łańcuchowej eksonu 3. tego genu różnią się wielkością w zakresie od 342 par zasad (DRD4.2) do 612 par zasad (DRD4.8). Każda ścieżka sfotografowanego żelu agarozowego, na którym rozdzielono produkty reakcji, odpowiada jednej badanej osobie (żel ma dwa rzędy ścieżek). Po stronie prawej rozdzielony wzorzec wielkości DNA

tydów. Analiza alleli tego polimorfizmu typu VNTR w różnych grupach etnicznych człowieka wykazała, że pojawił się on w toku ewolucji niedawno, około 30 do 50 tys. lat temu (*PNAS* 2002, 99, 309–314). Chociaż stwierdzono *in vitro* zmienione właściwości farmakologiczne wariantu DRD4.7, to badania behawioralne niejednoznacznie określają jego efekty fenotypowe. Jedną z cech osobowości związaną z dziedziczeniem DRD4.7 jest skłonność do eksploracji i poszukiwania nowych wrażeń, a także do ekstrawersji, nazywane często poszukiwaniem nowości (*novelty seeking*). W kilku asocjacyjnych badaniach genetycznych stwierdzono częstsze występowanie tego allelu u nadmiernie aktywnych dzieci z zaburzeniami uwagi, zwłaszcza u chłopców, i u mężczyzn nadużywających alkoholu. Nie potwierdziła się natomiast korelacja tego allelu z ryzykiem zachorowania na schizofrenię, co więcej osoby go dziedziczące, a zwłaszcza kobiety, charakteryzuje łagodniejszy przebieg choroby. Na podstawie tych obserwacji można przypuszczać, że allel ten podczas ewolucji współczesnego gatunku człowieka uległ pozytywnej presji selekcyjnej, wy-

kazuje ekspresję fenotypową zależną od płci, i wywiera efekt plejotropowy, silnie modyfikowany przez warunki środowiska. Znane są też inne przykłady zmienności genetycznej, podobnej do receptora dopaminowego D4. Jest nim na przykład polimorfizm typu VNTR genu dla transportera serotoniny. Lokalizacja tego VNTR w regionie kontrolującym ekspresję genu powoduje zmianę tempa wychwytu zwrotnego serotoniny i nasilenie zachowań neurotycznych w przypadku dziedziczenia mniej aktywnego krótkiego allelu. Wśród polimorfizmów typu SNP, na szczególną uwagę zasługuje wariant enzymu odpowiedzialnego za degradację amin katecholowych w mózgu, katechol-O-metylotransferazy (COMT). Częsty polimorfizm genu COMT, powodujący zamianę aminokwasu waliny na metioninę w pozycji 158 łańcucha polipeptydowego wiąże się z interesującą cechą behawioralną. Osoby dziedziczące wariant metioninowy lepiej rozwiązują zadania wymagające pamięci krótkotrwałej, na przykład rzadziej się mylą podczas testu sortowania kart. Również badania obrazowe typu fMRI dokumentują sprawniejsze zapamiętywanie liczb, przejawiające się aktywacją mniejszych obszarów kory i hipokampa. Ogólny wpływ tego polimorfizmu na zmienność wyników testów psychometrycznych jest jednak niewielki, szacowany na zaledwie kilkanaście procent.

Podsumowując obecny stan wiedzy na temat genetyki behawioru podkreślić należy, że dziedzina ta nadal czeka na swój wielki okres syntezy, podobny do teorii jakie pojawiły się we współczesnej fizyce. Badania podstawowe na modelach zwierzęcych pozwalają na izolowane modyfikacje genetyczne, ujawniające schematy układów sygnałowych odpowiedzialnych za odruchy, instynkty i popędy. Narzędzia badań behawioralnych człowieka są coraz lepsze, lecz ich wyniki, jak zawsze w przypadku obserwacji, są jedynie potwierdzeniem hipotez formułowanych na podstawie eksperymentów. Poznanie genomu człowieka ujawniło, jak wiele cech fenotypowych zależy nie od sekwencji genów, a od układów sygnalizacyjnych organizmu, które kontrolują ekspresję genów w odpowiedzi na bodźce środowiska. Zatem eugenika oparta na badaniach genetycznych behawioru nie może być efektywna bowiem determinizm genetyczny został ostatecznie obalony.

Wpłynęło 21 V 2003

Doc. dr hab. med. Marek Sanak pracuje w Zakładzie Biochemii, Instytutu Farmakologii Polskiej Akademii Nauk w Krakowie

NA CO REAGUJE UKŁAD IMMUNOLOGICZNY?

Układ immunologiczny – odpornościowy – limfatyczny

W naszym organizmie funkcjonują narządy i układy narządów wyspecjalizowane do pełnienia określonych funkcji, np. układ powłokowy okrywa i chroni ciało, szkielet je podtrzymuje, a układ mięśniowy zapewnia możliwość ruchu. Układ pokarmowy służy pobieraniu i trawieniu pokarmu, oddechowy – wymianie gazowej, natomiast zbędne produkty przemiany materii usuwa układ wydalniczy. Wyspecjalizowany układ pełni funkcje rozrodcze, a immunologiczny – chroni nas przed chorobami. Koordynacja tych licznych funkcji jest możliwa dzięki układowi krążenia krwi i limfy oraz neurohormonalnemu.

Układ immunologiczny zapewnia odporność przed drobnoustrojami chorobotwórczymi, zatem nazywany jest również układem odpornościowym, natomiast ze względu na budujące go tkanki i narządy – układem limfatycznym, gdyż u kręgowców dominującym typem komórek są w nim limfocyty. U zwierząt kręgowych w jego skład wchodzi naczynia limfatyczne, zbierające limfę z tkanek i odprowadzające ją do naczyń krwionośnych, oraz tkanka limfatyczna formująca narządy limfatyczne: grasicę, szpik, śledzionę, węzły chłonne, a także grudki limfatyczne rozmieszczone w tkance łącznej rozmaitych narządów. W szpiku i grasicy odbywa się dojrzewanie limfocytów, które następnie zasiedlają pozostałe narządy limfatyczne, w których – we współpracy z innymi komórkami układu odpornościowego – podejmują właściwe im funkcje w odpowiedzi na inwazję patogenów.

Odporność wrodzona (nieswoista) i nabyta (swoista)

Mikroorganizmy chorobotwórcze zagrażają zarówno bezkręgowcom jak i kręgowcom, zatem warunkiem przeżycia wszystkich zwierząt jest posiadanie sprawnych mechanizmów obronnych. Pierwszą linią obrony przeciwko wszechobecny drobnoustrojom są pokrywy i wyściółki ciała (np. skóra i śluzówka jelita). Pokonanie tych barier nie oznacza jeszcze rozwoju choroby, gdyż do walki z intruzem przystępują wówczas komórki układu odpornościowego.

Wedle współczesnego stanu wiedzy, limfocyty – najlepiej poznane komórki układu odpornościowego człowieka – funkcjonują wyłącznie u kręgowców żuchwowych (a więc u ryb, płazów, gadów, ptaków i ssaków), natomiast wszystkie bezkręgowce pozbawione są tego typu komórek. U wszystkich zwierząt wielokomórkowych, zarówno kręgowych jak i bezkręgowych, do walki z patogenami przystosowały się komórki żerne – fagocyty, oraz komórki cytotoksyczne. Warunkują one odporność zwaną nieswoistą (gdyż ta sama komórka rozpoznaje i reaguje na rozmaite mikroorganizmy) lub wrodzoną (gdyż ta właściwość ujawnia się szybko już przy pierwszym napotkaniu inwadera). Wyłącznie u kręgowców – oprócz wrodzonej odporności

nieswoistej – pojawia się odporność swoista, realizowana przez limfocyty, zdolne do bardzo precyzyjnego rozróżniania rozmaitych struktur własnych i obcych. Odporność ta rozwija się w organizmie powoli, gdyż podjęcie funkcji wykonawczych następuje dopiero po namnożeniu się limfocytów specyficznych dla antygenów danego zarazka, co wymaga czasu. Część klonu komórek potomnych podejmuje funkcje wykonawcze, a część staje się komórkami pamięci immunologicznej, zapewniającymi szybką i wydajną reakcję na kolejną inwazję tego samego patogenu. Zatem właśnie limfocyty umożliwiają organizmowi zapamiętywanie i coraz sprawniejsze zwalczanie kolejnych zarazków powszechnych w jego otoczeniu, innymi słowy – uczenie się reakcji na dany drobnoustrój, dzięki czemu zwierzęta stopniowo adaptują się do swego środowiska. W związku z tym odporność z udziałem limfocytów nazywamy swoistą, nabytą i adaptacyjną (tabela 1).

Tabela 1. Typy odporności w królestwie zwierząt

	Bezkręgowce	Kręgowce
Odporność wrodzona nieswoista – udział fagocytów	Obecna	Obecna
Odporność nabyta, swoista, adaptacyjna – udział limfocytów	Brak	Obecna

Rozpoznanie antygeny przez komórki układu immunologicznego

Podstawowy paradygmat immunologii zakłada, że istotą funkcjonowania układu odpornościowego jest odróżnienie struktur (antygenów) własnych (*self*) od niewłasnych (*nonself*), uotożsamianych często z antygenami zewnętrznymi (obcymi). Wszystkie komórki zaangażowane w reakcje odpornościowe są wyposażone w receptory dla antygenów, jednak struktura tych receptorów i sposób ich kodowania są zupełnie odmienne w przypadku fagocytów (zaangażowanych w odporność nieswoistą), niż limfocytów (odpowiedzialnych za odporność swoistą) (tabela 2).

Tabela 2. Receptory i komórki zaangażowane w odporność nieswoistą i swoistą

KOMÓRKI	APC (Fagocyty)	Limfocyty
RECEPTORY	PRR (np. TLR)	BCR lub TCR
ROZPOZNIANIE	PAMP – PRR	(MHC:peptyd) – TCR

Receptory limfocytów

We wszystkich gromadach kręgowców wyróżnia się dwie populacje limfocytów: T i B. Dojrzewające w grasicy (*thymus*) limfocyty T wyposażone są w receptory TCR (*T-cell receptors*), natomiast dojrzewające w szpiku lub ptasiej bursie Fabrycjusza limfocyty B posiadają receptory

BCR (*B-cell receptors*), o strukturze niemal identycznej z uwalnianymi przez nie przeciwciałami (immunoglobulinami). Jeden limfocyt posiada na swej powierzchni receptory TCR lub BCR o identycznej specyficy, natomiast wyliczono, że liczba potencjalnie różnych receptorów TCR może wynosić 10^{18} – 10^{22} , natomiast BCR – 10^{14} . Długo pozostawało zagadką, jak na matrycy relatywnie niewielkiej liczby genów (w przypadku człowieka szacowanej na 70 000–100 000) może być kodowana tak wielka różnorodność receptorów limfocytów. Wyjaśnienie molekularnego podłoża tego zjawiska przez Japończyka S. Tonegawę uhonorowane zostało nagrodą Nobla. Okazało się, że u kręgowców żuchwowych geny kodujące receptory limfocytów zgrupowane są w zespoły składające się z licznych (nawet kilkuset) podjednostek *v i j* oraz *v, d i j*, które – w komórkach różnicujących się w limfocyty – podlegają unikatowemu procesowi somatycznych rearanzacji genetycznych, zapewniającemu bogactwo miejsc wiążących antygen. Bogactwo to zwielokrotnia się skutkiem losowego łączenia się dwóch łańcuchów budujących te miejsca oraz dzięki mutacjom somatycznym. Wszystkie te mechanizmy sprawiają, że – potencjalnie – limfocyty człowieka potrafią rozpoznać wszelkie antygeny jakie były, są lub będą się pojawiać w naszym otoczeniu, łącznie z tymi, jakie w przyszłości powstaną w laboratoriach uczonych. W świetle tego bogactwa zadziwia fakt, że układ odpornościowy niszczy głównie zarazki potencjalnie groźne dla naszego organizmu, natomiast reakcje na antygeny „niewinne”, np. na pyłki traw, antybiotyki, czy roztocza kurzu domowego, zachodzą stosunkowo rzadko. W świetle bogactwa receptorów TCR i BCR musimy też przyznać, że stosunkowo rzadko dochodzi do zatakowania przez układ odpornościowy prawidłowych tkanek własnych organizmu, co ma miejsce w przypadku np. cukrzycy insulinozależnej lub stwardnienia rozsianego. Zawdzięczamy to sprawnej autokontroli układu odpornościowego, gdyż do zainicjowania reakcji z udziałem limfocytów z reguły nie wystarcza związanie ich receptorów ze specyficznym antygenem, lecz wymagane są sygnały dodatkowe ze strony tzw. komórek prezentujących antygen, APC (*antigen presenting cells*).

Limfocyty B same pełnią funkcje APC; do zainicjowania ich proliferacji i różnicowania w komórki pamięci lub plazmocyty uwalniające przeciwciała niezbędne jest uzyskanie dodatkowych sygnałów od tzw. limfocytów T pomocniczych (*helper*), Th. Z kolei receptory TCR limfocytów T, zarówno wspomnianych już Th jak i limfocytów cytotoksycznych Tc, rozpoznają z reguły krótkie peptydy pochodzące z antygenów odpowiednio przygotowanych przez różne typy komórek APC, a mianowicie limfocyty B oraz komórki dendrytyczne i makrofagi, należące do komórek uczestniczących w nieswoistej odporności wrodzonej. Peptydy te muszą być uchwycone przez przystosowane do pełnienia takiej funkcji cząsteczki zgodności tkankowej MHC (*major histocompatibility antigens*) eksponowane na powierzchni APC. Interakcji kompleksów MHC: peptyd z receptorami TCR (co stanowi dla limfocyta sygnał pierwszy) musi jeszcze towarzyszyć wzajemne rozpoznanie innych cząsteczek powierzchniowych APC i limfocytów oraz odebranie przez te ostatnie sygnału drugiego w postaci cząsteczek rozpuszczalnych, cytokin, pochodzących głów-

nie z pobudzonych przez antygen komórek uczestniczących we wczesnej, wrodzonej odporności nieswoistej (rycina 1A).

Receptory fagocytów

Repertuar receptorów fagocytów nie jest tak ogromny, jak ten funkcjonujący u limfocytów. Komórki fagocytarne zaangażowane w szybką odporność wrodzoną wyposażone są w tzw. receptory rozpoznające patogeny PRR (*pathogen recognition receptors*), rozpoznające określone struktury powierzchniowe charakterystyczne dla bakterii, pierwotniaków i wirusów, lecz nie występujące u gospodarza. Struktury te określane są jako wzory molekularne patogenów, PAMP (*pathogen-associated molecular patterns*), gdyż obejmują charakterystyczne dla nich peptydoglikany, lipopolisacharydy (LPS), lipopeptydy, formylowane peptydy, mannany, lipoarabinomannany, glukany, dwuniciowe RNA wirusów oraz pewne sekwencje DNA występujące jedynie u drobnoustrojów. Wszystkie cząsteczki PAMP wykazują znaczny konserwatyzm ewolucyjny, gdyż są zapewne niezbędne dla funkcjonowania patogenów. Reagujące z PAMP drobnoustrojów cząsteczki PRR żywiciela znajdują się na komórkach fagocytujących (makrofagach i komórkach dendrytycznych), lecz również na limfocytach B i wielu innych typach komórek. Również one wykazują znaczny konserwatyzm, co jest dowodem długotrwałej koevolucji cząsteczek PRR i PAMP.

Do PRR należy znany od dawna receptor wiążący mannozę i receptory zmiatacze (*scavenger receptors*), wiążące między innymi lipopolisacharydy – LPS. Najważniejszym osiągnięciem ostatnich lat było odkrycie u ssaków receptorów TLR (*Toll-like receptors*), będących najbardziej wszechstronną grupą receptorów rozpoznających PAMP. Receptor Toll został najpierw wykryty u muszki owocowej (*Drosophila melanogaster*), gdzie pełni rolę w obronie przeciwzakaźnej oraz w embriogenezie owada. Najwcześniej odkryty TLR ssaków, noszący obecnie nazwę TLR 4, został opisany przez grupę C.A. Janeway. Obecnie znanych jest 10 receptorów TLR pokrywających zdolnością rozpoznawania wszystkie znane kategorie PAMP. Tak więc TLR2 wiąże peptydoglikany, lipopeptydy, zymosan, białka szoku cieplnego HSP (*heat shock proteins*) (np. HSP 70) i niektóre białka bakteryjne (poryny); TLR9 rozpoznaje pewne motywy niemetylowanego DNA występującego preferencyjnie u drobnoustrojów, TLR3 łączy się z dwuniciowym RNA wirusów, TLR4 z LPS i HSP60, a TLR5 z flagelliną. TLR2 może tworzyć heterodimery z TLR6 i TLR1 o nie do końca wyjaśnionym powinowactwie do struktur drobnoustrojów. TLR2 i TLR4 odgrywają rolę w rozpoznaniu, odpowiednio, drobnoustrojów gram dodatnich i gram ujemnych. TLR wykryto także u roślin. U zwierząt liczne TLR są obecne na komórkach nabłonka (a więc we wrotach zakażenia) i na komórkach wielu narządów, np. płuc, serca, mózgu, mięśni, grasicy, gonad. Z kolei TLR2 i TLR3 stwierdzono jedynie na makrofagach i komórkach dendrytycznych.

Wszystkie TLR posiadają podobną budowę, charakteryzującą się sekwencjami bogatymi w leucynę w odcinku N-końcowym i podobieństwem do receptora dla jednej z cytokin prozapalnych, interleukiny 1 (IL-1), w odcinku C-końcowym. Rozpoznanie PAMP przez odpowiednie receptory PRR prowadzi w APC do ekspresji genów ko-

dujących szereg cytokin, chemokin i cząsteczek kostymulacyjnych, stanowiących sygnał dla limfocytów, jest więc istotne dla zainicjowania swoistej odpowiedzi adaptacyjnej.

Powiązania odporności wrodzonej i nabytej

Przez wiele lat odporność swoista i nieswoista uważane były za relatywnie niezależne. Osiągnięcia ostatniego dziesięciolecia skłaniają do rewizji tego poglądu, gdyż okazało się, że w większości przypadków limfocyty mogą podjąć swe funkcje dopiero po uzyskaniu serii sygnałów nieswoistych, stanowiących potwierdzenie o zagrożeniu ze strony antygeny związanej przez receptor TCR lub BCR. Wyjątkiem wydają się być niektóre limfocyty T o receptorach TCR uformowanych przez łańcuchy *gamma* i *delta* (w miejsce lepiej poznanych *alfa* i *beta*), oraz subpopulacja B1 limfocytów B, nie wymagająca współpracy z limfocytami Th.

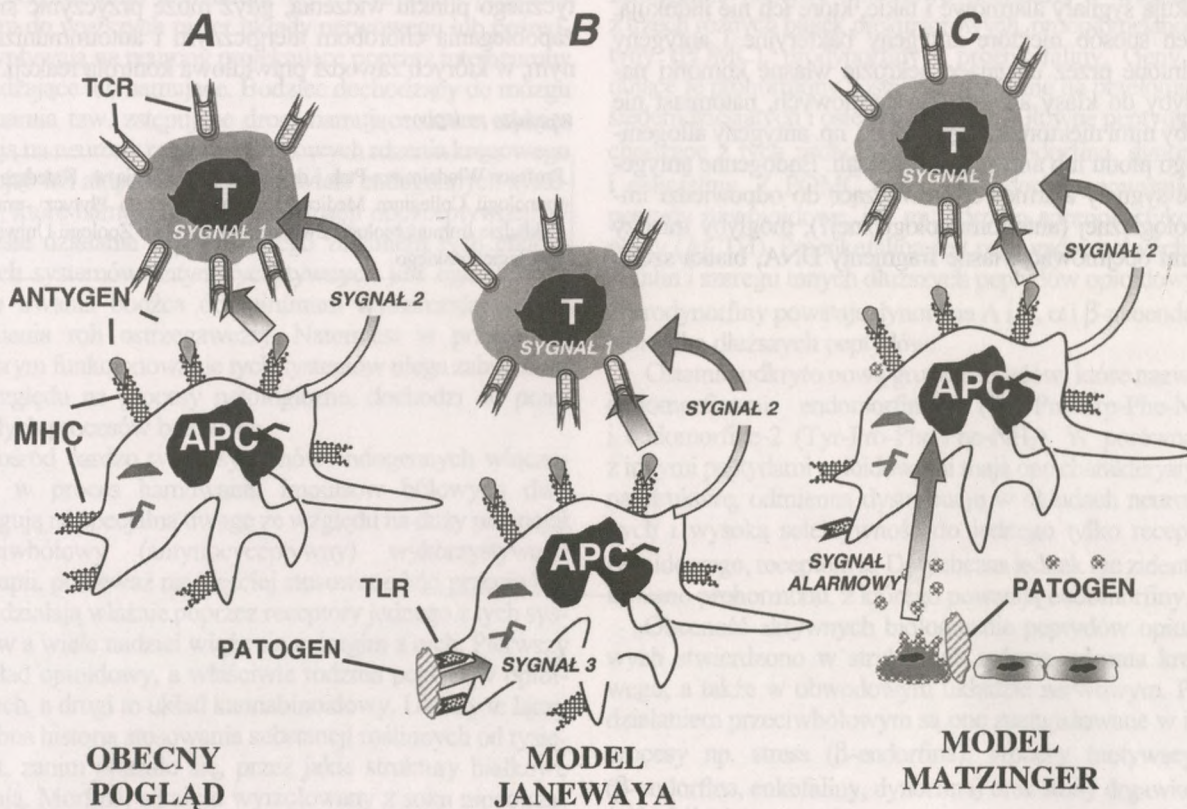
Dwa odmienne spojrzenia na problem dyskryminacji *self/nonself* i na charakter sygnałów dodatkowych niezbędnych do zainicjowania odporności swoistej zaproponowali niezależnie C.A. Janeway i P. Matzinger. Obydwoje uczeni uważają, że ewolucyjnie skuteczny układ immunologiczny powinien reagować na antygeny, które są dla organizmu potencjalnie niebezpieczne, a nie jedynie obce.

Rola mechanizmów nieswoistych w indukcji odporności swoistej

W ujęciu C.A. Janeway, dla układu immunologicznego ważne jest nie tyle rozróżnienie *self/nonself*, co dyskryminacja pomiędzy zakaźnymi antygenami obcymi (*infectious nonself*), na które odpowiedź jest niezbędna, a niezakaźnymi antygenami własnymi (*non-infectious self*).

Hipoteza Janeway, nazywana „poszerzoną teorią *self/nonself*”, jest obecnie akceptowana przez wielu immunologów. Nie narusza ona wagi charakteru pierwszego sygnału, antygenowo-swoistego, powstającego przez połączenie receptora TCR limfocyty T z kompleksem MHC: peptyd antygenowy, eksponowanym na powierzchni APC. Według poszerzonej hipotezy, do wygenerowania kolejnego sygnału przez APC niezbędna jest jednak obecność odpowiedniego „wzorca” bakteryjnego, stanowiącego sygnał trzeci, rozpoznawany przez receptory PRR (np. TLR) komórek APC (ryc. 1B). Wzorec taki oczywiście funkcjonuje przy zakażeniach, natomiast w standardowych warunkach bytowania człowieka i zwierząt może nim być flora bakteryjna ustroju lub wszechobecny LPS produkowany przez florę jelitową. Nie jest zatem zaskoczeniem, że u zwierząt bezbakteryjnych (*germ free*) odpowiedź immunologiczna jest wysoce upośledzona, a układ immunologiczny jest w fazie daleko posuniętej inwolucji.

Ryc. 1. Interakcje limfocytów T z komórkami prezentującymi antygen, APC. Obecny paradygmat (A) zakłada, że dla podjęcia funkcji przez limfocyt T, jego receptor TCR musi rozpoznać antygen prezentowany przez cząsteczki MHC na powierzchni APC (Sygnał 1) i otrzymać od niej sygnał kostymulacyjny (Sygnał 2). W modelu Janeway (B), dla wygenerowania sygnału 2, APC musi ulec stymulacji przez produkty patogenów wiążące się z odpowiednimi receptorami, np. TLR (Sygnał 3). W modelu Matzinger (C), wysłanie przez APC sygnału 2 wymaga odbioru przez nie sygnałów alarmowych pochodzących z komórek uszkodzonych, np. przez patogeny. APC – komórka prezentująca antygen (*antigen presenting cells*); MHC – cząsteczki zgodności tkankowej (*major histocompatibility complex*); TCR – receptor limfocyty T (*T cell receptor*); TLR – receptor Toll – podobny (*Toll-like receptor*). Rycinę wykonał mgr Rafał Biedroń, za co mu serdecznie dziękujemy



Podsumowując, hipoteza Janeway zmienia obecny pogląd na hierarchię ważności dwóch typów odpowiedzi. Dotychczas przypisywano odpowiedzi nieswoistej charakter tymczasowy i pomocniczy. W ujęciu Janeway staje się ona pełnoprawnym uczestnikiem odpowiedzi swoistej, która nie mogłaby się realizować bez nieswoistych sygnałów generowanych pod wpływem struktur molekularnych patogenów (ryc. 1B). Można to porównać do techniki obsługi radiodbiornika. Wybór zakresu FM, czy UKF, odpowiadałby działaniu receptorów TLR (i podobnych), natomiast dokładne dostrojenie do określonej stacji byłoby ekwiwalentem swoistego rozpoznania determinant przez receptory limfocytów.

Rozpoznanie „niebezpieczeństwa” podstawą indukcji odpowiedzi immunologicznej

Znacznie bardziej radykalną hipotezę dotyczącą istoty funkcjonowania układu immunologicznego zaproponowała w roku 1994 Polly Matzinger. Sformułowany przez nią model niebezpieczeństwa (*danger model*) zakłada, że do rozwinięcia odpowiedzi immunologicznej niezbędne jest rozpoznanie sygnałów zagrożenia ustroju, a nie tylko rozpoznanie obcości. Stres biologiczny (jakim jest zakażenie), chemiczny (toksyny) lub fizyczny (mechaniczny, termiczny) może prowadzić do nekrotycznego uszkodzenia tkanek. Zdaniem P. Matzinger, komórki poddane różnego rodzaju stresom emitują sygnały „alarmu” lub „niebezpieczeństwa”, aktywujące komórki prezentujące antygen do generowania sygnału drugiego (ryc. 1C), natomiast czynnik obcy nie wywołujący uszkodzenia nie prowadzi do powstania odpowiedzi immunologicznej. Tak więc model niebezpieczeństwa redukuje znaczenie dotychczasowego odróżnienia *self/nonself* i sugeruje wręcz podział antygenów na te, które indukują sygnały alarmowe i takie, które ich nie indukują. W ten sposób niektóre antygeny bakteryjne i antygeny uwolnione przez ulegające nekrozie własne komórki należałyby do klasy antygenów alarmowych, natomiast nie byłyby nimi niektóre antygeny obce, np. antygeny allogenicznego płodu lub antygeny komensali. Endogenne antygenowe sygnały alarmowe, prowadzące do odpowiedzi immunologicznej (autoimmunologicznej?), mogłyby między innymi obejmować własne fragmenty DNA, białka szoku

cieplnego HSP (zwane też białkami stresu), itp. Jest to zgodne z odkryciem, że niektóre receptory TLR wiążą białka HSP produkowane przez uszkodzone komórki (np. TLR2 wiąże HSP70, natomiast TLR4 wiąże HSP60). P. Matzinger uważa zatem, że dodatkowy sygnał pobudzający komórki odpornościowe pochodzi nie od drobnoustrojów (jak zakłada C. Janeway), ale głównie z uszkodzonych przez nie tkanek. Nie wiadomo, czy u zwierząt gnotobiotycznych (*germ-free*), słabo reagujących na stymulację antygenową, niebakteryjny uraz tkanki mógłby stać się drugim sygnałem dla równocześnie podanego antygeny obcego, co mogłoby uwiarygodnić tę oryginalną hipotezę.

Wnioski

Dla zainicjowania swoistych reakcji immunologicznych nie wystarcza rozpoznanie przez limfocyty antygenów obcych, lecz niezbędny jest udział komórek zaangażowanych w odporność nieswoistą, fagocytów, pełniących funkcje APC. Wedle najnowszych danych, udział APC w reakcjach immunologicznych nie ogranicza się do prezentowania peptydów antygenowych, lecz polega też na dostarczaniu limfocytom dodatkowych sygnałów, indukowanych w APC przez drobnoustroje chorobotwórcze (co podkreśla hipoteza Janeway) lub przez produkty reakcji stresowych niszczonej komórki własnej (na co kładzie nacisk Matzinger) (ryc. 1). Jak to zazwyczaj bywa w nauce, okaże się zapewne, że hipotezy Janeway i Matzinger nie wykluczają się wzajemnie, lecz uzupełniają. Bez wątplenia obie hipotezy stanowią impuls do dalszego dynamicznego rozwoju dyscypliny, inicjując cykle doświadczeń mających je potwierdzić lub obalić. Poznanie charakteru dodatkowych sygnałów inicjujących reakcje immunologiczne jest niezwykle ważne nie tylko z poznawczego, lecz również z praktycznego punktu widzenia, gdyż może przyczynić się do zapobiegania chorobom alergicznym i autoimmunizacyjnym, w których zawodzi prawidłowa kontrola reakcji.

Wpłynęło 19 V 2003

Profesor Włodzimierz Ptak i dr Maria Ptak pracują w Katedrze Immunologii Collegium Medicum; profesor Barbara Płytycz pracuje Zakładzie Immunobiologii Ewolucyjnej Instytutu Zoologii Uniwersytetu Jagiellońskiego

BARBARA PRZEWŁOCKA (Kraków)

UKŁADY HAMUJĄCE PRZEWODZENIE BODŹCÓW BÓLOWYCH

Bodziec bólowy powoduje uruchomienie szeregu zmian składających się na proces nocycypcji, obejmujący kilka etapów. Pierwszym z nich jest przetwarzanie bodźca, czyli różnych rodzajów energii (temperatura, substancja drażniąca, ucisk) na impuls elektryczny. Następnie impuls ten jest przenoszony od miejsca powstawania do miejsca postrzegania, czyli percepcji. Ten proces odbywa się trzema, odrębnymi anatomicznie etapami. Są to: 1) pierwotne neurony wstępujące, łączące tkanki obwodowe z rdzeniem kręgowym, 2) układ neuronów od rogu tylnego rdzenia kręgowego do wzgórza i pnia mózgu, oraz 3) neurony dróg wzgórzowo-korowych. Na przebieg impulsu bólowego wpływa wiele czynników neurofizjologicznych prowadząc do neuroplastycznych zmian kształtujących ostatecznie percepcję bodźca. Bodźce dochodzące do rogów grzbietowych rdzenia kręgowego z tkanek obwodowych podlegają wpływowi różnych mechanizmów, z których jedne nasilają a inne hamują ten przekaz. Zakończenia pierwotne niezmielinizowanych włókien C i zmielinizowanych włókien A δ dochodzą do rogów grzbietowych rdzenia, które są bardzo ważnym elementem przekazu informacji nocycyptywnej z tkanek obwodowych. Bodźce bólowe, określane też jako uszkodzające, wywołane czynnikiem chemicznym, termicznym lub mechanicznym dochodzą do warstwy I i II, warstw głębszych V i VI i do warstwy X. Z drugiej strony, zmielinizowane, szybko przewodzące włókna A β przewodzą nieszkodliwe bodźce mechaniczne takie jak dotyk, lekki ucisk itp. do warstwy III i IV. Zakończenia pierwotne albo bezpośrednio kontaktują się z neuronami projektującymi do wyższych piętér układu nerwowego lub pośrednio wpływają na neurony projektujące poprzez interneurony pobudzające lub hamujące. Bodziec dochodzący do mózgu uruchamia tzw. zstępujące drogi hamujące, które oddziałują na neurony rogów grzbietowych rdzenia kręgowego hamując ich aktywność. Istnieje wiele endogennych systemów, które hamują przekaz informacji nocycyptywnej. W zakresie działania fizjologicznego zadaniem tych endogennych systemów antynocycyptywnych jest ograniczenie czasu trwania bodźca do minimum wystarczającego do spełnienia roli ostrzegawczej. Natomiast w przypadku, w którym funkcjonowanie tych systemów ulega zaburzeniu ze względu na procesy patologiczne, dochodzi do prze-wlekłych procesów bólowych.

Pośród bardzo wielu systemów endogennych włączonych w proces hamowania impulsów bólowych dwa zasługują na specjalną uwagę ze względu na duży potencjał przeciwbólowy (antynocycyptywny) wykorzystywany w terapii, ponieważ najczęściej stosowane leki przeciwbólowe działają właśnie poprzez receptory jednego z tych systemów a wiele nadziei wiąże się z drugim z nich. Pierwszy to układ opioidowy, a właściwie rodzina peptydów opioidowych, a drugi to układ kannabinoidowy. Układy te łączą podobną historią stosowania substancji roślinnych od tysięcy lat, zanim okazało się, przez jakie struktury białkowe działają. Morfina, alkaloid wyizolowany z soku niedojrzałych makówek jest przedstawicielem substancji dzia-

lających poprzez receptory opioidowe a tetrahydrokannabinol (THC), czynna substancja z *Cannabis sativa* czyli marihuany, jest agonistą receptorów kannabinoidowych. Obydwie substancje od tysięcy lat stosowane były w celu uśmierzenia bólu i cierpienia, chociaż niestety obydwie były i są nadużywane w celach wykorzystania ich działania euforyzującego. Badania naukowe, prowadzone w celu wyjaśnienia mechanizmów ich działania doprowadziły do opisanie i ustalenia roli endogennych odpowiedników tych substancji. Badania wykazały istnienie układów receptor – ligand (czyli substancja łącząca się z tym receptorem) o charakterystycznej lokalizacji w ośrodkowym i obwodowym układzie nerwowym i określonych miejscach syntezy tych białek. Aktywacja obydwu systemów, opioidowego i kannabinoidowego prowadzi do hamowania bodźców bólowych. W układzie opioidowym receptory μ , δ i κ , a w układzie kannabinoidowym receptory CB1 i CB2 zlokalizowane w błonie komórkowej działają poprzez ten sam system wtórnych przekaźników – białka G $_{i/o}$ oraz cyklazę adenyloową. Ta droga prowadzi do hamowania aktywności komórki.

Endogenne systemy opioidowe ulegają aktywacji pod wpływem bodźców bólowych i spełniają rolę selektywnych hamulców zapobiegając przenoszeniu/rozpowszechnieniu się aktywacji bólowej. Nie stanowią one homogennej grupy peptydów. Pochodzą z trzech prekursorów i w niektórych przypadkach działanie peptydów pochodzących z różnych (a nawet tych samych) prohormonów jest przeciwstawne. Endogenne peptydy opioidowe pochodzą w większości z trzech różnych białek prekursorowych, proopiomelanokortyny (POMC), prodynorfiny i proenkefaliny. Geny kodujące te prohormony zostały sklonowane na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych. Główne peptydy pochodzące z tych prohormonów to β -endorfina, dynorfina i enkefaliny. Z POMC oprócz β -endorfiny powstają też peptydy nieopiodowe, jak np. hormon adrenokortykotropowy (ACTH). Proenkefalina jest prekursorem dwóch enkefalin i szeregu innych dłuższych peptydów opioidowych. Z prodynorfiny powstaje dynorfina A i B, α i β -neoendorfina i kilka dłuższych peptydów.

Ostatnio odkryto nową grupę peptydów, które nazwano endomorfina, endomorfina-1 (Tyr-Pro-Trp-Phe-NH $_2$) i endomorfina-2 (Tyr-Pro-Phe-Phe-NH $_2$). W porównaniu z innymi peptydami opioidowymi mają one charakterystyczną strukturę, odmienną dystrybucję w układach neuronalnych i wysoką selektywność do jednego tylko receptora opioidowego, receptora μ . Dotychczas jednak nie zidentyfikowano prohormonu, z którego powstają endomorfiny.

Obecność aktywnych biologicznie peptydów opioidowych stwierdzono w strukturach mózgu, rdzenia kręgowego, a także w obwodowym układzie nerwowym. Poza działaniem przeciwbólowym są one zaangażowane w inne procesy np. stress (β -endorfina), procesy motywacyjne (β -endorfina, enkefaliny, dynorfina) oraz stany drgawkowe (enkefaliny).

Należy podkreślić, że żaden ze znanych endogennych peptydów opioidowych nie jest selektywny w stosunku do jednego tylko typu receptora, za wyjątkiem endomorfina, które należą do grupy nietypowych peptydów opioidowych. Peptyd pochodzący z POMC, β -endorfina, oraz niektóre dłuższe peptydy pochodzące z proenkefaliny, takie jak Met-enkefalina-Arg⁶-Gly⁷-Leu⁸ czy Met-enkefalina-Arg⁶-Phe⁷ wykazują większe powinowactwo do receptora μ i δ niż do receptora κ , natomiast peptydy pochodzące z prodynorfiny, dynorfina i α -neoendorfina są endogennymi ligandami receptora κ . Natomiast endogennymi ligandami receptora δ są powstające z proenkefaliny pentapeptydy Leu- i Met-enkefalina.

Ośrodkowy układ POMC jest istotnie włączony w procesy antynocycpcji a główny peptyd tego układu, β -endorfina podana do ośrodkowego układu nerwowego działa silnie przeciwbólowo. Podanie przeciwciał skierowanych przeciw β -endorfinie do substancji szarej okołowodociągowej zapobiega przeciwbólowym efektom akupunktury, co świadczy o jej udziale w tej terapii oraz o możliwościach wykorzystywania endogennych substancji przeciwbólowych w leczeniu bólu. Ostatnio wykazano, że melanokortyny powstające z tego samego prohormonu co β -endorfina, wpływają na procesy bólowe. Jest to działanie przeciwstawne do opioidów. Antagonista jednego z receptorów melanokortyn powoduje silne działanie przeciwbólowe. Wydaje się więc, że przeciwstawne działanie w ramach tego samego układu jest typowym, przypominającym wagę układem, pozwalającym na szybki powrót do homeostazy po aktywacji układu pro- lub przeciwbólowego. Inną możliwością wykorzystania endogennych substancji przeciwbólowych jest zastosowanie inhibitorów ich degradacji enzymatycznej. Dotyczy to zwłaszcza enkefalin, które mają silne działanie przeciwbólowe, lecz efekt ten jest krótkotrwały ze względu na ich dużą podatność na działanie enzymów proteolitycznych. Stąd próba stosowania jako leków grupy inhibitorów o ograniczonej selektywności, które są zarówno inhibitorami enkefalinazy jak i aminopeptydaz. Szereg danych wskazuje na to, że dłuższe peptydy pochodzące z proenkefaliny i zawierające sekwencję enkefalin wykazują silniejsze działanie przeciwbólowe od samych enkefalin. Istotnym problemem przy rozważaniu zastosowania analogów enkefalin w zwalczaniu bólu jest ich niewielka zdolność przenikania przez barierę krew-mózg po obwodowym podaniu. Jest to problem dotyczący ogólnie peptydów. Alternatywnym rozwiązaniem jest synteza niepeptydowych agonistów receptora opioidowego. W ostatnich latach znajomość molekularnej budowy receptora δ umożliwiła syntezę między innymi związku oznaczonego symbolem SNC 80, wykazującego silne działanie analgetyczne (przy niskiej toksyczności) także po podaniu obwodowym.

Układ prodynorfinowy jest nieco odmienny od omówionych dwóch poprzednich. W niektórych funkcjach peptydy tego systemu działają przeciwstawnie do pozostałych. Tak jest np. w uzależnieniach, gdzie peptydy prodynorfinowe wywołują stany awersji w przeciwieństwie do peptydów POMC i proenkefalinowych, które powodują wzmocnienie pozytywne. Wprawdzie peptydy układu prodynorfinowego działają przeciwbólowo poprzez opioidowe receptory κ , to

posiadają one zdolność działania poprzez mechanizmy nie-opioidowe, w efekcie których dynorfina może wywoływać efekty probólowe. Niektóre inne opisywane efekty dynorfiny w rdzeniu kręgowym np. neurotoksyczność, też mogą wynikać z działania nieopioidowego tego peptydu. Ze względu na efekty nieopioidowe, polegające m.in. na znoszeniu niektórych efektów peptydów pochodzących z POMC i proenkefaliny układ dynorfinowy pomimo, że jest układem opioidowym, przez niektórych badaczy jest zaliczany do układów antyopioidowych, takich jak cholezystokinina.

Neurony zawierające prodynorfinę zlokalizowane są głównie w warstwie I i II oraz V, a więc w regionach związanych z przewodzeniem bodźców bólowych. Szczególnie znaczenie przypisuje się rdzeniowemu układowi prodynorfinowemu w bólu o charakterze przewlekłym. Pogląd ten opiera się na wynikach badań przeprowadzonych u zwierząt z przewlekłym stanem zapalnym stawów. Wykazano, że w rdzeniu kręgowym tych zwierząt aktywność endogennego systemu prodynorfinowego jest nasiloną, co wyraża się wzrostem poziomu mRNA kodującego prodynorfinę i poziomu pochodzących z niej peptydów. Nasileniu aktywności systemu prodynorfinowego nie towarzyszy spodziewany spadek wrażliwości receptorów, lecz paradoksalny wzrost siły działania przeciwbólowego różnych opioidów, jak również wrażliwość cyklazy adenylanowej na hamujące działanie agonistów receptorów opioidowych.

Przeciwbólowy potencjał jaki posiadają endogenne systemy opioidowe jest wykorzystywany w niektórych terapiach bólu (np. akupunktura), jednak do celów terapeutycznych wykorzystuje się głównie naturalne lub syntetyczne substancje, które działają poprzez receptory opioidowe. I tu od tysięcy lat najlepszym środkiem jest morfina. Jednak jej działania uboczne powodują, że niewygody i obawy związane z jej stosowaniem są bardzo silne i to nie tylko wśród lekarzy, ale również wśród pacjentów i ich rodzin. To powoduje stałe poszukiwanie nowych leków, nowych terapii, nowego podejścia do problemów bólu. Jedną z tych nadziei na opracowanie nowej grupy leków są przedstawiciele drugiego z omawianych w tym artykule systemów przeciwbólowych czyli kannabinoidów.

Obecnie zainteresowanie klinicznym zastosowaniem kannabinoidów koncentruje się na możliwości wykorzystania ich działania przeciwbólowego, działania przeciwwymiotnego (szczególnie w czasie chemioterapii u chorych nowotworowych) oraz pobudzaniu apetytu (np. u chorych na AIDS). Z tego względu prowadzi się obecnie wiele badań nad budową, lokalizacją i funkcją endogennego systemu kannabinoidowego, aby w oparciu o ustalone fakty można było wykorzystać jego potencjalne działania terapeutyczne.

Endogennymi agonistami receptorów kannabinoidowych są amidy i estry eikozanoidowych kwasów tłuszczowych. Dotychczas dwie pochodne eikozanoidów zostały wyizolowane zarówno z tkanki nerwowej jak i obwodowej, anandamid i 2-arachidonyloglicerol. Anandamid został wyizolowany z różnych tkanek ludzkich i szczurzych. W mózgu największe stężenie anandamidu jest w strukturach charakteryzujących się wysoką gęstością receptorów kannabinoidowych, takich jak hipokamp, prążkowie, kora i mózdzek. W tych strukturach poziom anandamidu jest porównywalny z poziomem dopaminy i serotoniny i około

10 razy niższy od GABA i glutaminianu. Nieco niższy poziom stwierdzono we wzgórzu. Anandamid wiąże się do obydwóch receptorów kanabinoidowych CB1 i CB2 z różnym powinowactwem.

Receptory CB1 są syntetyzowane zarówno w inter-neuronach rdzenia kręgowego, jak i w komórkach zwojów rogów tylnych rdzenia kręgowego (DRG), skąd są transportowane do zakończeń pierwotnych w warstwach brzeżnych rogów grzbietowych. Ich działanie antynocyceptywne w obwodowych stanach zapalnych po uszkodzeniu nerwów obwodowych polega na hamowaniu wydzielania substancji P (SP), CGRP i innych probólowych przekazywaczy z zakończeń pierwotnych, jak też na hamowaniu postsynaptycznym neuronów projektujących. Działanie kannabinoidów na receptor CB1 jest nasilone w przypadku długotrwałych stanów zapalnych oraz w bólu neuropatycznym. Nie jest jeszcze znany bezpośredni mechanizm tej indukcji, chociaż sugeruje się rolę zstępującego układu antynocyceptywnego. Do chwili obecnej nie ma jednak danych na temat wpływu zstępujących układów inhibicyjnych na aktywność rdzeniowych receptorów CB1. Efekty antynocyceptywne anandamidu mogą również wynikać z jego oddziaływania na inne receptory, np. receptor waniloidowy (VR₁), receptor 5-HT_{2A}, receptor muskarynowy M₁ i M₄, co może być istotne dla jego działania antynocyceptywnego.

Istnieje wiele danych na temat przeciwbólowego działania kannabinoidów zarówno na obwodzie jak i w ośrodkowym układzie nerwowym. Większość danych dotyczy hamowania krótkotrwałych bodźców bólowych. Badania wykazały, że kannabinoidy hamują wywołaną bodźcem nocycceptywną aktywność neuronów we wzgórzu, a efekt ten jest odwracalny i zależny od dawki. Interesujący jest fakt, że ten hamujący wpływ kannabinoidów na aktywację neuronów jest wyrażony silniej w przypadku wzbudzenia tej czynności przez bodziec, niż w przypadku jego normalnej, spontanicznej funkcji. Wyłączenie aktywności endogennego systemu poprzez zastosowanie antysensowych oligonukleotydów do receptora CB1 powoduje obniżenie progu bólowego, co świadczy o tonicznej aktywności tego systemu w warunkach fizjologicznych. Poszukiwania potencjalnego zastosowania kannabinoidów w terapii dotyczą jednak głównie długotrwałych procesów bólowych, takich jak przewlekłe stany zapalne oraz ból neuropatyczny. Istnieją dowody na wzrost aktywności systemu kannabinoidowego po uszkodzeniu układu nerwowego. Wiadomo, że uszkodzenie wywołuje obniżenie progu bólowego i uważa się, że może to być wynikiem utraty tonicznej kannabinoidowej kontroli. Oznacza to, że kannabinoidy mogą działać przeciwbólowo również w przewlekłych procesach bólowych, a szczególnie w bólu neuropatycznym. Ten rodzaj bólu należy do przewlekłych jednostek chorobowych, bardzo uciążliwych w leczeniu ze względu na słabsze działanie typowych leków przeciwbólowych, takich jak opioidy. Istnieje więc nadzieja na wykorzystanie nowych możliwości terapeutycz-

nych jakie oferuje endogenne system kannabinoidowy. Przedmiotem licznych badań jest również jego współdziałanie z układem opioidowym. Z jednej strony wiadomo, że nalokson, antagonist receptorów opioidowych nie hamuje działania kannabinoidów (jakkolwiek istnieją pewne różnice w tym działaniu w zależności od dawki), a z drugiej wykazano, że podanie naloksonu (nieselektywnego antagonisty receptorów opioidowych) może wywołać syndrom odstawienia u szczurów, którym przewlekłe podawano THC. A więc istnieje niewątpliwie jakiś wspólny punkt uchwytu w działaniach opioidów i kannabinoidów, chociaż ich synergistyczne działanie przeciwbólowe utrudnia dokładne określenie fragmentu wspólnych mechanizmów. Stwierdzono dotychczas, że istnieje krzyżowa tolerancja pomiędzy agonistami receptora opioidowego μ i κ a THC, oraz, że w działaniu THC może pośredniczyć również, oprócz receptora CB1, receptor opioidowy μ i κ , ale nie receptor opioidowy δ . Kannabinoidy podane do substancji szarej okołowodociągowej (PAG), która jest strukturą bogatą w receptory CB1, czy w region jąder szwu działają przeciwbólowo. Badania jednak wykazały, że wprawdzie kannabinoidy podane do PAG wywołują silną analgezję, to jednak z anatomicznie innej części tej struktury niż morfina. Ta rozdzielność pewnych efektów tych dwóch systemów przeciwbólowych daje nadzieję, że zastosowanie kannabinoidów w leczeniu bólu nie będzie wywoływało takich efektów ubocznych jakie dają opioidy. Dwa najważniejsze, to szybki rozwój tolerancji i potencjał uzależniający. Te właśnie efekty są słabsze po kannabinoidach. Ponadto wiadomo, że kannabinoidy powodują wzrost ekspresji prohormonów peptydów opioidowych, co można interpretować jako nasilenie aktywności endogennych systemów przeciwbólowych. Synergistyczne przeciwbólowe działanie przedstawicieli tych dwóch grup byłoby korzystne ze względu na możliwość stosowania niższych dawek poszczególnych substancji. Ponadto, stosowanie opioidów do leczenia bólu neuropatycznego wywołuje zastrzeżenia zarówno lekarzy jak i pacjentów. Należy wziąć pod uwagę, że ból neuropatyczny powstaje pod wpływem uszkodzenia układu nerwowego i występuje również u ludzi młodych po wypadkach, operacjach itp. Jest to proces przewlekły, trwający w niektórych przypadkach miesiące lub lata. Korzystniejsze więc byłoby stosowanie innych leków oprócz opioidów. Stosuje się wprawdzie również niesteroidowe leki przeciwzapalne czy leki przeciwdepresyjne, ciągle trwają jednak poszukiwania lepszych efektów i może właśnie w oparciu o wiedzę na temat budowy i funkcji układu kannabinoidowego, uda się taką substancję zaprojektować i zastosować w leczeniu przewlekłych stanów bólowych.

Wpłynęło 26 V 2003

Prof. dr hab. Barbara Przewłocka pracuje w Zakładzie Neurofarmakologii Molekularnej Instytutu Farmakologii PAN w Krakowie

JADWIGA SIEMIŃSKA, BARBARA KWIECIŃSKA (Kraków)

PROTEROZOICZNE OKRZEMKI Z MARMURÓW PRZEWORNA

Minęło już 30 lat od czasu, gdy jedna z autorek tego artykułu (BK) znalazła krzemionkowe szczątki okrzemek w proterozoicznych marmurach Przeworna. Odkrycie to, jak i inne znaleziska okrzemek starszych niż kredowe, uchodzą uwagi, są kwestionowane lub pomijane milczeniem przez większość diatomologów i geologów oraz ewolucjonistów. Z dawna panujące gorące dyskusje nad wiekiem okrzemek odzwierciedla obszerne opracowanie Pii jeszcze z 1931 roku, który uznał za nieudowodnione i niewiarygodne wszystkie znaleziska starsze od jurajskich. Na niemal wszystkie omówione przez niego – oraz inne znaleziska, których nie uwzględnił – trzeba obecnie patrzeć inaczej, zwłaszcza po odkryciu niewątpliwych okrzemek kambryjskich w 1962 roku przez Wołogdina, a następnie w latach dziewięćdziesiątych przez Gapijewa. Wszystkie te znaleziska omówiono w osobnym artykule (*Wszechświat* 2000, 101: 248–253).

Wzmianki o tych znaleziskach są nieliczne i trudne do natrafienia, bo rozrzucone są po różnych, często lokalnych czasopismach. Ostatnio natrafiłam jeszcze na notatkę Josta z 1968 roku o znalezieniu jednego szczątka okrzemki w próbce z późno prekambryjskich skał z White Pine, Michigan w Stanach Zjednoczonych. Interesujące fotografie i opisy wczesno kambryjskich okazów wykazujących wyraźne podobieństwo do okryw okrzemek centrycznych opublikowali Allison i Hilgert prawie dwadzieścia lat później. Znaleziono je wśród krzemionkowych łuskowatych mikroskopowych skamieniałości (podobnych do łusek niektórych współczesnych przedstawicieli słodkowodnych *Chrysophyta*, *Prymnesiophyta* i *Rhizopoda*) w cienkich szlifach z wapieni w północno zachodniej Kanadzie. Na zbadanych 200 szlifów tylko na 21 polach w 35 szlifach zaobserwowano te mikrofosylia. Później jeszcze Schieber, Krinsley i Riciputi donieśli w 2000 roku, że w łupkach dewońskich we wschodnich Stanach Zjednoczonych wykryli ziarna kwarcu pochodzenia organicznego (nie mineralnego), stanowiące ich zdaniem prawdopodobne szczątki radiolari, okrzemek, lub złotowiciowców.

W tej sytuacji wydaje się słusznym przypomnienie szczegółów dotyczących najstarszych, bo proterozoicznych okrzemek z Przeworna. Próbkę skał, w których je znaleziono pochodziły z dwu czarnych warstw przecinających złożę białego marmuru w kamieniołomie w Przewornie na Dolnym Śląsku. Czarna barwa marmuru z tych warstw pochodzi od obfite w nich występującego pigmentu grafitowego. Oprócz grafitu stwierdzono w nich znaczne ilości innych akcesorycznych minerałów, w tym także kwarcu.

Wiek marmurów występujących w Przewornie Oberc, bardzo dobry znawca Sudetów i tego obszaru, uznał za proterozoik. Ostatnie opracowania określają wiek marmurów z Przeworna jako górny proterozoik.

Pierwsze fragmenty okrzemek znaleziono zupełnie przypadkowo podczas studiowania kryształów grafitu. Szukając dalszych szczątków stosowano daleko posuniętą ostrożność, żeby wykluczyć możliwość, że są one przypadkową domieszką. Kilkakrotnie zbierano więc następane próbki

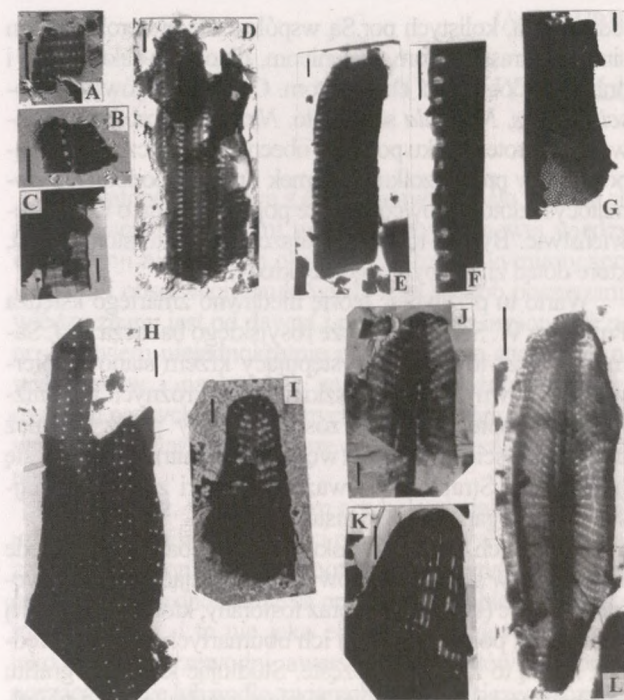
bezpośrednio z głębszych warstw litej skały. Kawałki marmuru zawijano w czysty papier filtracyjny. Przez taki także papier je rozbijano, żeby uzyskać świeżo przełamane powierzchnie do napylenia replik.

Tak zwane repliki to są triafolowe lub kolodionowe błonki nakładane na badanych powierzchniach. Do takich błonek przyczepiają się zwykle różne cząstki oderwane ze skały. W naszym przypadku były to kryształy grafitu i szczątki okrzemek. Błonki te nanoszono na miedziane siateczki nośne, które bezpośrednio badano w transmisyjnym mikroskopie elektronowym (TEM). W preparatyce początkowo stosowano wodę destylowaną, którą następnie zamieniono na chloroform, by uniknąć zarzutu, że w wodzie mogła być domieszka okrzemek współczesnych. Ponadto sporządzanie preparatów i badanie ich w mikroskopach elektronowych przeprowadzano w pracowniach, które nie miały żadnej styczności z okrzemkami współczesnymi ani kopalnymi.

By uniknąć podejrzeń, że znalezione szczątki dostały się do wnętrza skały przez mikroskopijne pory lub szczelinki, zbadano jej gęstość i porowatość. Gęstość czarnej odmiany marmuru z Przeworna – wykonana metodą helową – okazała się nadzwyczaj duża (2,74–2,78 g/cm³). W marmurach w Przewornie nie ma makroporów (których średnica jest większa od 130 nm czyli 1300 Å); są w nich tylko kryptopory o średnicy zaledwie 8,8 nm tj. 88 Å. Specjalnych pomiarów porowatości i gęstości dokonał Profesor A. Kieliski w Krakowie. Nie jest to zatem możliwe, by okrzemki lub ich szczątki dostały się do wnętrza skały jako późniejsza domieszka.

Wyklucza się też możliwość przeniesienia młodszych wiekiem (też współczesnych czy miocenijskich) szczątków okrzemek do tych czarnych warstw, gdyż takich szczątków nie znajdowano zupełnie w białych warstwach proterozoicznych marmurów leżących powyżej i pomiędzy warstwami czarnymi. Badania prowadzono wyłącznie w krystalicznych marmurach Przeworna; nie zajmowano się skałami stropowymi (są to łupki amfibolowo-serycytowe) ani ilami miocenijskimi (zawierającymi obfite szczątki kopalnych organizmów) stanowiącymi wypełnienia krasowe obserwowane w silnie zmetamorfizowanych partiach południowych, a także na zachodniej ścianie kamieniołomu.

Wiadomość o pierwszych okazach okrzemek opublikowano w 1973 roku, o następnych donoszono w kilku publikacjach do roku 1978. W żmudnych, wielogodzinnych poszukiwaniach znaleziono na replikach zaledwie 39 szczątków. Fragmenty okrzemek były w skale bardzo rozproszone. Ogółem przeglądnięto w TEM około 150 preparatów sporządzonych z różnych fragmentów skały. Każdy preparat cierpliwie oglądano w TEM pas po pasie pod powiększeniami 7000–20 000 ×. Jeden preparat pokrywał około 0,4 mm² powierzchni marmuru, zatem ogółem przeglądnięto około 60 mm² jego powierzchni. Szczątki okrzemek były rozmieszczone bardzo nierównomiernie, gdyż znaleziono je tylko w 16 preparatach. Chociaż były bardzo małe, o wymiarach ok. 1–25 × 1–10 μm, to łatwo



Ryc. 1. Proterozoiczne okrzemki. A–D: szczątki pancerzyków okrzemek; E, F: *Bolewskia reymanownae*, F: powiększone areole; G: fragment okrywy *Coscinodiscus*?; H: fragment okrywy Centricae; I: fragment okrywy Pennatae; J–L: szczątki okryw *Navicula s.l.* (odcinek = 1 µm)

można je było zauważyć z powodu charakterystycznych perforacji stanowiących ornamentację pancerzyków.

Próbowano także rozpuszczać okrzemki w bardzo słabym kwasie solnym (używanie silniejszych stężeń kwasu doprowadza do pęknięcia kruchych kopalnych szczątków). W delikatnym, czarnym osadzie złożonym głównie z maleńkich kryształów grafitu, tremolitu i innych cząstek mineralnych (które miały tendencję do skupiania się) znaleziono tylko kilka mizernych fragmentów okrzemek. W mikroskopie skaningowym nie udało się zauważyć szczątków okrzemek nawet na błonkach replik, na których wykryto je w TEM. Prawdopodobnie były zbyt płaskie i cienkie.

Budowa krzemionkowego pancerzyka okrzemek jest bardzo charakterystyczna. Stanowi on, zwykle, jakby pudełeczko o kształtach właściwych dla poszczególnych rodzajów i gatunków, zawsze posiadające denko i wieczko zwykle zachodzące na siebie, zwane okrywami. Ornamentacja pancerzyka jest często w postaci równoległych rzędów por, szczelinek lub areol, których układ i zagęszczenie jest typowe dla wyróżnionych rodzajów i gatunków.

Kilkanaście znalezionych okazów to maleńkie, jedno lub kilkumikronowej wielkości fragmenty pancerzyków okrzemek (ryc. 1A–D) nie dające się bliżej określić. Trzy okazy zaliczono do grupy *Centricae* obejmującej gatunki o promienistej (w zasadzie) ornamentacji okrywy pancerzyka. Jeden z tych szczątków opisano jako nowy rodzaj i gatunek *Bolewskia reymanownae** (ryc. 1E, F), która budową

* Ten rodzaj okrzemek autorki poświęciły niedawno zmarłemu Profesorowi Andrzejowi Bolewskiemu, zasłużonemu seniorowi polskich geologów i mineralogów, który od samego początku pozytywnie ocenił odkrycie okrzemek w marmurach Przeworna i umożliwił wydrukowanie o nich pierwszych doniesień. Nazwą gatunku uczczono niedawno zmarłą Docent Marię Reymanówną, znakomitą paleobotaniczkę krakowską.

okrywy i sposobem ustawienia areol nawiązuje wyłącznie do wymarłej, posiadającej znacznie większe pancerzyki *Riedelia mirabilis* znajdującej w miocenijskich i oligocenijskich osadach Pacyfiku.

Drugi okaz, to fragment okrywy pancerzyka (ryc. 1G) z areolami podobnymi jak u kopalnych i współczesnych gatunków z rodzajów *Coscinodiscus* i *Thalassiosira*. Na następnym fragmencie widoczne są cztery rzędy perforacji (ryc. 1H); w jednym rzędzie jest 4 do 1 rzędów por, tak jakby ich ilość malała od brzegu ku środkowi okrywy stanowiąc jej promienistą ornamentację.

Do grupy *Pennatae*, obejmującej gatunki o pierzastej (w zasadzie) ornamentacji zaliczono 19 okazów. Dwa z nich należą do *Araphidae*, to jest do rodzajów, których pancerzyki nie mają tak zwanej szczeliny czyli rafy. Jeden, to nieco uszkodzona okrywa, którą opisano jako *Protorhaphoneis stanislai* (ryc. 2A); przypomina ona niektóre gatunki *Rhaphoneis* (ryc. 1B–D) żyjące w miocenijskim, morskim litoralu. Drugi szczątek, to zaledwie koniec okrywy podobny jak u morskich gatunków *Licmophora* (ryc. 1I).

Trzy okazy z grupy *Rhaphidae* (posiadające rafę) należą do rodzaju *Navicula* w szerokim ujęciu (ryc. 1J–L). Najwięcej (bo aż 9) należy do rodzaju *Nitzschia*; te dają się łatwo rozpoznać dzięki obecności tzw. grzebienia leżącego na brzegu każdej okrywy (ryc. 3A–C).

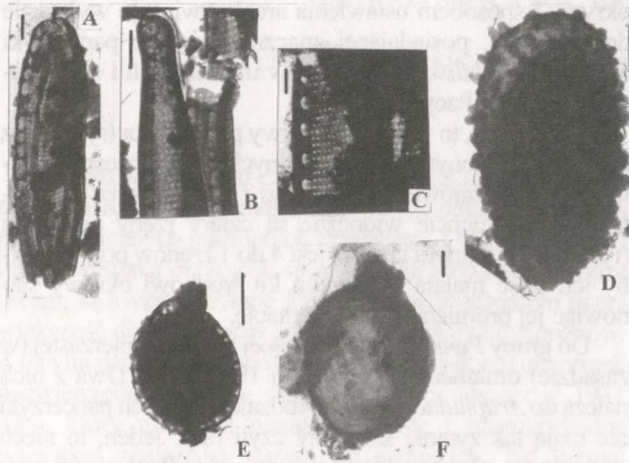
Znaleziono także kilkanaście spor okrzemek należących do wymarłego miocenijskiego rodzaju *Xanthiopyxis*; uznano je za nowy gatunek *X. polonica* (ryc. 3D). Były one dziesięciokrotnie mniejsze od podobnych *X. hystrix* i *X. globosa*.

Oprócz szczątków okrzemek znaleziono kilka domków, które mogły należeć do wiciowców; najprawdopodobniej są to stomatocysty chryzofitów (ryc. 3 E, F). Był też charakterystyczny maleńki, kulisty twór o nieznanym przynależności systematycznej (ryc. 4).

W ciągu półtora wieku opublikowano już około trzydzieści doniesień o blisko czterdziestu znaleziskach okrzemek starszych niż kredowe. Trudno dziś ocenić, czy wszystkie te doniesienia są wiarygodne. Jednak odkrycie niewątpliwych szczątków okrzemek kambryjskich i protero-



Ryc. 2. Proterozoiczne okrzemki. A: *Protorhaphoneis stanislai*; B: *Rhaphoneis biseriata*; C: *Rh. vicomicoensis*; D: *Rh. moravica*. (odcinek = 10 µm)



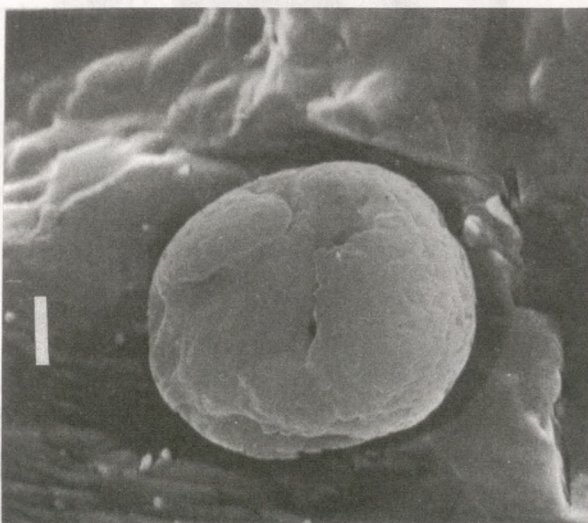
Ryc. 3. Proterozoiczne okrzemki. A–C: szczątki pancerzyków *Nitzschia*; D: *Xanthiopyxis polonica*; E, F: stomatocysty chryzofitów. (odcinek = 1 μm)

zoicznych wskazuje, że okrzemki żyły już około 430 milionów lat wcześniej niż dotąd sądzono.

Wspomniane zastrzeżenia Pii co do wiarygodności znalezisk starszych od jurajskich oparte były przede wszystkim na tym, że znajdowano głównie przedstawicieli rodzajów, a nawet i gatunki, z grupy *Pennatae* znane ze współczesnych wód słodkich. (Nie wiadomo jednak, czy ich identyfikacja nie uległaby zmianie, gdyby je zbadano przy pomocy mikroskopów elektronowych). Natomiast w osadach kredowych (i trzeciorzędowych), nieraz bardzo obfitych, jest wiele rodzajów i gatunków wymarłych, morskich, głównie z grupy *Centricae*.

Zachowane szczątki górnoproterozoicznych okrzemek z Przeworna były nadzwyczaj małe i płaskie. Już w tym czasie ich skład systematyczny był bardzo urozmaicony w rodzaje i gatunki, zarówno z grupy *Centricae* jak i *Pennatae*, a te ostatnie miały już przedstawicieli z wykształconą szczeliną (*Raphidae*) jak i bez niej (*Araphidae*). To daje wskazówkę, że okrzemki musiały powstać jeszcze znacznie wcześniej i że *Centricae* niekoniecznie musiały pojawić się jako pierwsze.

Okrzemki z Przeworna mają pewne cechy, które można uważać za pierwotne: bardzo małe i bardzo cienkie pancerzyki oraz ich bardzo gęsta ornamentacja złożona głównie z po-



Ryc. 4. Okrzemki kopalne. Okaz o nieznanym przynależności systematycznej (odcinek = 1 μm)

jedynczych, kolistych por. Są współczesne proterozoicznemu sinicom, krasnorostom, zielenicom, dinofitom (akritarcha) i prawdopodobnie też chryzofitom. Część rodzajów (np. *Coscinodiscus*, *Navicula* sensu lato, *Nitzschia*) jest reprezentowana od proterozoiku po czasy obecne. Równoczesne występowanie w proterozoiku okrzemek i prawdopodobnych stomatocyst złotowiciowców może popierać teorię o ich pokrewieństwie. Byłoby to też najstarsze znalezisko stomatocyst, które dotąd znane były z górnej kredy.

Warto tu przywołać teorię niedawno zmarłego księdza Profesora W. Sedlaka, a także rosyjskiego badacza V. J. Samoїłowa, że to obficie występujący krzem stanowił pierwotnie główny składnik szkieletów różnych organizmów, a dopiero później został wyparty przez również czterowartościowy węgiel (węglany wapnia). Opierając się na tej teorii Stralnikova uważa okrzemki za jedno z najstarszych organizmów w historii ziemi.

Kopalnych szczątków okrzemek trzeba szukać przede wszystkim w skałach osadowych zawierających grafit (węgiel) i kwarc (krzemionka) oraz fosforany, które przynajmniej w części są pozostałościami ich obumarłych komórek. Jednak nie są to znaleziska częste. Studiując kryształy grafitu przebadano kilka setek skał różnego wieku, a tylko w jednym przypadku znaleziono ich szczątki. Metodą godną polecenia jest stosowanie błonek replik i oglądanie ich pod dużym powiększeniem w TEM; zachowane maleńkie fragmenty są łatwo rozpoznawalne dzięki charakterystycznej ornamentacji. Ta metoda zaowocowała już w przypadku szczątków kambryjskich i proterozoicznych. Powinna zostać zastosowana do szczegółowego przebadania obfitych w szczątki okrzemek warstw kambryjskich Małego i Wielkiego Karatau, Gór Dżebaglińskich oraz pasma górskiego Tannu Ola a także w północno zachodniej Kanadzie. Mogłaby też potwierdzić pochodzenie kwarcowych ziarn w dewońskich czarnych łupkach w Ameryce Północnej.

Panuje pogląd, że w wapieniach, a tym bardziej w marmurach, nie zachowują się szczątki okrzemek, gdyż ich krzemionka szybko się rozpuszcza w alkalicznym środowisku. Jednak czasem i w marmurach – jak w przypadku Przeworna – można odnaleźć ich nieliczne, maleńkie szczątki, co prawda niewidoczne w mikroskopie świetlnym nawet przy stosowaniu dużych powiększeń i immersji, ale są one rozróżnialne przy bardzo dużych powiększeniach w transmisyjnym mikroskopie elektronowym. Podobnie stwierdzono, że były krzemienne znajdowane często w dużych ilościach w osadach wapiennych to skamieniałe gąbki, których krzemionkowe igły uległy całkowitej mineralizacji; wystarczy jednak użyć nawet niedużych powiększeń, by w szlifach wykonanych z tych buł zauważyć i rozpoznać choćby małe kawałeczki spikul, tak są charakterystyczne.

Dokładniejsze omówienie zagadnienia okrzemek starszych niż kredowe znaleźć można w „The origin and early evolution of the diatoms” wydanym w Instytucie Botaniki im W. Szafera PAN w Krakowie w 2000 roku.

Wpłynęło 22 IV 2003

Jadwiga Siemińska jest emerytowanym profesorem w Instytucie Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk, Barbara Kwieceńska jest profesorem na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska w Akademii Górniczo-Hutniczej

JACEK URBANIAK (Wrocław)

MOTYWY ROŚLINNE NA MONETACH

Działalność naukowa z dawien dawna ściśle wiązała się z podróżami naukowymi w celu zdobycia nowej wiedzy, eksploracji nieznanego obszaru czy też w wymiany spostrzeżeń i obserwacji naukowych. Ten sposób poszerzania wiedzy znany jest od dawna i powszechnie ceniony. Przynosi bowiem niejednokrotnie nowe, szersze spojrzenie na wiele spraw i naukowych zagadnień. Każdorazowo też owocem naszych zagranicznych wypraw stają się pamiątki w postaci obciążającego nasze portfele i kieszenie pieniędzy bilonu.

Dlatego też, w niniejszym artykule chciałbym zwrócić uwagę Czytelników na środki płatnicze używane przez nas za granicą, a konkretnie na monety i związaną z nimi szatę graficzną. Niejednokrotnie są one bogato zdobione motywami roślinnymi, i to nie jako element zdobiący, ale często jako motyw przewodni awersu (strona główna monety nosząca nazwę lub godło zwierznika mennicznego) czy rewersu (odwrotna strona monety). Mimo, że w wielu krajach Unii Europejskiej dotychczasowe środki płatnicze zostały zastąpione już ujednoczoną walutą – euro, to proces ten nie dokonał się jeszcze w całej Europie. Mamy więc jeszcze czas przyjrzeć się numizmatycznej różnorodności, z jaką mamy lub też mieliśmy do czynienia. Poza tym wielu z nas, jeśli nie pamięta jak wyglądały monety niektórych europejskich krajów, to ma z pewnością gdzieś jeszcze pieniądze drobiazgi. Warto im się przyjrzeć, póki jeszcze są.

Zdobienie motywem roślinnym monet nie jest nowym wynalazkiem, i było już znane starożytnym, o czym przekonują zachowane środki płatnicze. Monety starogreckie i rzymskie z czasów rzymskich zawierają na awersach i rewersach rysunki zbóż: kłosa pszenicy, jęczmienia, a także wizerunek selera. Natomiast na monetach żydowskich z czasów drugiej wojny z Rzymem rozpoznać można obraz dzbanów z oliwą i gałązek oliwnych. Do bardzo rozpowszechnionych roślin prezentowanych na monetach należy także motyw winorośli i winnego grona. Monety te były powszechnie bite w starożytnej Grecji i Rzymie, ale jak będzie można się przekonać w dalszej części artykułu, rośliny te są do dziś popularnym motywem zdobniczym.

Proponuję, abyśmy naszą krótką podróż po botanicznych opłatkach nowożytnej numizmatyki rozpoczęli od monet polskich. Artystka, pani Ewa Tyc-Karpińska, projektująca będące obecnie w obiegu polskie monety (1 gr, 2 gr, 5 gr, 10 gr, 20 gr, 50 gr, 1 zł, 2 zł i 5 zł), jako motyw ozdabiający na awersie cyfrę wartości nominału wybrała liście dębu. Wartości nominału odpowiada ilość wygrawerowanych liści – 1 grosz jeden liść, 2 grosze dwa liście itd. aż do dziesięciu (groszy i liści). Nominały 20 i 50 groszy mają, co łatwo zauważyć, więcej z dębowych liści. Dociekliwy obserwator łatwo zorientuje się, że nie są to liście naszych rodzimych dębów. Wyraźnie to widać na nominałach 1, 2, 5, 10, 20, 50 groszy i 1 złoty. Najprawdopodobniej mamy tu do czynienia z liśćmi powszechnie sadzonego w Polsce, z uwagi na atrakcyjny wygląd, łatwą uprawę i niskie wymagania siedliskowe, dębu czerwonego (*Quercus rubra* L.) lub też szkarłatnego (*Quercus coccinea* Muenchh.). Ten drugi jest

jednym z najpiękniejszych dębów północnoamerykańskich o błyszczących liściach, wspaniale przebarwiających się w jesieni. Możliwym jest też, że autorka projektując monety wzięła sobie za wzór liście sadzonego czasem w parkach polskich dębu błotnego (*Quercus palustris* Muenchh.), dość często spotykanego w zachodniej Polsce. Podobne liście do wcześniej wymienionych ma także dąb burgundzki (*Quercus cerris* L.) ale sadzony jest on w parkach zdecydowanie rzadziej (Polska Zachodnia). Przy nominałach 2 i 5 zł sprawa nie jest taka oczywista. Można się jedynie domyślać, że są to liście dębu, bo artystka potraktowała je symbolicznie bez dbałości o szczegóły morfologiczne liścia, widoczne zresztą dla wprawnego botanicznego oka. Proszę zresztą zobaczyć.

Projektant niemieckich monet zastąpionych już przez euro, o nominałach 1, 2, 5, 10 fenigów (Adolf Jäger) na awersie umieścił po dwa kłosa zboża okalające z prawej i lewej strony cyfrę, zaś rewers w przypadku wszystkich w/w monet przyozdobiony został gałązką dębu z pięcioma listkami. Motyw dębu był w pewien sposób kontynuowany przez kolejnych projektantów, choć już w nieco innej formie. 50 fenigów posiada na rewersie wizerunek kobiety sadzącej sadzonkę dębu posiadającą jak na poprzedniej serii mniejszych nominałów również 5 listków. To, że wzorem są liście dębu, rodzimego dla Niemiec, a najprawdopodobniej szypułkowego (*Quercus robur* L.) albo bezszypułkowego (*Quercus petraea* Liebl.) nie ulega wątpliwości. Nie sposób oczywiście stwierdzić jaki gatunek jest na nominałach o wartości 1, 2, 5, 10 i 50 fenigów. Są tu przedstawione tylko jednolite gałązki z dębowymi liśćmi. W przypadku nominału 1 marki, projektant nie pozostawił cienia wątpliwości – na awersie przedstawiona jest gałązka dębu szypułkowego co wyraźnie widać.



Ryc. 1–6. Monety niemieckie awers i rewers: 1 fenig; 50 fenigów; 1 marka. Źródło: Münzen der Bundesrepublik Deutschland, Die Deutsche Bundesbank September 1995; zbiory własne

Monety będące w obiegu na Ukrainie – kopiejki, są pod względem graficznym bardzo do siebie podobne. Na rewersie w centrum umieszczone jest godło Ukrainy, a z jego prawej i lewej strony znajdują się symetrycznie ułożone po dwa kłosa zboża przykryte dwoma liśćmi dębu. Są to liście kształtem odpowiadające liściom dębu szypułkowego bądź bezszypułkowego (oba gatunki występują na Ukrainie, choć dąb bezszypułkowy tylko w zachodniej części). Awers monety jest natomiast otoczony z brzegu wieńcem z winorośli. Można zapytać, dlaczego właśnie winorośl umieścił grafik na ukraińskich kopiejkach? Jednym z możliwych wyjaśnień może być długa tradycja uprawy winnego krzewu na



Ryc. 7-9. Monety ukraińskie awers i rewers: 1 kopiejka, 2 kopiejki, 5 kopiejek. Źródło: Banknotes and coins of Ukraine, Illustrated catalogue – supplement to the journal „Visnyk Natsionalnoho Banku Ukrainy, 1(5) 2001, Kijów, pp. 120

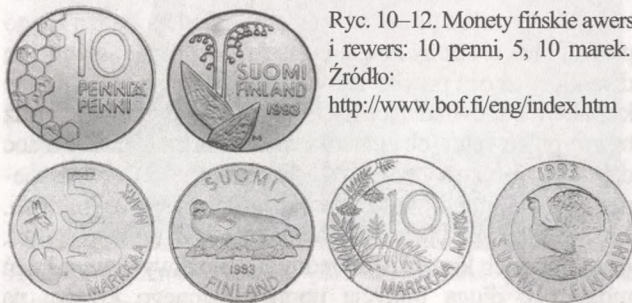
południowo-zachodnich krańcach Ukrainy. Prawdopodobnie przez południową Ukrainę wiódł jeden ze szlaków rozprzestrzeniania się winorośli leśnej (*Vitis silvestris* L.), przypuszczalnego protoplasty winorośli właściwej (*Vitis vinifera* L.) z Europy Południowej i Południowo-Wschodniej do Europy Zachodniej. Ojczyzną protoplasty winorośli właściwej jest najprawdopodobniej Kaukaz i kraje zakaukaskie, choć resztki jej wschodniego zasięgu sięgają dużo dalej bo aż po góry Tiań-Szań i Himalaje, a na zachodzie po Dunaj, Cisę i Krym.

Motyw dębu i dębowych liści, jak widać jest dość częstym elementem dekoracyjnym na europejskich monetach. Swoim zasięgiem rodzaj *Quercus* obejmuje znaczną część Europy, a znanych jest około 600 gatunków występujących na półkuli północnej. Stare okazy tych drzew były powszechnie czczone u większości ludów pogańskich. W Helladzie i Italii stare dęby były poświęcone Zeusowi lub Jowiszowi, stanowiły wyrocznię i były personifikacją Boga. Natomiast owoce dębu symbolizowały siłę, sławę, szlachetność i długowieczność. Często były umieszczane na emblematkach herbów,

orderów i innych wojskowych oznaczeń. Wienie z dębowych liści były używane do dekorowania szczególnie zasłużonych na polu walki i zastępowały liście włoskiego czy greckiego wawrzynu. U Germanów dęby były poświęcone Donarowi – bogu grzmotów i burz. Dąb czciły także ludy słowiańskie i celtyckie. W krajach słowiańskich o wrosnięciu dębu w kulturę ludową może świadczyć fakt powszechności w topomastyce wielu nazw o źródłosłowach związanych z dębem. Po dziś dzień obdarzamy dąb większym niż inne drzewa szacunkiem i specjalną czcią.

Spośród monet fińskich na uwagę zasługuje 10 penni, wycofywane z obiegu. Moneta ta posiada wybitą na awersie konwalię majową (*Convallaria maialis* L.) – narodowy kwiat Finlandii. Moneta o nominale 5 marek jest ozdobiona na rewersie liśćmi lilii wodnej (*Nymphaea alba* L.), a 10 marek liśćmi i owocami jarząbu pospolitego (*Sorbus aucuparia* L.).

Ubogo pod względem botanicznych motywów prezentują się monety Republik Nadbałtyckich: Litwy, Łotwy i Estonii. Jedynie łotewska moneta – 10 santimu posiada na re-



Ryc. 10-12. Monety fińskie awers i rewers: 10 penni, 5, 10 marek. Źródło: <http://www.bof.fi/eng/index.htm>



Ryc. 13. Monety łotewskie rewers i awers: 50 santimu. Źródło: zbiory własne

wersie sadzonkę świerka (*Picea abies* Karst.) – narodowe go symbolu zasobnych w drewno łotewskich lasów.

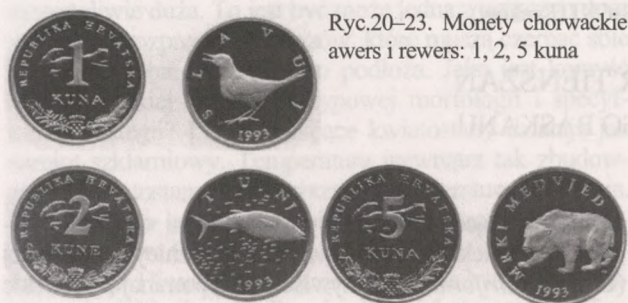
Głównymi motywami rewersów 2 i 20 węgierskich forintów są zimowit węgierski (*Colchicum hungaricum* Janka) i kosaciec bezlistny (*Iris aphylla* L. ssp. *hungarica* W. et K.). Jaka jest przyczyna, dla której, te właśnie rośliny znalazły się na węgierskich forintach? Przypuszczalnie powodem, na który zresztą zwraca uwagę wielu moich węgierskich kolegów – botaników, jest fakt, iż obydwie gatunki są bardzo rzadkie i ściśle chronione na Węgrzech. Zimowit węgierski rośnie tylko w jednym stanowisku na południu Węgier oraz na kilku nad Morzem Adriatyckim. Kosaciec jest również rzadki (nieliczne stanowiska w wschodniej części Węgier i kilka w krajach ościennych).

Austriackie 50 groszy udekorowane jest na rewersie pojedynczym kwiatem goryczki – prawdopodobnie *Gentiana acaulis* (*G. kochiana*). W Alpach spotykamy się z wieloma gatunkami tej przepięknej rośliny. Trudno więc dociec, z kwiatem którego z gatunków mamy do czynienia. 1 szyling jest przyozdobiony również rośliną rodem z Alp – szarotką alpejską, a właściwie trzema. Jest to, jak wiemy, charakterystyczny symbol gór znajdujący swój wyraz choćby we wzornictwie ludowym u wielu ludów podnóża Karpat i Alp. Austriacy, jak widać, bardzo identyfikują się z szarotką, czemu dają wyraz umiejscawiając ją na obiegowym środku płatniczym.

Prawdziwą rzadkość na kontynencie europejskim pod względem zawartości przyrodniczych motywów stanowią monety chorwackie. Wszystkie monety (1, 2, 5, 10, 20 i 50 lipa oraz 1, 2 i 5 kuna) zaprojektował artysta rzeźbiarz Kuzma Kovac. Nominały 1–50 lipa są zdobione roślinami, a 1–5 kuna zwierzętami. Cyfry wszystkich wartości nominałów od 1 do 50 lipa umiejscowione są na awersie w centrum, na tle gałązek z kwitającymi kwiatami lipy. Jest to wspólny motyw dla wszystkich monet. Rewers natomiast jest już inny. I tak rewersy: 1 lipa przyozdabiają dwie kolby kukurydzy z napisem na obrzeżach „KUKURUZ”, 2 lipa – gałązka z liśćmi i owocami winorośli (*Vitis vinifera* L.) i napis „VINOVA LOZA”, 5 lipa – gałązka dębu szypułko-

Ryc. 14-19. Monety chorwackie awers i rewers: 1, 2, 5, 10, 20, 50 lipa. Źródło: Brozović D., 1994, The Kuna and the Lipa – the currency of the Republic of Croatia, National Bank of Croatia, Zagreb, pp. 67





Ryc. 20-23. Monety chorwackie awers i rewers: 1, 2, 5 kuna

wego (*Quercus robur* L.) i napis „HRAST LUZNIAK”, 10 lipa – tytoń szlachetny (*Nicotiana tabacum* L.) oraz nazwa chorwacka „DUHAN”, 20 lipa – gałązka oliwki europejskiej (*Olea europea* L.) i napis „MASLINA”, 50 lipa – rozłoga degenii i napis chorwacki „VELEBITSKA DEGENIJA”. Botanicznym akcentem monet 1-5 kuna jest na awersie półkolisty splot z liści otaczający po obu stronach herb Chorwacji. Składa się on w przypadku monety 1 kuna z liści oliwki europejskiej oraz pszenicy, natomiast liści dębu i wawrzynu na monetach 2 i 5 kuna.

Środki płatnicze będące w obiegu we Francji, czyli 5, 10 i 20 centimes oraz 1/2, 1, 2 i 5 franków, zawierają motywy roślinne tylko na awersie i na ich kompozycję składa się szczególnie układ roślin, ich cech morfologicznych, linii symetrii i artystycznej duszy projektanta. Nominały 1 do 20 centimes posiadają jednolity motyw w postaci pojedynczych gałązek wawrzynu (z lewej) i pszenicy (z prawej strony) otaczających centralnie umieszczoną wartość nominału. Monety o wartości 1/2 i 1 franka posiadają na awersie gałązki oliwki, 2 franki – gałązkę oliwki i dębu szypułkowego, a 5 franków, motyw złożonych razem gałązek oliwki, dębu szypułkowego i pszenicy.

Zarówno oliwka europejska jak i wawrzyn mają w krajach klimatu śródziemnomorskiego swoje od lat trwałe miejsce, tak w mitologii jak i kulturze, i pełnią podobną rolę jak w krajach Europy środkowej dąb. Są też bardzo wdzięcznym przedmiotem badań etnobotanicznych. Starożytna mitologia pełna jest przypowieści i legend dotyczących wawrzynu. Gałązka lauru była cudownym antidotum na śmierć, duchy, złe uroki, zarazę i pioruny. Wawrzyn jest też bohaterem pięknego mitu o nieszczęśliwej miłości Fojbosa do Dafne zaklętej potem w drzewo wawrzynu. Dla Rzymian wawrzyn (laur) był symbolem władzy i szeroko rozumianego zwycięstwa, a także podobnie jak u Greków chronił przed chorobami i zarazą. Oliwka natomiast jest bohaterką najstarszych mitów i legend ludzkości, a plantacje oliwek „oliwniki” były obok winnic i plantacji fig dowodem dobrobytu i pomyślności życiowej.

Ryc. 23-26. Monety francuskie awers i rewers: 5, 10 centymów; 1, 2, 5 franków. Źródło: Les pièces de monnaie – en circulation; Direction des Monnaies et médailles, Direction de la communication – Decembre 1995



To właśnie z gałązką oliwki w dziobie wróciła do Noego gołębicą zwiastunka końca potopu. Gałązka oliwna stała się też symbolem zgody i pokoju. Trudno też wyobrazić sobie kuchnię rzymską czy grecką bez tej rośliny.

Na koniec bliższe spojrzenie botanika na euro. Monety euro, którego znak jak wieść niesie został wymyślony przez europejskiego urzędnika – pomnikowy symbol europejskiej biurokracji, mają wspólny awers (tzw. stronę europejską) i różniące się od siebie rewersy (stronę narodową) przygotowane dla poszczególnych nominałów monet przez każdy kraj członkowski. I tak austriackie 5 eurocentów zostało przyozdobione pierwiosnką alpejską, 2 eurocenty mają na rewersie szarotkę alpejską, a 1 cent – goryczkę. Wszystko to, jak widać typowo alpejskie rośliny – tak jak i Austria – kraj alpejski. Projektant niemieckich eurocentów – profesor Rolf Lederbogen utrzymał tradycję obecności dębów na monetach i na narodowych rewersach 5, 2 i 1 eurocenta umieścił gałązkę dębu szypułkowego. Fińskie 2 euro natomiast, posiada na rewersie malinę moroszkę – kwiat i owoce. (Monety euro można zobaczyć na stronach WWW w Internecie: (<http://www.ecb.int/change/change.htm>).

Po tym krótkim przeglądzie monet będących w obiegu w krajach europejskich widać, że rośliny są dość często stosowane jako ozdobny czy nawet główny motyw dekoracyjny środków płatniczych. Jak widać, w niniejszym opracowaniu zabrakło charakterystyki monet ponad połowy krajów w Europie. Niektóre z nich jak np. Czechy, Słowacja, Rumunia, Macedonia, Słowenia, Jugosławia, Belgia, Dania, Szwecja, Norwegia czy wspomniana Litwa i Estonia nie posiadają żadnych motywów roślinnych na monetach. Innych krajów nie zdołałem jeszcze odwiedzić, stąd też brak informacji. Zaległości postaram się nadrobić w późniejszym czasie. Jednak na podstawie tego krótkiego opisu oraz motywów, jakimi kierowali się projektanci monet zagranicznych można stwierdzić, że umieszczenie wielu roślin nie było przypadkowe. Starano się, jak sądzę, bądź to zwrócić uwagę na rośliny trwale wpisane w kulturę narodu (Finlandia, Austria, Francja), cenne z gospodarczego punktu widzenia (Łotwa), rzadkie i ściśle chronione (Węgry, Chorwacja), wyrastające wprost z długoletniej historii państwa czy religii pierwotnych plemion (Niemcy), czy jak się wydaje podyktowane atrakcyjnością roślinnych zdobień, albo znaczeniem gospodarczym (Chorwacja). Jedno jest pewne: motywy roślinne w tych krajach wzięte są wprost z regionalnej przyrody, należą do gatunków rodzimych lub ważnych gospodarczo. Na tak zarysowanym tle z punktu widzenia przyrodnika polskie monety choć ładne i estetyczne wypadają jak blade. Naprawdę trudno dociec, dlaczego mamy na naszych groszach i złotych liście obcych naszej florz dębów rodem z Alabamy, Teksasu i Nowej Szkocji. Co z tego, że ładne i pięknie wyglądają jesienią? Czy nie lepiej byłoby umieścić na nich rodzime gatunki? Może na przyszłość kierownictwo NBP zapyta się jeszcze kogoś co myśli o nowych projektach monet? Może choć euro, którym pewnie też kiedyś będziemy płacili zawierać będzie jakiś narodowy, botaniczny walor? Na razie będziemy sobie utrulać jak wyglądają dęby zza oceanu...

Wpłynęło 22 IV 2003

dr Jacek Urbaniak pracuje w Katedrze Botaniki i Fizjologii Roślin Akademii Rolniczej we Wrocławiu

ANDRZEJ CHLEBICKI (Kraków)

ROŚLINY GÓR TIENSZAN DOLINA MAŁEGO BASKANU

W górach całej kuli ziemskiej występuje około 10 000 gatunków roślin naczyniowych. Z tego aż 5400 odnotowano w górach Centralnej Azji. Dla porównania Kaukaz liczy 1000 gatunków, Alpy i Góry Skaliste – 650 gatunków, Ural – 250 gatunków, Pamir – 656, Tienszan – 1760, a Himalaje 1500.

Góry Tienszan wylaniają się ze stepowych równin Kazachstanu jak mur broniący dostępu do centrum Azji. Długość całego masywu sięga 2500 km. Zwieńczone lodowcami szczyty na pewno odstraszały różnych podróżników, wędrowców i koczowników. To początek olbrzymiego „morza” górskiego, które zostało podzielone na szereg mniejszych jednostek takich jak Tybet, Pamir, Hindukusz, Karakorum i Himalaje. Tienszan można z chińskiego przetłumaczyć jako „Niebiańskie Góry”. Graniczy od północnego zachodu z kazachskimi stepami a od południa z pustynią Takla Makan („wejść a nie wyjdiesz”). Najbardziej wysunięte na północ pasma Tienszanu to Dżungarski Alatau i Tarbagataj, oddzielone od Ałtaju doliną rzeki Irtysz. Jest więc tym pasmem górskim, które łączy góry centralnej Azji z równie rozległymi górami Wschodniej Syberii (Ałtaj, Sajany, G. Stanowe, G. Jabłonowe). Tędy mogły w przeszłości wędrować rośliny, zwierzęta i grzyby w obu kierunkach. Dżungarski Alatau liczy 787 gatunków roślin. Są to gatunki głównie środkowoazjatyckie, w tym tienszańskie, a także gatunki występujące także w Pamiro-Ałtaju i Tybecie, oraz grupa gatunków borealnych i arktyczno-alpejskich wykazująca związek tych gór z Ałtajem. Ta ostatnia grupa gatunków obejmuje jodłę syberyjską (*Abies sibirica*), porzeczkę (*Ribes nigrum*), skalnicę (*Saxifraga oppositifolia*), rogownicę (*Cerastium cerastoides*), jałowiec (*Juniperus sibirica*) i inne.

Dżungarski Alatau jest obszarem niespokojnym sejsmicznie. Trzęsienia ziemi spowodowały powstanie gigantycznych osuwisk w dolinach, powodujących nawet powstanie jezior. Górskie doliny są U-kształtne, w najwyższych partiach gór powyżej 3500 m występują lodowce. Trzon gór stanowią granity, ale występują tu także gnejsy, wapienie i marmury. Góry słyną z doskonałych pastwisk. I rzeczywiście, jeżeli wjedzie się w dolinę rzeki Koksus, wówczas przez prawie 100 km mija się po obu stronach łąki alpejskie przetykane zaroślami jałowca turkiestańskiego (*Juniperus turkestanica*) i syberyjskiego (*Juniperus sibirica*).

Mały Baskan

Przejazd 600 km przez kazachskie drogi w ciągu jednego dnia to dość solidna dawka przeżyć. W nocy rozbiliśmy namioty nad Małym Baskanem – tak się nazywał „gotujący” się od zimnej kipieli górski potok. Mętna biaława woda świadczyła o tym, że potok wypływa gdzieś tam daleko z lodowca. Był nie do przejścia na piechotę. Tylko na koniach udało się go nam przekroczyć. A później były przeprawy po zwałonych oślizgłych pniach świerków. Takich emocji dawno nie pamiętam.

Motyle latające na wysokogórskich halach przypominały mi dawne czasy. Tylu niepylaków (*Parnassius apollo-nius*) na raz nie widziały moje oczy od dawna. Zawisaki jak

kolibry wiszące nad błękitnymi kwiatami ostróżek. Wiodące z daleka wielkie owocniki czaszniczy oczkowatej (*Calvatia utriformis*) rzeczywiście przypominające ludzkie czaszki. Wszechobecne goryczki, niektóre białe i wielkie jak tulipany (*Gentiana algida*), inne małe jak kwiaty bzu wlepione w mech, tojadę (*Aconitum leucostomum*) rosnące w dolinie każdego potoku, rozchodniki (*Sedum eversii*) rosnące na skałach, i zachwycające swoją urodą barszcze (*Rheum rhizostachyum*) o wielkich pomarszczonych liściach i sterzących wysokich czerwonych kwiatostanach. Wszystkie te rośliny rosną również w Tybecie i Himalajach.

Błoto wypływające z lodowca, jak potoki gęstej kawy, pieniające się setkami warkoczy łączących się i rozłączających się na jałowym kamienistym podłożu. Tyle kolorów, struktur, odcieni, dźwięków i poszeptów. Skrzeczenia susłów górskich, protesty pustulek i świsty świstaków. A to wszystkie na tle szumiących potoków, lawin i wiatru.

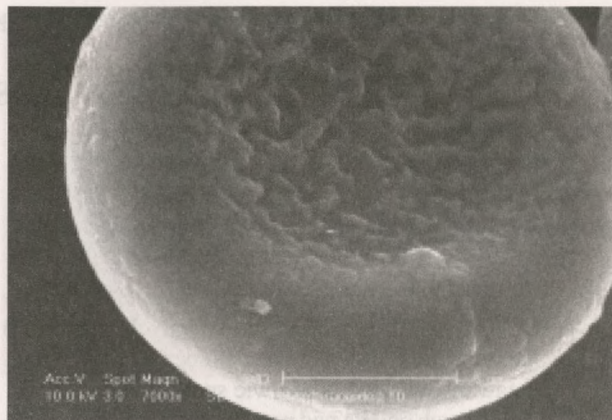
Świerk tienszański (*Picea schrenkiana*). Wejście w piękną dolinę Małego Baskanu nagrodziło nam wszystkie wcześniejsze trudy. Znaleźliśmy się w rezerwacie utworzonym dla ochrony świerka tienszańskiego. Piękny wysmukły świerk z czarnymi szyszkami, rudym pniem i liśćmi w niebieskawym odcieniu, korzenie wiją się wśród skał jak olbrzymie węże. Nie mogłem się napatrzeć ich smukłym sylwetkom a równocześnie potędze pnia na styku ziemia-powietrze. Świerki-bastiony, świerki-smukłe świece albo gotyckie wieże kościołów. Na martwych pniach i w ich sąsiedztwie występowały grzyby, pniarek obrzeżony (*Fomitopsis pinicola*), czyreń (*Phellinus* sp.), kubecznik pospolity (*Crocibulum laeve*), żagiew (*Polyporus varius*). Pod okapem starych drzew występowały z kolei lejkówka (*Clitocybe nebularis*), pieczarka (*Agaricus abruptibulbus*), rydz (*Lactarius deterrimus*) i *Melanoleuca melaleuca*. Zbieraliśmy głównie rydze, które były dużym urozmaiceniem w jądłospisie. Świerk tienszański nie tworzy typowych lasów, znanych nam z Karpat, lecz odosobnione płyty na stromych zboczach. Górna granica lasu przebiega na wysokości 2600-2700 m n.p.m.

Saussurea (*Saussurea involucrata*) została opisana po raz pierwszy z gór Dżungarski Alatau. Jest gatunkiem o wyjątkowym pokroju jak na roślinę występującą dopiero powyżej 3000 m. Znaczna długość łodygi i olbrzymi, złożony kwiatostan otulony podsadkami świadczy o zupełnie innej strategii życiowej niż np. u roślin poduszkowych. Takie rośliny nazywane są „glasshouse plants” dosłownie po polsku byłyby to „rośliny szklarniowe”, choć lepiej przetłumaczyć to jako rośliny stosujące efekt szklarniowy w swojej strategii życiowej. Zbliżony gatunek saussurea (*Saussurea obvallata*) występuje w Himalajach. Niewątpliwie te dwa gatunki, z Tienszanu i Himalajów wywodzą się od wspólnego przodka. *S. involucrata* występuje w dużym rozproszeniu, obserwowałem co najwyżej kilka okazów na jednym stanowisku. Rośliny występowały w otoczeniu skał, co być może ma znaczenie ochronne i może zabezpieczać wysokie rośliny przed silnymi wiatrami. Wydatkowana energia na wytworzenie, grubej łodygi i wielkiego kwiatostanu jest

niewątpliwie duża. To jest być może jedna z przyczyn dość znacznego rozproszenia okazów, które muszą czerpać sole mineralne z bardzo ubożego podłoża. Jaka jest korzyść rośliny z takiej właśnie nietypowej morfologii i specyficznej strategii? Liście otulające kwiatostany działają jak namiot szklarniowy. Temperatura wewnątrz tak zbudowanego kwiatostanu jest wyższa od temperatury otoczenia. Umożliwia to szybszy rozwój nasion i chroni przed promieniowaniem UV-B. Inny gatunek *Saussurea medusa* występujący w Himalajach zabezpiecza swoje kwiatostany silnie owłosionymi podsadkami i liśćmi łądogowymi. Termograficzny obraz w podczerwieni umożliwia zlokalizowanie najcieplejszych miejsc w roślinach. Takimi miejscami są właśnie kwiatostany. *S. involucrata* występuje w Środkowej Azji aż po Mongolię na północy.

Tylakospermum (*Thylacospermum caespitosum*). Rozległe poduchy tej rośliny przypominają lepnicę bezłodygową znaną nam z Tatr. Są jednak znacznie większe, mają czasami ponad 1 metr średnicy. Powierzchnia ich jest twarda, utworzona z gęsto ustawionych sztywnych liści. Nie widać śladów po przejściu człowieka z plecakiem. Najwięcej płatów tej rośliny widziałem na morenach czołowych lodowców, powyżej 3000 m n.p.m. *Thylacospermum* jest zaliczane do grupy tzw. „nurse plant”, czyli takich roślin, które umożliwiają przeżycie w ekstremalnym środowisku innym roślinom. Duża odporność, struktura powierzchni poduchy czynią ją dogodnym siedliskiem dla innych pionierskich roślin. Na poduchach *Th. caespitosum* zebrałem 12 gatunków roślin, między innymi takie jak: turzyca (*Carex stenocarpa*), koluria (*Cohuria geoides*), dryadante (*Dryadanthè tetrandia*), kobrezja (*Kobresia royleana*), rożeniec (*Rhodiola coccinea*), saussurea (*Saussurea sorocephala*), konietlica (*Trisetum altaicum*), waldheimia (*Waldheimia trydactylites*) i inne. *Thylacospermum* występuje w Tybecie, Pamirze, Karakorum i w Himalajach. Ewolucjonista z pewnością może się zachwycić tą rośliną. Jest starym taksonem wspaniale przystosowanym do życia w ekstremalnych górskich warunkach.

Turzyca (*Carex stenocarpa*). Jest to niepozorna roślina, rosnąca w luźnych skupieniach. Patrząc na zbocza górskie z dużej odległości wyraźnie widać zielonooliwkowy kolor najwyższych położonych płatów. Jest więc dominującą rośliną w zbiorowiskach łąkowych piętra alpejskiego. Właśnie ta turzyca zainteresowała mnie najbardziej. Jej pozycję taksonomiczną można było uściślić dzięki moim badaniom grzybów z rodzaju *Anthracoidea* pasożytujących w jej kwiatostanach. Wyspecjalizowane pasożyty są bardzo przywiązane



Zdjęcie skaningowe zarodnika pasożytniczego gatunku *Anthracoidea elyinae*

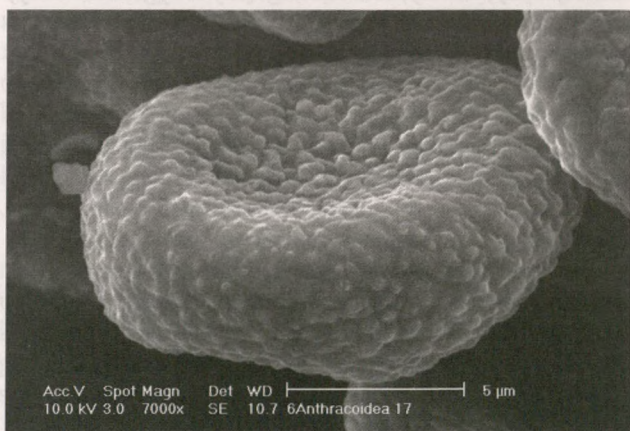
do swoich żywicieli. Także i w tym przypadku okazało się, że turzyca (*Carex stenocarpa*) ma swojego własnego pasożyta *Anthracoidea stenocarpace*, którego obecność świadczy o odrębności żywiciela w stosunku do pokrewnej turzycy *Carex tristis* występującej na Kaukazie i turzycy zawsze zielonej *Carex sempervirens* podawanej z gór Europy. Te trzy gatunki turzyc wywodzą się od wspólnego przodka, który zapewne występował gdzieś w obszarach Środkowej Azji, na północnych wybrzeżach nieistniejącej już Tetydy. Żadna z tych turzyc nie wyemigrowała na północ w okresie plejstoceniowym. Obecnie każdy z tych taksonów składa się z szeregu odrębnych populacji, np. w Tatrach występuje *Carex sempervirens* subsp. *tatrensis*, również na Kaukazie występują zróżnicowane populacje *C. tristis*. Dzięki badaniom molekularnym DNA można ustalić pokrewieństwo taksonów. Interesujące jest także to, że również dane mikologiczne mogą rozstrzygać o pokrewieństwie roślin żywicieli.

Kobrezja (*Kobresia myosuroides*). Stepy kobrezjowe były kiedyś szeroko rozpowszechnione. Powstały dzięki sukcesji roślin na terenach świeżo odsłoniętych po ustąpieniu lądolodu. Były to bogate pastwiska z dość dobrze wykształconą megafauną (mamuty, nosorożce itd.). Fazą końcową łąk kobrezjowych w Arktyce są ubogie zbiorowiska z udziałem mchu *Rhacomitrium lanuginosum*. Obecnie kobrezje spotyka się wysoko w górach lub w Arktyce. *K. myosuroides* jest jedną z takich najbardziej znanych kobrezji występującą także u nas w Tatrach, po słowackiej stronie. Jest rośliną o rozmieszczeniu wokółbiegunowym. Swój obecny zasięg zawdzięcza kolejnym plejstoceniowym zlodowaceniom. Moje dane wskazywałyby, że kobrezja wywodzi się z gór Środkowej Azji. Jej pasożyt, grzyb *Anthracoidea elyinae* występuje równocześnie z żywicielem na całym obszarze jej rozmieszczenia. Jedynie w Środkowej Azji *Anthracoidea elyinae* występuje także na innych, ściśle spokrewnionych gatunkach z sekcji *Elynae*, co może wskazywać Środkową Azję jako centrum pochodzenia kobrezji. Również skalnica naprzeciwlistna (*Saxifraga oppositifolia*) pochodzi z gór Centralnej Azji, na co wskazują badania molekularne DNA współczesnych populacji alpejskich i arktycznych.

Fotografie znajdują w wkladce numeru.

Wpłynęło 30 IV 2003

Dr Andrzej Chlebicki jest adiunktem w Instytucie Botaniki PAN w Krakowie



Zdjęcie skaningowe zarodnika pasożytniczego gatunku *Anthracoidea stenocarpace*

KATARZYNA SZCZEPKO, JAN KRZYSZTOF KOWALCZYK (Łódź)

Gniazda os samotnych

Osy (*Vespoidea*) to nadrodzina należąca do rzędu błonkówek (*Hymenoptera*) obejmująca trzy rodziny: *Masaridae*, *Eumenidae* i *Vespidae*, różniące się stopniem rozwoju społecznego. Kopułkowate (*Eumenidae*) i *Masaridae* prowadzą samotniczy tryb życia, u osowatych (*Vespidae*) obserwujemy przejście od życia podspolecznego i gromadnego do zaawansowanego właściwie społecznego.

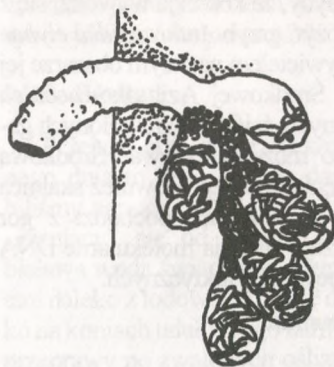
U os samotnych opieka nad potomstwem ma ograniczony wymiar i wyraża się w formie założenia gniazda i zaprowiantowania go przez jedną samicę. Samice kopułkowatych (*Eumenidae*) gromadzą w gniazdach sparalizowane jadem larwy drobnych owadów, a samice *Masaridae* pyłek i miód. Po złożeniu jaj w komorach lęgowych, zamknięciu i zamaskowaniu gniazda samica więcej się nim nie interesuje. Najbardziej reprezentatywną, ze względu na różnorodność konstruowanych gniazd, grupą dla os samotnych są kopułkowate. Biorąc pod uwagę sposób budowy gniazda, materiał z którego jest budowane i jego umiejscowienie, kopułkowate można podzielić na:

a. wygrzebujące



Ryc. 1. Przykład wielokomorowego gniazda bez kominka u *Pseudopipona herrichi* (*Eumenidae*), wg Spoonera, 1934

(ryc. 1). Po zaprowiantowaniu komórek samica zasypuje piaskiem korytarzyk do nich prowadzący. Bardziej wyspecjalizowane gatunki konstruują gliniane komórki w postaci prostych kubeczków, przypominających swoim kształtem oliwkę. Komórki skupione są w grupę, tworząc pewnego rodzaju „kolonię”. Część kopułkowatych konstruuje swoje komórki w twardej glebie, używając wykopanej ziemi do



Ryc. 2. Przykład wielokomorowego gniazda z kominkiem u *Odynerus spinipes* (*Eumenidae*), wg Bristowe'a, 1948

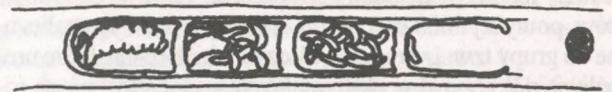
Wiele *Eumenidae* przygotowując komórki dla swojego potomstwa, grzebie w ziemi. Najmniej wyspecjalizowane gniazda notuje się np. u gatunku *Pseudopipona herrichi*, budującego proste komórki, bez użycia gliny. Ściany komórek są wzmacniane jedynie poprzez nawilżanie śliną i polerowanie

do budowy kominka (różnej długości i o różnym kształcie). Gniazda gatunków z rodzaju *bolica* (*Odynerus*) składają się z krótkiego chodnika, kilku groniasto ułożonych komórek, a na zewnątrz zaopatrzone są w zagięty do dołu kominek (ryc. 2), którego długość u *Odynerus spinipes* wynosi 3-4 cm. Kominek prawdopodobnie chroni gniazdo przed desz-

czem, a także może utrudnić dostęp do komórek pasożytom i drapieżnikom. Osy *Odynerus spinipes* gnieźdzą się w pionowych, gliniastych obrywach, w glinianych ścianach chat, w murach. W sprzyjających miejscach może gniazdować obok siebie około 100 samic. Gniazda na poziomej powierzchni gleby spotykane są bardzo rzadko.

b. wydrążające gniazda, np. w rdzeniach gałązek

Wykorzystywanie na gniazda pustych przestrzeni w materiale roślinnym jest praktykowane przez wiele os. Gniazdo takiego typu składa się z serii liniowo ułożonych w wydrążonej gałązce komórek, oddzielonych od siebie przegrodami z gliny zlepionej śliną (ryc. 3). Średnica gałązek,



Ryc. 3. Gniazdo liniowe *Gymnomerus laevipes* (*Eumenidae*) we wnętrzu gałązki, wg Bristowe'a, 1948

liczba komórek czy szczegóły architektoniczne przegród je oddzielających są różne, w zależności od gatunku osy. Jako miejsce na gniazdo najczęściej wykorzystywane są gałązki porzeczek (*Rubus*) i bzu (*Sambucus*), żdźbła słomy (np. ze słomianych dachów budynków), dziury w ścianach czy chodniki owadów borujących w drewnie (chrząszczy drewnojadów). Osy z rodzaju *Ancistrocerus* są mało wybredne przy wyborze miejsca na gniazdo. Niekiedy gnieźdzą się w dość niezwykłych miejscach, np. w lufach strzelb, fałdach odzieży czy gumowych węzłach. Jeżeli średnica pustej przestrzeni jest odpowiednia, samica lepi z gliny tylko przegrody między komorami, jeżeli zaś zbyt szeroka, buduje także boczne ściany komórek. *Ancistrocerus trifasciatus* gnieździ się w wydrążonych gałązkach jeżyny, czarnego bzu, w starych galasach na dębach, w pustych chodnikach chrząszczy w korze lub drewnie, w pustych łądogach trzciny, rdestu lub baldaszkowatych. Gniazda w gałązkach z miękkim rdzeniem (jeżyny, maliny, bzu czarnego czy łądygi dziewanny) zakłada *Pseudomicrodynerus parvulus*. Samice tego gatunku często wykorzystują obcięte sekatorem gałązki w żywołotach. Samica sama draży korytarz w rdzeniu, lub też zajmuje stare gniazda innych żądłówek. Samice *Gymnomerus laevipes* budują gniazda w pustych łądogach bylin, wygrzyzając tylko przegrody (łądygi *Cirsium*, *Artemisia*, baldaszkowate, ucięte żdźbła trzciny). Mogą także same drażyć chodnik w miękkim rdzeniu gałązek bzu czarnego lub jeżyny. Ułożone liniowo, cylindryczne komórki są budowane z delikatnej, ale trwałej piaszczystej zaprawy. Gatunki z rodzaju *Stenodynerus* często wykorzystują na gniazda puste galasy, ale mogą się także gnieździć w gałązkach jeżyny, gdzie zakładają gniazda linearne, a ścianki między komorami lepią z cząstek ziemi. W pustych chodnikach wydrążonych w drewnie przez chrząszcze, w starych gniaz-

dach błonkówek, w ściankach lessowych, w kruchej zaprawie między ceglami osiedla się *Euodynerus notatus*. Gatunki z rodzaju *Symmorphus* gnieźdzą się zwykle w drewnie, w opuszczonych chodnikach larwalnych chrząszczy. Ich gniazda można spotkać także w ścianach drewnianych chat, w futrynach okiennych, w próchniejących słupach ogrodzeniowych. Komory w gniazdach linearnych tych os są przedzielone przegrodami z gliny. Wejście do gniazda zamyka wystająca na zewnątrz zatyczka, składająca się z cząstek ziemi lub drewna zlepionych śliną. Długość komórek jest różna nie tylko w przypadku poszczególnych gatunków czy w obrębie jednego gatunku, ale również pomiędzy komórkami tego samego gniazda. Wielu autorów uważa, że istnieje zależność między rozmiarem komórki a płcią mającej się wykluć osy. Komórki, w których znajdowane są samice są dłuższe niż te, w których znajdują się samce, i to zwykle komórki samic konstruowane są jako pierwsze, od końca gniazda linearnego. Również kolejność ułożenia komórek, w których składane są jaja haploidalne (męskie) i diploidalne (żeńskie), jest ważną cechą charakteryzującą gatunek. Pierwsza komórka, przed-sionkowa, położona tuż za wejściem, jest pusta i pełni prawdopodobnie funkcję ochrony przed ewentualnymi „nieproszonymi gośćmi”.

c. tynkarze

Gniazdo *Ancistrocerus oviiventris* składa się z 3-5, czasami, choć rzadko, 14 komórek z gliny. Po zaprowiantowaniu komórek, zostają one zamaskowane błotem. Dzięki temu gniazdo przypomina grudkę błota, niedbale przyklejoną do podłoża, np. ściany, dużych kamieni, kamiennych kolumn, pomników itp.

d. garncarki

Kopułki *Eumenes* sp. budują delikatne, sferyczne komórki, przypominające ceramiczne garnuszki (ryc. 4), przymocowane do kamieni i ścian, a także gałązek i źdźbeł (ryc. 5). Krajowe gatunki garncarek budują gniazda jednokomorowe i umieszczają je na łodygach wrzосу, jak *Eumenes pomiformis* lub na murach, metalowych drzwiach (np. garażu), a nawet w bagażnikach samochodów jak *E. coarctatus*. Do zmiękczenia zbieranej gliny kopułki używają wody, co umożliwia jej formowanie. Wodę pozyskują ze stawów, strumyków czy kałuż. Jednorazowy ładunek gliny przenoszonej przez samicę waży od 33 do 68 mg, w zależności od wielkości i gatunku samicy. Czas potrzebny do zbudowania jednej komórki („garnuszka”) jest nieduży, bo wynosi tylko 1-2 godz., przy czym tempo konstrukcji jest ściśle uzależnione od poziomu opadów deszczu. Liczba ładunków gliny potrzebnych do wybudowania jednego „dzbanuszka” wynosi od 10 do 30.

Gliniane gniazda *Eumenidae* są często po ukończeniu maskowane materiałem roślinnym czy wiórkami drewna, a u japońskiego gatunku *Eumenes architectus*, powierzchnia komórek pokrywana jest fragmentami porostów i masą papierową. Niektórzy przedstawiciele rodzaju *Zethus* budują swoje gniazda na gałązkach czy winoroślach, nie tylko z



Ryc. 4. „Ceramiczne garnuszki” kopulek. Po lewej komórka zaprowiantowana i zamknięta, po prawej komórka przed zaprowiantowaniem. Fot. M. Glubowski

gliny, ale również ze zmacerowanych liści i włókien roślinnych. Przypuszcza się, że właśnie od nich pochodzi, budowane całkowicie z masy papierowej, typowe gniazdo os społecznych.



Ryc. 5. Gniazdo kopułki (*Eumenes* sp.) przymocowane do źdźbeł trawy. Fot. M. Glubowski

Wpłynęło 22 I 2003

dr Katarzyna Szczepko jest adiunktem Zakładu Dydaktyki Biologii i Badania Różnorodności Biologicznej Uniwersytetu Łódzkiego
Mgr Jan Krzysztof Kowalczyk jest specjalistą pracującym w Muzeum Uniwersytetu Łódzkiego

KAZIMIERA GROMYSZ-KALKOWSKA, EWA SZUBARTOWSKA, WIESŁAW MUŁENKO (Lublin)

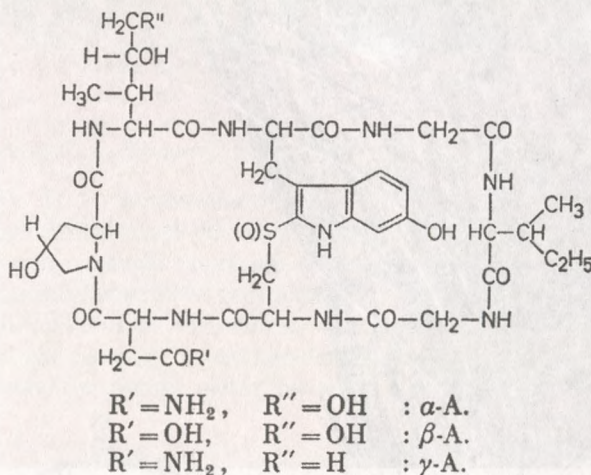
TOKSYNY GRZYBÓW KAPELUSZOWYCH

U zarania swych dziejów człowiek poznawał przydatność grzybów do spożycia metodą prób i błędów, co często zapewne odczuwał boleśnie na „własnej skórze”. Zdobywana w ten sposób wiedza przekazywana była kolejnym pokoleniom. Niestety, w każdym z nich trafiali się oporni uczniowie i tak pozostało do chwili obecnej. Rokrocznie media w okresie grzybobrania podają informacje o przypadkach śmiertelnych zatruc, bowiem upodobaniom do zbierania i konsumpcji grzybów często towarzyszy brak umiejętności odróżniania gatunków jadalnych od niejadalnych i trujących. Czym się zatem trujemy spożywając grzyby?

Problemem identyfikacji toksyn grzybowych zajęto się w pierwszej połowie XX wieku. Do najbardziej znanych należą, rozpoczęte w latach 30., prace Wielanda i jego współpracowników nad toksynami muchomora zielonawego, dzięki którym na przełomie lat 50. i 60. ustalono, że grzyb ten zawiera dwie grupy związków o budowie cyklopeptydowej – jedną nazwaną amanitynową, a drugą, faloidynową.

grupy toksyn: amanitotoksyny, falotoksyny i wirotoksyny.

Grupa amanitotoksyn obejmuje siedem związków – α , β , γ , δ i ϵ amanitynę oraz amaninę i amanulinę. Są to cykliczne oktapeptydy (ryc. 1).

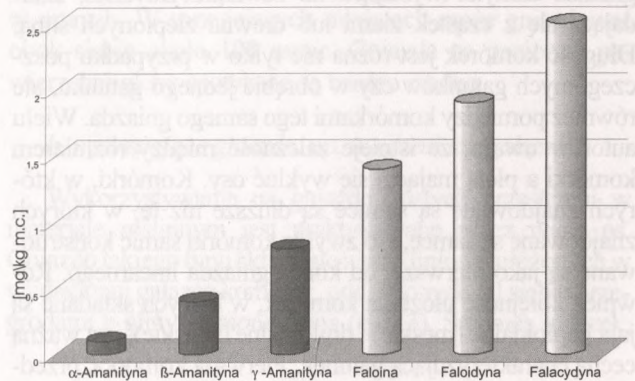


Ryc. 1. Struktura chemiczna amanityny

W cząsteczce amanitotoksyn występuje wiązanie mostkowe złożone z tryptofanu związanego z siarką cysteiny. Jego rozerwanie prowadzi do dezaktywacji toksyny.

Siedem związków zaliczanych do falotoksyn to: faloidyna, faloina, falocydyna (falocyna), falizyna, falizacyna, falazytocyna i falina B. Falotoksyny są cyklicznymi heptapeptydami.

Wirotoksyny są cyklicznymi heksapeptydami i charakteryzują się mniejszą toksycznością w porównaniu z amanitotoksynami.

Ryc. 2. Wartości LD₅₀ amanito- i falotoksyn dla myszy (rycinę wykonano na podstawie danych liczbowych podanych przez Rusieckiego i Kubikowskiego (1977))

Amanitotoksyny stanowią około 60% substancji toksycznych i są bardziej trujące aniżeli falotoksyny (ryc. 2).

Toksyczność amanitotoksyn dla człowieka jest bardzo wysoka, bowiem wartości LD₅₀ p.o. zawierają się w granicach 0,1-0,2 mg/kg m.c.

Zatrucia omówionymi powyżej toksynami występują po spożyciu nie tylko muchomora zielonawego (*Amanita phalloides*) (ryc. 3), ale również jadowitego (*A. virosa*). Przypadki śmiertelne mogą mieć miejsce już po spożyciu około 50 g świeżych owocników.

Ryc. 3. Muchomor zielonawy (*Amanita phalloides*). Fot. W. Mułenko

Toksyny wymienionych gatunków grzybów powodują zatrucia o długim okresie utajenia, określane mianem „zespołu muchomora sromotnikowego”, których przebieg obejmuje kilka etapów, a mianowicie:

- okres bezobjawowy,
- zaburzenia żołądkowo-jelitowe utrzymujące się przez 1 do 3 dni,

- poprawę stanu chorego trwającą około 24 godzin,
- pojawienie się klinicznych objawów uszkodzenia wątroby.

Falotoksyny są słabo wchłaniane w przewodzie pokarmowym, dlatego też prowadzą do ostrego nieżytu żołądkowo-jelitowego. Niszczą połączenia międzykomórkowe i powodują przemieszczanie się płynu wewnątrzkomórkowego do światła jelita. Hepatotoksyczne działanie falotoksyn ma miejsce tylko wówczas, gdy docierają one do wątroby drogą pozajelitową. Jedną z tych toksyn – faloidyna wiąże się z błoną komórkową hepatocytów oraz powoduje wakuolizację komórek wątrobowych i uwolnienie enzymów lizosomalnych. Wykazuje również powinowactwo do frakcji mitochondrialnej, a także upośledza syntezę białka komórkowego. Szczególnie toksyczne są metabolity falotoksyn. Wykazano, że osobniki młode, a zwłaszcza noworodki, cechujące się małą aktywnością enzymów mikrosomalnych, tolerują takie ilości falotoksyn, które dla zwierząt dorosłych stanowią dawkę śmiertelną.

Amanitotoksyny łatwo przenikają przez barierę ściany jelitowej. Wchłanianie tych toksyn jest ponadto ułatwione wcześniejszym, uszkodzającym działaniem falotoksyn na enterocyty. Amanitotoksyny zdeponowane w komórkach blokują aktywność jądrowej polimerazy RNA, a tym samym transkrypcję DNA/RNA, dlatego też ich działanie uwidacznia się głównie w odniesieniu do dzielących się komórek, zwłaszcza hepatocytów. W komórkach wątrobowych stwierdza się liczne zmiany degeneracyjne, z rozszerzeniem retikulum endoplazmatycznego oraz rozpadem błon wewnątrzkomórkowych. Obserwuje się też nasiloną wakuolizację, wzrost zawartości glikogenu, zwyrodnienie tłuszczowe i ogniska martwicy. Część toksyn, po przejściu przez wątrobę, trafia z żółcią do dwunastnicy i jest ponownie wchłaniana do krążenia wrotnego.

Amanitotoksyny uszkadzają też nefrony, bowiem filtrowane przez kłębuszki nerkowe ulegają resorpcji w kanałkach proksymalnych. Zmiany w nerkach związane są też z zaburzeniami wodno-elektrolitowymi towarzyszącymi zatruciu. Występowanie obfitych zimnych potów, wymiotów i biegunki powoduje odwodnienie organizmu oraz hipochloremię i hipokalemie.

Objawy tzw. „zespołu muchomora sromotnikowego” występują także w zatruciu grzybami z rodzaju *Gyromitra* – piestrzenicą kasztanową (*Gyromitra esculenta*) i olbrzymią (*G. gigas*) (ryc. 4). W latach 70. znano tylko jedną



Ryc. 4. Piestrzenica olbrzymia (*Gyromitra gigas*). Fot. W. Muleńko

toksynę zawartą w tych grzybach, a mianowicie kwas helwelowy, jakkolwiek już wówczas podejrzewano, że istnieje jeszcze inna toksyna o działaniu hepato- i neurotropowym. Okazała się nią gyromitryna (N-metylo-N-formylohydrazon aldehydu octowego).

W początkowym okresie zatrucia tymi grzybami mogą wystąpić zaburzenia żołądkowo-jelitowe, następnie dochodzi do uszkodzenia wątroby, postępującej hemolizy krwi, methemoglobinemii i uszkodzenia nerek. Efekty neurotoksyczne to zaburzenia koordynacji i świadomości oraz drgawki.

Kolejną toksyną obecną w wielu gatunkach grzybów jest muskaryna. Ten czynnik toksyczny nie wykazuje działania ośrodkowego, nie przenika bowiem przez barierę krew-mózg, powoduje natomiast charakterystyczne objawy pobudzenia układu parasympatycznego. Najsilniej trującymi grzybami o działaniu muskarynowym są: strzępiak ceglasty (*Inocybe patouillardii*) zawierający od 6,4 do 8% muskaryny oraz lejkówka odbielona (*Clitocybe dealbata*), w której zawartość alkaloidu wynosi 5-6%.

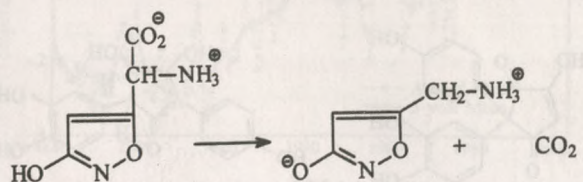
Do grzybów o działaniu muskarynowym należą też borowiki – ponury (*Boletus luridus*), szatański (*B. satanas*) i grubotrzonowy (*B. calopus*), a także gąska plamista (*Tricholoma pardinum*) oraz wieruszka ciemna (*Entoloma sinuatum* = *E. lividum*).

Niewielkie ilości muskaryny zawierają muchomor – czerwony (*Amanita muscaria*) (ryc. 5) i plamisty (*A. pantherina*), ale silnie toksyczne działanie tych gatunków grzybów związane jest przede wszystkim z substancją określaną niegdyś jako mikoatropina. Jest to nietrwały aminokwas – kwas ibotenowy przechodzący w znacznie aktywniejszą pochodną 3-hydroksyizoksazolu – muscymol czyli panteryne (ryc. 6).

Śmiertelna dawka panteryny wynosi zaledwie 12 mg. Toksyna ta ma bardzo duże powinowactwo do receptorów GABA w ośrodkowym układzie nerwowym. Typowe dla



Ryc. 5. Muchomor czerwony (*Amanita muscaria*). Fot. W. Muleńko



Ryc. 6. Struktura chemiczna kwasu ibotenowego i muscymolu

zatruciu wymienionymi gatunkami muchomorów są napady szału, tzw. szaleństwo panterynowe oraz objawy przypominające upojenie alkoholem.

Według niektórych badaczy najbardziej toksycznym grzybem, bardziej niebezpiecznym niż muchomor zielonawy, jest zasłonak rudy (*Cortinarius orellanus*). Grzyb ten zawiera wiele związków toksycznych, z których najbardziej niebezpiecznym jest działająca nefrotoksycznie orellanina, będąca kompleksową mieszaniną kilku trucizn, prawdopodobnie o charakterze oligopeptydów. Toksyny zawarte w zasłonaku rudym są niewrażliwe na działanie enzymów trawiennych, a okres utajenia może sięgać 24, a nawet 36 dni. W przypadku zatrucia skąpoobjawowych, charakteryzujących się jedynie osłabieniem i wielomoczem, ich przyczyna nie zawsze bywa kojarzona ze spożyciem grzybów. W pełnoobjawowej postaci zatrucia, obok objawów żołądkowo-jelitowych, występuje wielomocz przechodzący następnie w skąpomocz z proteinurią i hipostenurią. Może również pojawić się bezmocz. Niekiedy zgon może nastąpić nawet po 6 miesiącach od spożycia grzyba.

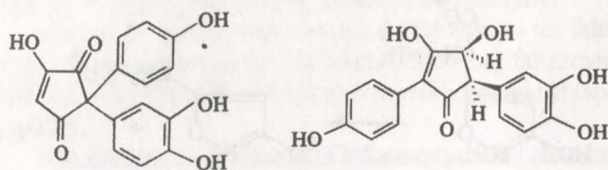
Okolo 20 gatunków grzybów z rodzaju stożkogłówka, kołpaczek, pierścieniak i łysiczka (*Conocybe*, *Panaeolus*, *Stropharia* i *Psilocybe*) zawiera substancje halucynogenne, działające na ośrodkowy i obwodowy układ nerwowy. Są to alkaloidy o budowie indolowej – psylocyna (4-hydroksydimetylotryptamina) i psylocybina (4-fosforyloksy-N,N-dimetylotryptamina) (ryc. 7).

Zawartość alkaloidów w grzybach jest zróżnicowana – największe ich ilości zawierają gatunki subtropikalne, znacznie mniejsze grzyby rosnące w klimacie umiarkowanym. W Polsce znane są, a co gorsze wykorzystywane do samoodurzenia się, takie gatunki jak łysiczka lancetowata (*Psilocybe semilanceata*) i kołpaczek motylkowaty (*Panaeolus papilionaceus*).

Efekt działania psylocybiny i psylocyny na organizm polega na wywoływaniu halucynacji słuchowych, wzrokowych i dotykowych połączonych z dezorientacją w czasie i przestrzeni. Występują także zmiany nastroju, częste reakcje agresji, a niekiedy objawy przypominające ostrą schizofrenię. Zaburzenia neurologiczne i psychiczne występują już po zjedzeniu 10-30 g świeżych grzybów, co odpowiada 5-15 mg psylocybiny.

Liczne zastrzeżenia budzi przydatność konsumpcyjna wielu gatunków grzybów klasyfikowanych jako warunkowo jadalne. Różnorodność opinii dotyczących toksycznych właściwości tych gatunków może wynikać zarówno ze zróżnicowanej wrażliwości konsumentów, jak i niejednorodnego składu chemicznego grzybów, który zależy od stopnia dojrzałości owocników, okresu zbioru, rodzaju podłoża, typu mikoryzy, a także obróbki kulinarnej.

Największe kontrowersje budzi przydatność konsumpcyjna krowiaka podwiniętego (*Paxillus involutus*) pospolicie



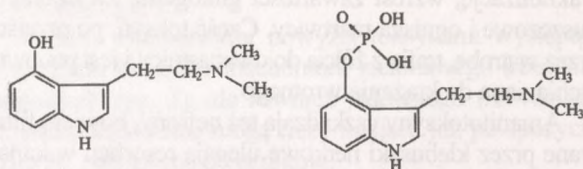
Ryc. 7. Struktura chemiczna psylocyny i psylocybiny

zwanego olszówką. Grzyb ten bywa spożywany nie powodując żadnych objawów toksycznych, ale istnieją też doniesienia o ciężkich przypadkach anemii hemolitycznej i o zatruciach śmiertelnych, których przyczyną była hemoliza. Prawdopodobnie hemolizę zapoczątkowuje kompleks immunologiczny przylegający do powierzchni erycyty. Hipotezę tę potwierdza skuteczność postępowania terapeutycznego, polegającego na wymianie plazmy krwi, dzięki czemu usunięte zostają wspomniane kompleksy.

Krowiak podwinięty zawiera acetylocholinę i muskarynę, nie wydaje się jednak, by udział tych związków w toksyczności grzyba był znaczący. Acetylocholina w zasadzie powinna ulec rozkładowi hydrolytycznemu w przewodzie pokarmowym, a zawartość muskaryny wynosi zaledwie 0,001 % suchej masy, z czego ponad 96 % stanowi izomer o najniższej aktywności – epimuskarina (ryc. 8).

Podjęte w ostatnich latach badania doprowadziły do wyodrębnienia i identyfikacji licznych metabolitów, w tym dwóch związków o charakterze aromatycznych polifenoli strukturalnie zbliżonych do grupy pigmentów cyklopentanoidowych – inwolutyiny i inwolotonu (ryc. 9).

Toksyczność tych metabolitów, mimo wielu badań, nie została w pełni wyjaśniona, a przydatność konsumpcyjna krowiaka podwiniętego nadal budzi kontrowersje. Dlatego też bezpiecznie jest zaliczyć ten gatunek do niejadalnych lub wręcz trujących.



Ryc. 9. Struktura chemiczna inwolutyiny i inwolotonu

Należy również wspomnieć o grzybie warunkowo trującym. Jest to czernidłak pospolity, zwany również bedłką atramentową (*Coprinus atramentarius*) (ryc. 10). Młode owocniki są jadalne pod warunkiem, że równocześnie czy też po kilku lub kilkunastu godzinach, a nawet po 3 dniach od ich spożycia nie wypije się nawet niewielkiej ilości al-



Ryc. 10. Czernidłak pospolity (*Coprinus atramentarius*). Fot. W. Mułenko

koholu. W przypadku spożycia etanolu nawet w tak małej dawce, jaką zawiera porcja leku, już po 15-30 minutach pojawiają się silne objawy zatrucia. Są one wynikiem gromadzenia się w organizmie aldehydu octowego. Zawarta w czernidłaku kopryna, a właściwie jej metabolit, będący inhibitorem dehydrogenazy aldehydowej, hamuje w wątrobie przemianę etanolu na etapie tworzenia się aldehydu. Dlatego też objawy zatrucia przypominają reakcję antabusową, jaka występuje u alkoholików leczonych disulfiramem (Antabus, Antikol) po spożyciu alkoholu (reakcja alkohol – disulfiram). Pojawia się zaczerwienienie skóry, obrzęk spojówek, poty, przyspieszenie akcji serca, trudności w oddychaniu, nudności, wymioty i senność. Objawom tym towarzyszy lęk oraz bóle i zawroty głowy. Zazwyczaj zaburzenia te ustępują samorzutnie w ciągu kilku godzin, ale

mogą się powtórzyć po ponownym spożyciu alkoholu, bowiem kopryna jest deponowana w wątrobie przez kilka dni.

Z przedstawionych danych wynika, że zatrucia grzybami kapeluszowymi są istotnym problemem toksykologicznym. Być może powyższa prezentacja grzybowych „trucicieli” i skutków ich działania przyczyni się, chociaż w minimalnym stopniu, do większej ostrożności zbieraczy i konsumentów grzybów.

Wpłynęło 7 III 2003

Prof. dr hab. Kazimiera Gromysz-Kalkowska i dr Ewa Szubartowska, pracując w Zakładzie Fizjologii Zwierząt
dr hab. Wiesław Mułenko pracuje w Zakładzie Botaniki Ogólnej Instytutu Biologii UMCS w Lublinie

MAŁGORZATA WÓJTOWICZ (Kraków)

NOWY, CIEPLEJSZY ŚWIAT

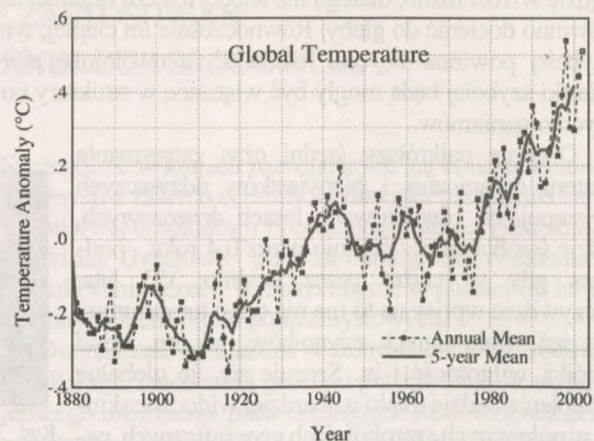
Problem globalnego ocieplenia wywołuje wiele kontrowersji i wątpliwości.

Przed wszystkim trudno jest odpowiedzieć na pytanie, czy jest to zjawisko charakterystyczne dla naszej planety, w historii której nieraz pojawiały się długotrwałe ochłodzenia i ocieplenia klimatu. Drugą sprawą, która wywołuje emocje jest wpływ człowieka i jego działalności przemysłowej na zmiany klimatu. Jest wiele zjawisk, które mogą wywoływać wahania klimatyczne, jak: cykl Milankoviča, zmiany orbity ziemskiej, cykl zmian słonecznych, wybuchy wulkanów, etc., a także wiele czynników antropogenicznych, których nie sposób lekceważyć. Pomimo wątpliwości uznaje się, że mamy dziś do czynienia ze stałą i wyraźną tendencją do wzrostu temperatury. Tendencja ta jest globalna, lecz niejednokrotnie nasiloną w różnych rejonach świata. Trudno też całkowicie odrzucić udział antropogenicznego CO₂ i innych gazów tzw. cieplarnianych w obserwowanym zjawisku. Najprawdopodobniej nie jest to bowiem zbieg okoliczności, iż w ciągu ostatnich 200 lat zanotowano stały wzrost stężenia dwutlenku węgla w atmosferze, który dość dobrze koreluje ze wzrostem temperatury. Szacuje się, że stężenie CO₂ w atmosferze w porównaniu z okresem przedprzemysłowym wzrosło o 25%.

Ponieważ jesteśmy świadkami tych wydarzeń, możemy się zastanowić jak będzie wyglądać nasze życie w nowym cieplejszym świecie. Jakie zmiany zachodzą w naszym środowisku i jak na nie zareaguje przyroda. Ciepły klimat to nie tylko dłuższe wakacje nad morzem, ale też wiele konsekwencji przyrodniczych, ekonomicznych, społecznych czy politycznych. Topniejące lodowce i zwiększone opady mogą spowodować podniesienie się poziomu wód. Zalane zostaną więc żyzne tereny przybrzeżne, które często są jedynymi ośrodkami rolnictwa w krajach z deficytem wody. Zwiększona objętość mórz i oceanów to również zmiana zasolenia, czyli zmiana środowiska życia wielu gatunków

roślin i zwierząt. Ciepłe zimy to oczywiście mniejsze zużycie materiałów opałowych czy mniejsze wydatki na ciepłą odzież, ale też większa przeżywalność szkodników, pasożytów, bakterii czy wirusów, których liczebność często jest redukowana w niskich temperaturach. Nie do końca wiadomo jak podwyższenie temperatury wpłynie na rozwój zwierząt z temperaturą determinacją płci (np. żółwie czy niektóre jaszczurki, u których temperatura w jakiej znajdują się jaja decyduje czy wylęgną się z nich samce czy samice).

Łatwiej można przewidzieć jak zmiany klimatyczne wpłyną na roślinność. Najistotniejszą sprawą może tu być zmiana zasięgów gatunków, jeżeli ich dzisiejsze rozmieszczenie jest warunkowane przez klimat. Jednak to, że granica występowania np. buka przesunie się na północ nie będzie miało takiego znaczenia jak zmiana obszarów roślin uprawnych. Zmieni się również proporcja roślin typu C₄ do roślin typu C₃ (różnią się liczbą atomów węgla w pośrednich produktach asymilacji) na korzyść roślin C₃, które w wa-



Ryc. 1. Wzrost temperatury Ziemi (odchylenia od średniej wieloletniej). Źródło: internet, NASA

runkach podwyższonego stężenia dwutlenku węgla w atmosferze mają większą wydajność fotosyntezy. Nie do końca wiadomo czy wyższa zawartość CO_2 może wpływać na kwitnienie, produkcję nasion i owoców, lecz można się spodziewać, iż w wyższej temperaturze procesy te ulegną zmianie.

Globalne ocieplenie może również wpłynąć na jeden z najważniejszych procesów przebiegających na Ziemi – krążenie materii w przyrodzie. Dekompozycja martwej materii organicznej jest, oprócz produkcji, procesem charakterystycznym dla ekosystemu. Polega ona na przetwarzaniu wielkocząsteczkowych związków organicznych powstałych w procesie fotosyntezy lub chemosyntezy, na proste związki nieorganiczne jak: dwutlenek węgla, wodę, kationy, aniony, jony wodorowe. Cała energia zawarta w wiązaniach chemicznych zostaje uwolniona w postaci ciepła. Proces ten przebiega stopniowo, ma wiele stadiów pośrednich, a jego intensywność zależy od wielu czynników. Prawdopodobnie jego przebiegu ma szczególne znaczenie w lasach, gdzie znajduje się więcej niż 80% całej ziemskiej puli węgla na powierzchni łądów, a martwa materia organiczna jest nagromadzona w ściółce i wierzchnich, organicznych warstwach gleby.

Przebieg procesów rozkładu materii organicznej zależy od wielu czynników, wśród których najważniejsze to temperatura, wilgotność i odczyn (pH) gleby. Gdy wilgotność nie jest czynnikiem limitującym, w zakresie zbliżonych wartości pH tempo dekompozycji zależy bezpośrednio od temperatury. Tempo wszystkich procesów chemicznych (w tym również dekompozycji) zmienia się wykładniczo z temperaturą. Tzw. współczynnik Q_{10} , który określa ile razy wzrasta tempo reakcji po podniesieniu temperatury o 10°C , dla dekompozycji wynosi ok. 2, czyli przy wzroście temperatury o 10°C jej tempo ulega podwojeniu. Rozważania nad dalszym przebiegiem tych procesów w świetle ocieplania się klimatu są zatem uzasadnione, ponieważ wyższa temperatura spowoduje wzrost tempa dekompozycji. To z kolei oznacza wzrost tempa uwalniania dwutlenku węgla do atmosfery. Dalszy wzrost stężenia CO_2 wpłynie oczywiście na dalszy wzrost temperatury, możemy więc mówić o dodatnim sprzężeniu zwrotnym.

Ocieplenie klimatu może w pierwszej chwili wydawać się zjawiskiem korzystnym. Przy wyższej temperaturze wydłuży się okres wegetacyjny, szybszy i intensywniejszy będzie wzrost roślin, dlatego też więcej materii organicznej powinno docierać do gleby. Równocześnie im cieplej, tym szybciej powinna się ona rozkładać, a uwolnione pierwiastki szybciej będą mogły być włączane w struktury nowych organizmów.

Obecnie najkrótszy średni czas zatrzymania materii organicznej i pierwiastków odżywczych występuje w równikowych lasach deszczowych, gdzie ściółka zalega średnio przez 0,4 roku, podczas gdy w tajdze przez średnio 353 lata. Oczywiście wpływ na to ma nie tylko temperatura, ale też wiele innych czynników, jak np. skład ściółki, wilgotność i in. Szacuje się, że globalne ocieplenie będzie miało najbardziej widoczne skutki w północnych szerokościach geograficznych, nawet jeśli średni wzrost temperatury będzie taki sam



Ryc. 2. Przemysł, hodowla bydła, samochody to główne źródła gazów cieplarnianych takich jak dwutlenek węgla i metan. Źródło: internet, NASA

np. na terenie całej Europy. Badania laboratoryjne prowadzone na materiale pobranym z różnych szerokości geograficznych wykazały, że wzrost temperatury o 2°C w sezonie wegetacyjnym może powodować wzrost tempa respiracji (która jest jedną z miar tempa dekompozycji) ściółki leśnej nawet o 17-37% w lasach skandynawskich. W środkowych szerokościach geograficznych (np. Polska, Niemcy) ten wzrost wynosiłby 15-22% i tylko 4-11% na terenach południowej Europy.

Dlaczego najwidoczniejsze zmiany mogą zajść na północy? Ekosystemy subarktyczne mogą się okazać najbardziej wrażliwe na ocieplenie klimatu. Ponieważ występuje tam warstwa wiecznej zmarzliny, warstwa aktywnej biologicznie gleby jest płytka, a duża ilość materii organicznej jest zamrożona i niedostępna dla roślin i mikroorganizmów glebowych. Dlatego też procesy glebowe nie przebiegają tam intensywnie, czego skutkiem jest głęboko sięgająca warstwa organiczna. Przy ociepleniu klimatu część niedostępnej dziś gleby może ulec rozmrożeniu. Ekosystemy północne uznawane są dziś za duże magazyny dwutlenku węgla, w przyszłości mogą się stać jego źródłem.

Ocena wpływu samego dwutlenku węgla na rośliny i procesy dekompozycji jest jeszcze trudniejsza niż ocena wpływu temperatury. Z jednej strony wyższe stężenie CO_2 w atmosferze może powodować zwiększone tempo fotosyntezy, a przez to przyspieszenie wzrostu roślin, pod warunkiem, że inne niezbędne zasoby nie okażą się limitujące. Poza tym wyższe stężenie dwutlenku węgla w powietrzu powoduje zamykanie się aparatów szparkowych, przez co przy mniejszym parowaniu i efektywniejszej gospodarce wodnej może zostać zasymilowana ta sama ilość CO_2 . Zaobserwowano jednak, że w takich warunkach zmienia się zawartość różnych związków i pierwiastków w roślinach. Wzrasta zawartość cukrów (skrobia, glukoza, fruktoza) i wapnia w liściach, zaś spada zawartość magnezu. Maleje również stężenie azotu w tkankach roślinnych. Nadmiar CO_2 upośledza asymilację azotu atmosferycznego, tak że krążenie tego pierwiastka w ekosystemach może zostać za-



Ryc. 3. Podniesienie się poziomu morza, częstsze i gwałtowniejsze burze oraz topnienie lodowców to najbardziej prawdopodobne efekty ocieplenia się klimatu. Źródło: internet, NASA

burzone. W takich warunkach rośliny rosną bujniejsze, ale zawierają mniej niektórych pierwiastków biofilnych (odżywczych). Ma to znaczenie dla owadów roślinożernych, które aby uzupełnić zapotrzebowanie na azot więcej zjadają (nawet o 20 do 80%). To oczywiście prowadzi do zwiększenia stopnia uszkodzeń liści. Być może to intensywniejsze żerowanie równoważyłoby zwiększoną produkcję roślinną wynikającą z cieplejszego klimatu i atmosfery bogatszej w CO₂?

Badając rośliny sadzone w atmosferze o normalnej zawartości dwutlenku węgla oraz rośliny, które rosły w podwyższonej zawartości tego gazu stwierdzono, że te drugie lokowały proporcjonalnie mniej biomasy w liściach, natomiast więcej w korzeniach. Większe rozmiary roślin mogą powodować większe zacinienie podłoża, co w połączeniu z mniejszą transpiracją prowadzi do wniosku, że możemy się spodziewać zwiększenia zawartości wody w podłożu. Może to być efekt mniejszego pobierania przez rośliny, ale przede wszystkim wzmocnionych opadów, których można się spodziewać wraz z ociepleniem klimatu. Większa ilość wody w glebie może dodatkowo przyspieszać procesy dekompozycji, ponieważ wilgotność oprócz temperatury jest jednym z ważniejszych czynników wpływających na tempo rozkładu materii organicznej. Gdy gleby są suche, metaboliczna aktywność żyjących w nich organizmów wzrasta ze wzrastającą wilgotnością. Na terenach objętych suszą stwierdzono niższe tempo dekompozycji, niż by to wynikało z samej zależności od temperatury. Z kolei zbyt duża zawartość wody może spowodować podniesienie się wód gruntowych, które ograniczą dostęp tlenu do niższych warstw materii organicznej. W tej sytuacji węgiel organiczny z martwych szczątków nie ulegnie utlenieniu, czyli mniej dwutlenku węgla będzie emitowanego do atmosfery. Zbyt duża wilgotność może również powodować wypłukiwanie biogenów z gleby.

Co więc wynika z tych rozważań? Wiemy dość dużo, ale nie wystarczająco dużo aby powiedzieć jak będą przebie-

gać procesy biologiczne w przypadku zmian klimatycznych. Ponieważ wciąż prowadzone są badania naukowe nad zjawiskiem globalnego ocieplenia i wszystkich procesów związanych z funkcjonowaniem ekosystemów ziemskich, być może niedługo będziemy dysponować wiedzą, dzięki której nie będziemy odczuwać lęku przed nieznaną przyszłością.

Ocieplenie klimatu w liczbach:

Przewiduje się, że wzrost temperatury powietrza wywołany czynnikami antropogenicznymi w naszej strefie klimatycznej wyniesie 0,5-5°C do końca stulecia. Równocześnie nastąpi podwyższenie poziomu morza o 30-50 cm, przy założeniu, że obecny wzrost populacji i zużycie energii nie zmienia się. Niektórzy twierdzą, że średnia roczna temperatura na Ziemi może wzrosnąć nawet o 6°C. Szacuje się, że stężenie dwutlenku węgla w atmosferze rośnie o 1,5 ppm w ciągu roku.

Scenariusze

Naukowcy na całym świecie nie mogą dojść do porozumienia czy rzeczywiście mamy do czynienia ze stopniowym ociepleniem się klimatu na Ziemi. Niektórzy twierdzą, że najprawdopodobniejszym zjawiskiem będzie raczej ochłodzenie się klimatu, czy wręcz następną epoką lodowcową, a nie wzrost średniej temperatury. Jednak nawet przy założeniu, iż spodziewać się możemy kolejnego zlodowacenia, czynnikiem, który teraz dominuje jest nasilenie efektu cieplarnianego powszechnie uznawanego za przyczynę globalnego ocieplenia.

Wpłynęło 21 V 2003

Mgr Małgorzata Wójtowicz jest doktorantką w Zakładzie Ekotoksykologii, Instytutu Nauk o Środowisku UJ

DONALD WŁODKOWIC (Poznań)

NOWE TENDENCJE ZASTOSOWAŃ ZAAWANSOWANEJ BIOTECHNOLOGII ŚRODOWISKA

Wprowadzenie

Stale rosnące zapotrzebowanie na grunty zdadne do wykorzystania gospodarczego doprowadza do stopniowego zmniejszania dostępnej powierzchni. Duże obszary w krajach wysoko rozwiniętych i rozwijających się, są niejednokrotnie wyłączone z użytkowania, ze względu na degradację lub niewystarczającą jakość dla zastosowań rolniczych. Wzrost gospodarczy istotnie wpływa na zwiększoną konsumpcję terenów zajmowanych przez rozwijające się aglomeracje. Skutkiem rozwoju gospodarki przemysłowej i rolnej są częste zjawiska degradacji i jałowienia gleb.

Szczególnie w krajach rozwijających się brak unormowań prawnych z zakresu ochrony środowiska przyczynia się do rabunkowej eksploatacji i poważnego zanieczyszczenia środowiska. Gwałtowny przyrost demograficzny skłania do poszukiwania rezerw przestrzennych, w postaci od lat porzuconych nieużytków przemysłowych.

Dotychczasowe badania w zakresie ochrony środowiska, ekologii, biochemii i genetyki przyczyniają się do coraz lepszego rozumienia praw rządzących środowiskiem przyrodniczym. Ostatnia dekada zaowocowała rozwojem wielu kierunków biotechnologii, której szereg odkryć niesie nadzieje ich praktycznego wdrażania. Dynamicznie rozwija-

jąca się biotechnologia środowiska, daje szansę ingerencji w procesy zachodzące w przyrodzie.

Najbardziej spektakularnym osiągnięciem tej gałęzi nauki jest technologia organizmów genetycznie modyfikowanych (GMO – ang. *genetically modified organisms*). Biotechnologia środowiska umożliwia jednak znacznie szersze manipulacje związane m.in. z ochroną środowiska. Warto przytoczyć przykłady projektów: oczyszczalni glebowo-korzeniowych (opartych o wyselekcjonowane gatunki roślin i mikroorganizmów, wykorzystywanych w procesach oczyszczania ścieków), kaskad natleniająco-oczyszczających na stopniach zanieczyszczonych cieków wodnych, selekcji określonych gatunków bakterii, grzybów, pierwotniaków i roślin zdolnych do tolerowania i/lub degradacji zanieczyszczeń (technologie bioremediacji i fitoremediacji).

Bioinżynieria środowiska obejmuje procesy związane zarówno z wprowadzaniem do ekosystemów modyfikowanych genetycznie gatunków (głównie roślin i mikroorganizmów) jak i stosowanie konwencjonalnych metod, wspartych współczesną wiedzą z dziedzin takich jak ochrona środowiska, ekologia, botanika, mikrobiologia, biochemia i fizjologia.

Praktyczne implikacje zdobyci biotechnologii w ochronie środowiska otwierają nowe perspektywy dla nauki i intensywnie rozwijającego się przemysłu. Począwszy od połowy lat 90., przemysł biotechnologiczny przeżywa niezwykły rozkwit obejmujący wiele aspektów remediacji zanieczyszczeń.

Technologia GMO w rolnictwie

Technologia GMO, znana opinii publicznej na całym świecie, jest obiecującą technologią przyszłości, budzącą szereg kontrowersji społecznych.

Ciekawy jest fakt, że większość zastrzeżeń dotyczy głównie zastosowań biotechnologii w rolnictwie. Ta gałąź gospodarki jako pierwsza stała się obszarem zainteresowań biotechnologów, ze względu na wymierne korzyści ekonomiczne, jakie niosą innowacje konsumpcyjne na masową skalę.

Technologia GMO polega na wprowadzeniu do danej grupy organizmów „obcego” genu – tzn. z innego, niespokrewnionego gatunku (nawet bardzo odległego filogenetycznie). Udany proces doprowadza do uzyskania nowej cechy w modyfikowanym organizmie. Podobnej cechy nie ma (bądź ma, ale nie tak nasiloną) żaden występujący w przyrodzie niezmodyfikowany przedstawiciel danego gatunku. Nabyta cecha jest więc cechą sztuczną, która powstała jedynie dzięki ingerencji człowieka. Może ona określać funkcję fizjologiczną lub biochemiczną np. zdolność do syntezy szeregu pożądanych metabolitów, enzymatycznych szlaków biotransformacji pestycydów, itp. Popularnym przykładem jest modyfikowana odmiana soi, odporna na herbicyd *Roundap* (patent amerykańskiego koncernu Monsanto). Liczne modyfikacje znajdujące się w fazie opracowania lub patentowania dotyczą m.in. ulepszania roślin uprawnych pod względem odporności na herbicydy, insektycydy, fungicydy, szkodniki owadzie, grzyby i wirusy roślinne. Oprócz wprowadzania nowych genów modyfikacje mogą dotyczyć podwyższenia ekspresji genów naturalnie

obecnych w organizmie. Badania prowadzone w tym kierunku prowadzą m.in. do wzbogacenia roślin w składniki odżywcze (np. zboża i ziemniaki odznaczające się zwiększoną zawartością skrobi w ziarnach i bulwach, ryż ze zwiększoną zawartością witaminy A – patent koncernu AstraZeneca).

Szereg obaw związanych z inżynierią genetyczną roślin dotyczy m.in. niekontrolowanych mechanizmów horyzontalnego transferu genów (np. przeniesienia cech odporności na pestycydy do gatunków chwastów, szkodników owadzych, fitopatogennych grzybów), przejścia rośliny w formę dziką, przejmowania fragmentów genomów przez wirusy roślinne. Ważnym zagadnieniem jest również groźba nadużywania określonych pestycydów, na które modyfikowane gatunki uprawne są odporne. Konsekwencją takiego zjawiska mogłoby być wtórne zanieczyszczenie wód oraz szybka degradacja i jałowienie gleb (podobnie do sytuacji masowego stosowania DDT w latach 70.). Postulowane globalne problemy związane z transgenizacją roślin użytkowych, mogą teoretycznie dotyczyć stopniowego uszczuplenia bioróżnorodności naszej planety, po masowej i wieloletniej eksploatacji upraw GMO.

Obawy dotyczące masowego wdrażania technik inżynierii genetycznej w rolnictwie związane są z postrzeganiem GMO jako kolejnych, potencjalnych źródeł globalnych zagrożeń ekologicznych, które mogą okazać się groźniejsze w skutkach od przemysłu i energetyki jądrowej. Problemy te znajdują również swoje odzwierciedlenie w prawodawstwie krajów Unii Europejskiej, które szczególnie rygorystycznie regulują zarówno wdrażanie GMO do upraw i testów polowych, jak i obrót oraz nadzór nad handlem modyfikowanymi organizmami.

Znacznie mniejsze kontrowersje budzą możliwości rozszerzenia zdolności adaptacyjnych roślin do zróżnicowanych warunków siedliskowych (np. zwiększenia mrozoodporności roślin, zwiększenia tolerancji na wysokie temperatury, suszę, zasolenie gleb lub ich zakwaszenie). Podobne modyfikacje zaczynają odgrywać coraz większą rolę w nowoczesnych technologiach biologicznej eliminacji zanieczyszczeń gleb i wód.

Biotechnologia w ochronie środowiska

Stopniowo nasila się trend poszukiwania ekonomicznych technologii oczyszczania zdegradowanych terenów przemysłowych bądź nieużytków poprzemysłowych. Efektywne usunięcie zanieczyszczeń warunkuje możliwość ponownego wykorzystania gospodarczego bądź rolniczego. Dodatkowo wtórne zanieczyszczenie wód poprzez migrację szeregu związków z terenów przemysłowych stanowi realne zagrożenie dla wód gruntowych a w tym dla ujęć wody pitnej. Innowacje w procesach remediacji gleb i wód stanowią więc niezmiernie ważny element budowy zrównoważonego modelu gospodarki proekologicznej. Przyjmuje się, że do najważniejszych związków zanieczyszczających gleby i wody (powierzchniowe i podziemne) należą: metale ciężkie, związki organiczne (pestycydy, węglowodory ropopochodne, związki chloroorganiczne i inne węglowodory), detergenty i izotopy promieniotwórcze. Istotny problem stanowią również ścieki przemysłowe i komunalne oraz odcieki ze składowisk odpadów, będące mieszaninami takich związków.

Biotechnologia środowiska oferuje nowe, alternatywne technologie, dzięki którym wzrasta liczba dostępnych procesów wykorzystywanych w rekultywacji. Techniki remediacji można podzielić na metody fizyko-chemiczne i biologiczne. Różnice polegają na mechanizmach przebiegu procesów oraz na czasie ich trwania, wydajności, kosztach wdrożenia i dalszej eksploatacji. Nowoczesne biologiczne metody remediacji wykorzystują procesy fizjologiczne stosowanych organizmów, które prowadzą do likwidacji zanieczyszczenia. Generalnie możemy wyróżnić następujące procesy biologiczne:

– z wykorzystaniem mikroorganizmów (bakterii, grzybów, pierwotniaków):

- ◆ w oczyszczalniach ścieków
- ◆ w oczyszczaniu gruntów i wód w skali polowej – **bioremediacja**

bioremediacja

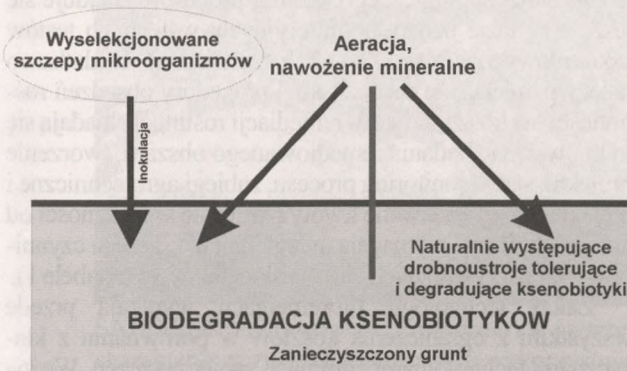
– z wykorzystaniem roślin:

- ◆ w oczyszczalniach glebowo-korzeniowych i hydrobotanicznych
- ◆ w oczyszczaniu gruntów i wód w skali polowej – **fitoremediacja**

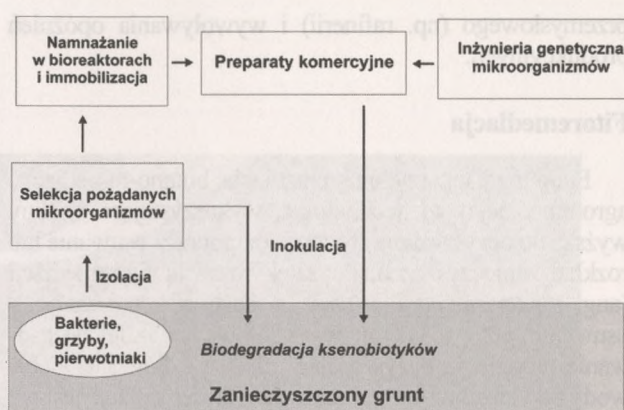
Bioremediacja

Wykorzystywanie mikroorganizmów w oczyszczalniach ścieków jest procesem znanym od lat. Zdobyte współczesnej biotechnologii niosą jednak możliwości ulepszenia określonych szczepów, co może prowadzić do zwiększonej efektywności działania złożeń aktywnych, odpowiadających za proces biologicznego oczyszczania ścieków. Modyfikacje genetyczne drobnoustrojów prowadzą do zwiększenia trwałości i odporności złożeń czynnych na związki takie jak metale ciężkie czy fenole (dostające się do oczyszczalni w fali ścieków przemysłowych) oraz do wzbogacenia mikroorganizmów w szereg układów enzymatycznych, warunkujących degradację odpornych na rozkład związków (np. fenoli i innych rozpuszczalników organicznych).

Zastosowanie bakterii, grzybów i pierwotniaków do oczyszczania terenów w skali polowej nosi nazwę bioremediacji. Bioremediacja jest z powodzeniem wykorzystywana w biologicznej rekultywacji terenów zanieczyszczonych substancjami organicznymi takimi jak: węglowodory ropopochodne, WWA (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne), PCB (polichlorowane bifenyly), pestycydy, związki wybuchowe (TNT, RDX) lub mieszanin takich związków. Technologia bioremediacji polega na wprowadzaniu do zanieczyszczonego terenu specjalnie wyselekcjo-



Ryc. 1. Bioremediacja zanieczyszczeń organicznych gleb



Ryc. 2. Mechanizmy selekcji drobnoustrojów wykorzystywanych w bioremediacji

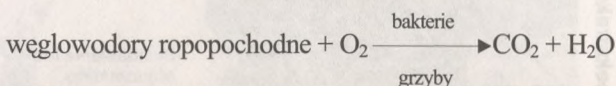
nowanych szczepów bakterii, grzybów lub na stymulacji naturalnie występujących mikroorganizmów, zdolnych do degradacji związków organicznych (ryc. 1). Stymulacja wzrostu lokalnej flory może odbywać się poprzez odpowiednie natlenianie (aerację) oraz nawożenie pożywkami mineralnymi.

Selekcja drobnoustrojów może przebiegać metodami klasycznymi lub drogą technik inżynierii genetycznej (ryc. 2).

Szereg firm biotechnologicznych i ośrodków akademickich prowadzi obecnie szeroko zakrojone badania nad ulepszeniem bakterii i grzybów poprzez screening i analizę genów odporności na różne związki zanieczyszczające, genów odpowiedzialnych za syntezę enzymów szlaków metabolizmu ksenobiotyków oraz genów warunkujących szybszy wzrost, przy zachowaniu minimalnych wymagań odżywczych (dostępność tlenu, mikro- i makroelementów w podłożu). Wszystkie prace związane z modyfikacjami genetycznymi mają na celu otrzymanie uniwersalnych biopreparatów, które będą:

1. skuteczniej degradowały zanieczyszczenia
2. trwalsze i szybsze w działaniu
3. odporniejsze na wysokie poziomy zanieczyszczeń (mogące hamować wzrost drobnoustrojów)

Schematycznie proces bioremediacji można przedstawić na przykładzie produktów ropopochodnych:



Zaletą procesu jest degradacja toksycznych związków do CO₂ i H₂O a więc całkowita eliminacja zanieczyszczenia do form nieszkodliwych dla środowiska. Ważnym aspektem technologii bioremediacji jest przede wszystkim jej opłacalność w porównaniu z metodami fizyko-chemicznego oczyszczania gruntów. Szczególnie w przypadku rozległych zanieczyszczeń, sięgających głębokości kilkudziesięciu cm w głąb gruntu, techniki bioremediacji *in situ* są korzystną ekonomicznie alternatywą. Zapewniają wysokie oszczędności finansowe, przy zachowaniu wysokiej efektywności likwidacji problemu zanieczyszczenia. Obszary po przeprowadzeniu biorekultywacji mogą zostać ponownie wykorzystane gospodarczo, co jest istotne w okolicach wysoce uprzemysłowionych, gdzie ceny gruntów są wysokie, a możliwości rozwoju i planowania przestrzennego ograniczone. Dodatkowo procesy bioremediacji *in situ* mogą przebiegać bez przerywania cyklu pracy zakładu

przemysłowego (np. rafinerii) i wywoływania opóźnień produkcyjnych.

Fitoremediacja

Fitoremediacja (zielona remediacja, botano-remediacja, agroremediacja) to technologia wykorzystująca rośliny wyższe do oczyszczania środowiska, poprzez usuwanie lub rozkład zanieczyszczeń. Początek rozwoju fitoremediacji (ang. *phytoremediation*: *phyto* – roślina, *remediation* – usuwanie) przypada na pierwszą połowę lat 90. Jej zastosowanie umożliwia oczyszczanie takich mediów jak gleba, wody powierzchniowe i podziemne. Fitoremediacja jest nie tylko dynamicznie rozwijającą się dziedziną nauki, ale również szybko rosnącą gałęzią współczesnego przemysłu biotechnologicznego. Przyjmuje się, że technologia ta może już w najbliższych latach dostarczyć tanich i efektywnych metod likwidacji zanieczyszczeń wód i gruntów przez metale ciężkie, radionuklidy i różnego typu związki organiczne. Dodatkowe zalety wynikające ze stosowania technologii roślinnej remediacji wiążą się z mniejszą ilością wtórnych produktów rozkładu zanieczyszczeń oraz mniejszymi obciążeniami dla środowiska niż w przypadku stosowania metod klasycznych np. przepalania gruntu czy chemicznej ekstrakcji jonów metali. Techniki fizyko-chemicznej remediacji często przyczyniają się do niszczenia struktury gleby, pozostawiając ją biologicznie nieaktywną. Dodatkowo szereg właściwości gleby, łącznie z czynnikami biologicznymi, może modyfikować skuteczność oczyszczania chemicznego, co doprowadza do ograniczenia jego efektywności. Metody klasyczne są przydatne i opłacalne

jedynie dla niewielkich objętości gruntu. Duże obszary o średniej lub małej koncentracji zanieczyszczeń wymagają stosowania metod alternatywnych, z których fitoremediacja wydaje się być ekonomicznie obiecująca.

Procesy fitoremediacji obejmujące szereg różnych metod, mogą prowadzić do degradacji, ekstrakcji ze środowiska (poprzez akumulację w tkankach roślin) lub immobilizacji związków toksycznych. Na podstawie tych procesów wyróżniono szereg odmiennych typów fitoremediacji (ryc. 3):

– **Ryzodegradacja/Fitostymulacja** – zwiększenie biodegradacji zanieczyszczeń za pośrednictwem mikroorganizmów glebowych w strefie ryzosfery poprzez wydzieliny korzeniowe, stymulujące ich wzrost oraz prowadzące do rozkładu związków organicznych w glebie;

– **Fitodegradacja/Fitotransformacja** – pobieranie i metabolizm związków organicznych w tkankach roślin do prostszych, nietoksycznych metabolitów;

– **Fitoekstrakcja** – pobieranie zanieczyszczeń z gleby i kumulacja w częściach nadziemnych lub podziemnych, które podlegają okresowemu zbieraniu i niszczeniu;

– **Ryzofiltracja** – pobieranie, kumulacja lub wytrącanie metali ciężkich z wody przez korzenie roślin, które podlegają okresowemu zbieraniu i niszczeniu;

– **Fitowolatyliczacja** – pobieranie zanieczyszczeń z gleby lub wody, przekształcanie w tkankach do formy lotnej i uwalnianie do atmosfery (np.: rtęć);

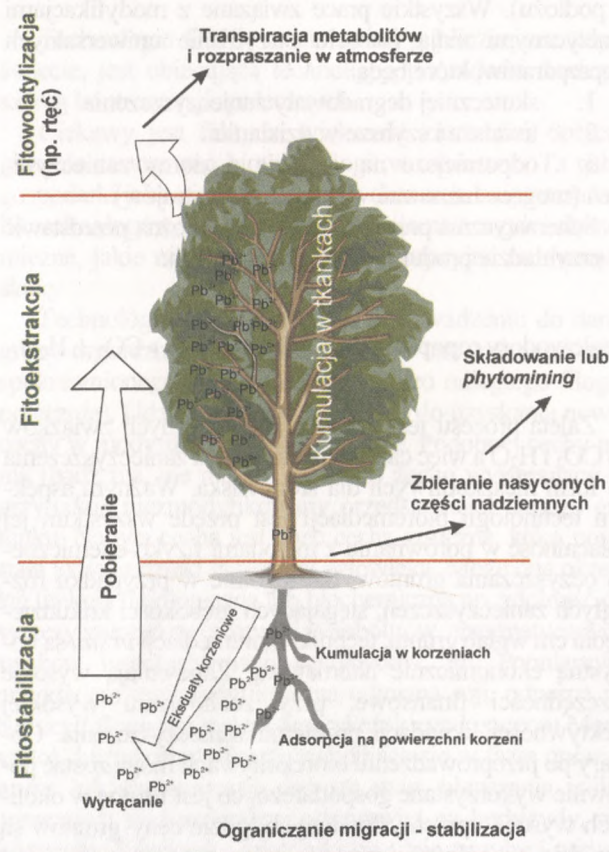
– **Fitostabilizacja** – procesy absorpcji i precypitacji zanieczyszczeń poprzez korzenie i ich wydzieliny, prowadzące do hamowania migracji zanieczyszczeń w glebie (np. hamowanie migracji metali ciężkich do wód gruntowych);

– **Kontrola hydrauliczna/Fitobariera hydrauliczna** – zapobieganie rozprzestrzenieniu się zanieczyszczeń w wodach gruntowych poprzez wykorzystanie drzew jako transpiracyjnych pomp biologicznych.

Mechanizmy fizjologiczne i biochemiczne leżące u podstaw określonych technik fitoremediacyjnych zależą u dużej mierze od rodzaju zanieczyszczenia i oczekiwanych efektów końcowych procesu. W przypadku zanieczyszczeń organicznych dominują strategie degradacji, immobilizacji lub wolatyliczacji. Zanieczyszczenia nieorganiczne wymagają zazwyczaj ekstrakcji, immobilizacji lub wolatyliczacji.

Fitoremediacja jest z założenia technologią znacznie tańszą niż fizyko-chemiczne techniki klasyczne. Dane dotyczące kosztów fitoremediacji w skali polowej są nadal ubogie ze względu na stopniowy rozwój tej gałęzi przemysłu biotechnologicznego. Szereg procesów znajduje się jeszcze w fazie badań laboratoryjnych, wstępnych testów szklarniowych lub prób w skali technicznej. Dodatkowo należy pamiętać, że oprócz samej procedury obsadzeń roślinności, na koszty procesu remediacji roślinnej składają się m.in.: wstępne badania remediowanego obszaru, tworzenie projektu, stały monitoring procesu, zabiegi agrotechniczne i pielęgnacyjne. Podawane kwoty różnią się w zależności od autora lub firmy i wymagają uwzględnienia szeregu czynników charakterystycznych dla określonego miejsca (tabela 1).

Zalety technologii fitoremediacji wynikają przede wszystkim z ograniczenia kosztów w porównaniu z klasycznymi technologiami eliminacji zanieczyszczeń. Ważną rolę odgrywa również fakt nieinwazyjności tej grupy tech-



Ryc. 3 Przykładowe procesy związane z fitoremediacją metali ciężkich i radioizotopów



CHIŃSKA GRANICA, potok wypływający z lodowca, na morenach widoczne płyty *Thylacospermum caespitosum*. Fot. Andrzej Chlebicki



SAUSSUREA (*Saussurea involucrata*) w piętrze alpejskim powyżej 3000 m n.p.m. o charakterystycznych kwiatostanach wykorzystujących efekt cieplarniany. Fot. Andrzej Chlebicki



OWOCNIKI CZASZNICY OCZKOWATEJ (*Calvatia utriformis*) w dolinie Małego Baskanu.
Fot. Andrzej Chlebicki



PLĄTY LASÓW ŚWIERKOWYCH *Picea schrenkiana* przy grzej granicy lasu. Fot. Andrzej Chlebicki



TYLAKOSPERMUM (*Thylacospermum caespitosum*), typowa pionierska roślina, tzw. „nurse plant”, tworząca poduchy z rosnącymi na niej okazami *Saussurea sorocephala*. Fot. Andrzej Chlebicki



GRANĀ z widocznymi płatami turzycy *Carex stenocarpa*. Fot. Andrzej Chlebicki



CZARKA SZKARŁATNA *Sarcosypha coccinea* na stanowisku koło Zawadzkiego (województwo opolskie). Fot. Krzysztof Spałek



SIEWKA BUKA ZWYCZAJNEGO *Fagus silvatica* L. Fot. Andrzej Czech

T a b e l a 1. Porównanie przykładowych kosztów procesów remediacji zanieczyszczeń (wg Schnoor 2002)

Problem	Technologia fitoremediacji	Koszty (tysiące \$)	Technologia tradycyjna	Koszty (tysiące \$)	Oszczędność i dzięki fitoremediacji
Ołów w glebach, 1 akr	Fitoekstrakcja	150-250	Wybranie, wywóz i składowanie	500	60-65%
Rozpuszczalniki organiczne w wodach gruntowych, 2,5 akra	Fitobariera hydrauliczna z jednoczesną fitodegradacją	200 (założenie i wstępne zabiegi pielęgnacyjne)	Układ pomp mechanicznych, wywóz i chemiczne oczyszczenie	700 (rocznie)	do 50%
TPH* w glebach, 1 akr	Ryzodegradacja i fitodegradacja	50-100	Wybranie, wywóz i spalanie lub składowanie	500	do 80%

*TPH (ang. *total petroleum hydrocarbons*) – węglowodory ropopochodne

nik i jej społecznej akceptowalności. Fitoremediacja może być z powodzeniem rozpatrywana zarówno jako samodzielny projekt, jak i jako grupa metod wspomagających konwencjonalną remediację *in situ* płytkich warstw gleby, wód powierzchniowych, wód gruntowych i składowisk odpadów. Cechą która predysponuje „zieloną” remediację do zastosowań wielkoobszarowych jest brak destrukcyjnego oddziaływania na strukturę i żyzność gleb. Po zakończeniu przebiegu procesu istnieje możliwość powrotu terenów do puli użytków gospodarczych. Roślinność obsadzana na terenach zdegradowanych oprócz bezpośredniej eliminacji i/lub ograniczania zanieczyszczeń, sprzyja też dodatkowej ochronie przed erozją i rozprzestrzenianiem się zanieczyszczeń w postaci pyłów lub odcieków.

Fitoremediacja wraz z bioremediacją stanowią grupę nowoczesnych technik współczesnej biotechnologii środowiska, które umożliwiają efektywne i społecznie akceptowalne procesy eliminacji niebezpiecznych związków chemicznych.

Podsumowanie

Uprawa roślin GMO na nieużytkach lub terenach zasolonych to tylko jeden z nielicznych przykładów dalszego rozwoju rolnictwa w XXI wieku. Technologie bioremediacji i fitoremediacji być może zapewnią w niedalekiej przyszłości przywrócenie do wykorzystania gospodarczego terenów utraconych w wyniku silnego zanieczyszczenia. Procesy fitoremediacji i bioremediacji mogą okazać się na tyle wydajne, że część terenów zdegradowanych przemysłowo, będzie można powtórnie zagospodarowywać rolniczo. Niewątpliwie przyszłe trendy rozwoju biotechnologii środowiska pojawią się wraz z nowymi wyzwaniami stawianymi sobie przez ludzkość.

Wpłynęło 9 XII 2002

mgr Donald Włodkowiec pracuje w Zakładzie Biochemii, Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu

ELŻBIETA OSIŃSKA, ANNA KALKOWSKA (Lublin)

TOKSYCZNOŚĆ GLIKOLU ETYLENOWEGO DLA CZŁOWIEKA

Zatrucia glikolem etylenowym, ze względu na dość częste występowanie i szczególnie ciężki przebieg, stanowią istotny problem terapeutyczny na oddziałach ostrych zatruć. W ciągu roku w niektórych ośrodkach hospitalizuje się z powodu zatrucia tym alkoholem nawet kilkadziesiąt osób. Przyczyną tak licznych przypadków intoksykacji jest szerokie stosowanie glikolu etylenowego, a także jego specyficzne właściwości.

Glikol etylenowy – etandiol (OH-CH₂-CH₂-OH) jest bezbarwną, oleistą cieczą bez zapachu, o lekko słodkim smaku. Temperatura wrzenia tego alkoholu wynosi 197,5°C, a masa cząsteczkowa 62,07. Charakteryzuje się on dobrą rozpuszczalnością w wodzie i rozpuszczalnikami organicznymi.

Związek ten znajduje szerokie zastosowanie, głównie jako rozpuszczalnik w przemyśle farbiarskim, drukarskim, włókienniczym i kosmetycznym. Ma zdolność rozpuszcza-

nia celulozy. Wykorzystywany jest do produkcji materiałów wybuchowych oraz płynów niezamarzających, stosowanych w chłodnicach silników spalinowych i układach hamulcowych. Jest również składnikiem wielu środków stosowanych w przemyśle i gospodarstwie domowym. Z alkoholami alifatycznymi tworzy etery, estry i eteroestry. Są to ciecze wykorzystywane w przemyśle i technice jako dobre rozpuszczalniki nitro- i acetylocelulozy, tłuszczów, żywic, polimerów. Stanowią one też podstawę wielu szybko schnących lakierów, emalii i politur.

Do organizmu człowieka glikol trafia drogą oddechową w postaci par i aerozoli, przez skórę w postaci ciekłej, ale przede wszystkim z przewodu pokarmowego. Oceniając ryzyko wystąpienia zatrucia etandiolem należy wziąć pod uwagę wspomniany już brak zapachu i lekko słodki smak, a więc brak sygnałów ostrzegawczych, a także wysoką to-

ksyczość – LD₅₀ dla człowieka zawiera się w granicach 1,0 -1,5 ml/kg m.c. Dla porównania wartość LD₁₀₀ glikolu propylenowego (1,2-propandiolu) dla dorosłego człowieka określana jest na około 20 g/kg m.c., (około 19,4 ml/kg. m.c.). [LD – *lethal dosis*, ang. dawka śmiertelna; LD₅₀ – dawka powodująca śmierć u połowy osób; LD₁₀₀ dawka śmiertelna dla wszystkich; m.c. – masa ciała]

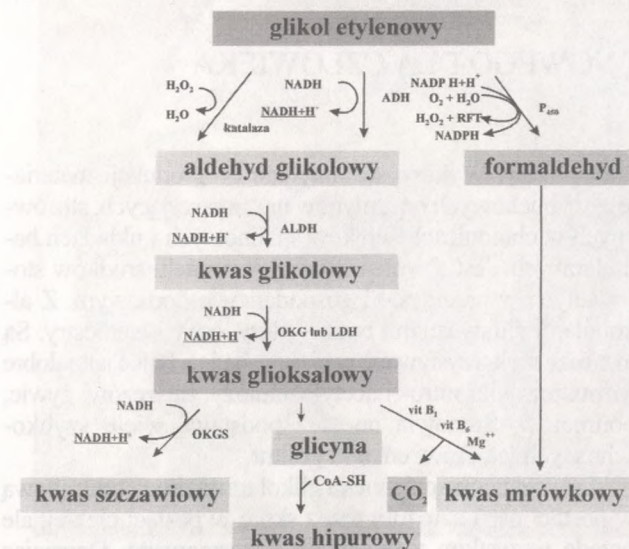
Glikol etylenowy jest bardzo szybko wchłaniany z przewodu pokarmowego, osiągając maksymalne stężenie we krwi już po 1 do 4 godzin od spożycia. Również biotransformacja tego związku jest bardzo szybka. Okres półtrwania etandiolu w organizmie wynosi średnio 2,5 godziny. Po 18-24 godzinach w zasadzie nie stwierdza się już jego obecności we krwi, tkankach i moczu. Znacznie dłuższy okres półtrwania mają metabolity glikolu – obecność szczawianów w moczu można wykazać nawet po kilku tygodniach od zatrucia.

Biotransformacja glikolu etylenowego zachodzi przede wszystkim w wątrobie i nerkach przy udziale tych samych układów enzymatycznych, które uczestniczą w metabolizmie etanolu (alkoholu etylenowego) (ryc.1).

Podstawową drogą biotransformacji etandiolu są reakcje utleniania pozamitosomalnego, zachodzące przy udziale dehydrogenaz. Jest on metabolizowany przy udziale cytozolowej dehydrogenazy alkoholowej (ADH) do aldehydu glikolowego, który następnie jest utleniany przy udziale mitochondrialnej dehydrogenazy aldehydowej (ALDH) do kwasu glikolowego. Kwas glikolowy w obecności dehydrogenazy kwasu glikolowego (OKG) lub dehydrogenazy mleczanowej (LDH) jest utleniany do kwasu glioksalowego.

Metabolizm kwasu glioksalowego może przebiegać w trzech kierunkach. Jedną z dróg jest utlenianie do kwasu szczawowego, drugą przemiana do glicyny i kwasu hipurowego, trzecią utlenianie do CO₂ i kwasu mrówkowego.

Kwas mrówkowy jest utleniany w reakcji enzymatycznej, której kofaktorem jest kwas foliowy, do dwutlenku węgla i wody. Przemiana ta jest uzależniona od dostępności tiaminy (wit. B₁), pirydoksyny (wit. B₆) i jonów magnezu, co zostało wykorzystane w terapii zatruc glikolem etylenowym.



Przebieg biotransformacji glikolu etylenowego (wg Janczyk i Wiecherek, 2002 – zmodyfikowany)

Metabolizm etandiolu zachodzi ze zróżnicowaną szybkością na poszczególnych etapach. Najwolniej metabolizowany jest kwas glikolowy, dlatego też poziom tego związku we krwi i w moczu może być wskaźnikiem zatrucia. Stężenie tego metabolitu, z uwagi na wysoką korelację z przebiegiem zatrucia, ma też znaczenie prognostyczne. Ponadto kwas glikolowy jest prawdopodobnie odpowiedzialny za rozwój kwasicy metabolicznej, występującej w zatruciu glikolem etylenowym.

Niewielka ilość etandiolu jest metabolizowana przy udziale katalaz i monooksygenaz. Utlenianie mikrosomalne glikolu etylenowego, przebiegające przy udziale układów enzymatycznych związanych z cytochromem P₄₅₀ prowadzi do powstania formaldehydu. W tej przemianie rolę oksydanta pełni żelazo cytochromu P₄₅₀, ulegające redukcji przy tej okazji. Biotransformacja do formaldehydu związana jest z uwalnianiem jonu ponadtlenkowego, który jest odpowiedzialny za niektóre następstwa toksycznego działania etandiolu.

Mechanizm toksycznego działania glikolu jest wielokierunkowy. Jego działanie niespecyficzne dotyczy głównie toksycznego wpływu na komórki ośrodkowego układu nerwowego, przejawiającego się różnego rodzaju objawami neurologicznymi – zaburzeniami równowagi, oczopląsem, drgawkami, napadami skurczów klonicznych, utratą przytomności do śpiączki włącznie.

Działanie specyficzne etandiolu związane jest głównie z jego metabolitami. Aldehyd glikolowy wywiera silne działanie depresyjne na ośrodkowy układ nerwowy, kwas glikolowy i glioksalowy odpowiedzialne są za rozwój kwasicy metabolicznej, a kwas szczawowy i hipurowy działają nefrotoksycznie.

Aldehyd glikolowy zaburza funkcję OUN na skutek hamowania metabolizmu glukozy, serotoniny i zmian stężenia amin katecholowych.

Kwaśne metabolity prowadzą do ciężkiej, niewyównanej kwasicy. Reagując z układem buforowym krwi doprowadzają do obniżenia pH płynów ustrojowych i powiększenia tzw. luki anionowej. Ponadto wzrost stężenia zredukowanej formy nukleotydu nikotynoaminoadeninowego (NADH+H⁺) hamuje aktywność dehydrogenaz, a w efekcie przemiany w cyklu Krebsa i prowadzi do powstania ciał ketonowych. Wysokie stężenie NADH+H⁺ zwiększa przemiany pirogronianu w stronę mleczanu, co dodatkowo pogłębia kwasicę. W tych warunkach zaburzeniu ulega oddychanie tkankowe na skutek zmniejszonego powinowactwa hemoglobiny do tlenu. Zaburzona zostaje również czynność układu sercowo-naczyniowego – może wystąpić bradykardia z jednoczesnymi skurczami dodatkowymi, komorowe zaburzenia rytmu serca, a nawet całkowite zatrzymanie jego akcji. Zmiany w zapisie EKG przejawiają się rozszerzeniem zespołu QRS, skróceniem odcinka ST i zmianami wysokości załamek T (wysoki) i P (niski aż do zaniku). Zmiany te są związane ze wzrostem zawartości jonów K⁺ w płynach ustrojowych.

Ciężkość stanu klinicznego pacjentów i rokowanie wykazują bezpośredni związek z głębokością zaburzeń metabolicznych i kwasicą. Przy pH krwi poniżej 7,0 rokowanie jest złe. Większość pacjentów z tak głębokimi zaburzeniami umiera pomimo intensywnego leczenia.

Glikol etylenowy jest związkiem o działaniu nefrotoksycznym. Objawy ostrej, toksycznej niewydolności nerek –

skapomocz lub bezmocz – pojawiają się zazwyczaj po 24 do 72 godzin od spożycia tego alkoholu. Dysfunkcja nerek w zatruciu glikolem etylenowym związana jest z upośledzeniem ukrwienia na skutek obrzęku narządu, z uszkodzeniem mięszu przez kryształki szczawianu wapnia odkładające się w kanalikach nerkowych, a także z zaburzeniami osmotycznymi połączonymi z zaburzeniami gospodarki wodno-elektrolitowej. W zatruciu ostrym upośledzenie funkcji wydalniczej nerek może być przejściowe, bowiem w cewkach dochodzi do regeneracji komórek nabłonkowych i udrożnienia większości nefronów. W zatruciu podostym wydalany mocz jest krwisty, mętny, z dużą ilością bezpostaciowego osadu, co wskazuje na toksyczne uszkodzenie nerek.

Selektywne wykrywanie uszkodzeń kanalików nerkowych możliwe jest dzięki radio- i enzymoimmunologicznym technikom badania białek enzymatycznych, w tym transferaz S-glutationowych (GST α i π) w moczu. GST-azy są charakterystycznie rozmieszczone w różnych częściach nefronu. W komórkach kanalików proksymalnych obecna jest α -GST, natomiast w pętli Henlego, komórkach części krętej kanalika dystalnego i kanalikach zbiorczych dominuje π -GST. W przebiegu ostrego zatrucia glikolem etylenowym wzrasta wyraźnie aktywność izoenzymu π -GST przy

niewielkich zmianach α -GST, co przemawia za uszkodzeniem komórek w części dystalnej nefronu.

Po przebyciu zatruciu etandiolem występują przypadki tzw. późnych objawów zatrucia. Dotyczą one obustronnego porażenia nerwu twarzowego, językowo-gardłowego i błędnego. Prawdopodobnie ich przyczyną są zaburzenia metabolizmu pirydoksyny, spowodowane wysokim stężeniem szczawianów wapnia. Są to zaburzenia przejściowe, ustępujące samoistnie w przypadku nerwów IX i X po około 2 tygodniach, a w przypadku nerwu VII po 6 miesiącach.

Z uwagi na ciężkość zatruc glikolem etylenowym niezbędne wydają się być działania profilaktyczne. Po pierwsze należy ciągle uzmysławiać ludziom zagrożenia, jakie stwarza kontakt, a zwłaszcza spożycie etandiolu. Po drugie, w ślad za wieloma krajami Europy, w których liczba przypadków zatruc tym związkiem wyraźnie się zmniejszyła dzięki dawaaniu do płynów zapobiegających zamarzaniu substancji nadających im gorzki, nieprzyjemny smak i niemiły zapach, wprowadzić podobne rozwiązanie także w naszym kraju.

Wpłynęło 28 I 2003

lek. med. Elżbieta Osińska pracuje w Instytucie Medycyny Wsi w Lublinie
mgr Anna Kałkowska pracuje w Państwowej Szkole Budownictwa i Geodezji w Lublinie

RAFAŁ GARŁACZ (Kraków)

GÓRSKIE LASY DESZCZOWE ANDÓW

Nizinne lasy deszczowe (ang. *lowland rain forest*) pokrywają w Ameryce Południowej ogromne obszary Niziny Amazonki i Orinoko. W zachodniej części kontynentu lasy te ustępują miejsca innej formacji roślinnej, określanej jako górskie lasy deszczowe (ang. *montane rain forest*) nazywane również lasami mglistymi lub chmurnymi (ang. *cloud forest*). W tej części kontynentu dominują Andy – potężny łańcuch górski o długości około 9000 km i szerokości 200–800 km. Góry te charakteryzują się południkowym przebiegiem i zaliczane są do najwyższych górotworów świata. Ekosystem górskich lasów deszczowych został wyróżniony zarówno ze względu na specyficzne warunki klimatyczne jakie panują w Andach, jak i strukturę szaty roślinnej oraz specyficzną faunę. Najważniejszymi czynnikami klimatycznymi, które decydują o charakterze lasów w tej strefie są: bardzo wysokie opady atmosferyczne, średnie temperatury powietrza znacznie niższe niż na nizinach oraz praktycznie całkowity zanik zmian sezonowych. Tak specyficzne warunki klimatyczne wynikają z obecności, osiagającego kilka tysięcy metrów wysokości, łańcucha Andów, który wpływa na przemieszczanie się mas powietrza znanego Oceanu Spokojnego i Amazonii. Również w samej strukturze lasu dostrzegalne są wyraźne różnice. Drzewa osiagają znacznie mniejsze wysokości, nie wytwarzają korzeni skarpowych, brak tak charakterystycznych dla nizinnych

lasów lian i palm. Znacznej modyfikacji ulega sam skład gatunkowy zbiorowisk roślinnych. Gatunki z rodzin pospolicie reprezentowanych na nizinach ustępują pola gatunkom górskim. Jednym z bardziej charakterystycznych elementów lasów górskich są epifity – rośliny porastające pnie, konary i gałęzie drzew i krzewów, osiagające na większych wysokościach największą różnorodność.

Górskie lasy deszczowe Andów są bardzo słabo poznane. Cała uwaga badaczy skupiała się wcześniej na lasach nizinnych, natomiast obszary górskie, ze względu na utrudniony dostęp oraz niesprzyjające warunki klimatyczne zniechęcały i odstraszały nielicznych, którzy wybierali się w te rejony. W ostatnich latach zainteresowanie lasami górskimi Andów znacznie wzrosło. Okazuje się, że różnorodność gatunkowa tych zbiorowisk jest znacznie większa niż przypuszczano. Wyraża się to w odrębności flory i fauny poszczególnych grup górskich wyodrębniających się w łańcuchach andyjskich kordylier oraz w wysokim stopniu endemizmu tych obszarów.

Górskie lasy deszczowe (w różnych odmianach i postaciach) ciągną się od Kostaryki i Panamy (a nawet Meksyku) poprzez Wenezuelę, Kolumbię, Ekwador do Peru i Boliwii. W północnej części kontynentu można spotkać tak zwane przybrzeżne lasy górskie, porastające zbocza niewielkich pasm górskich na stosunkowo małych wysoko-



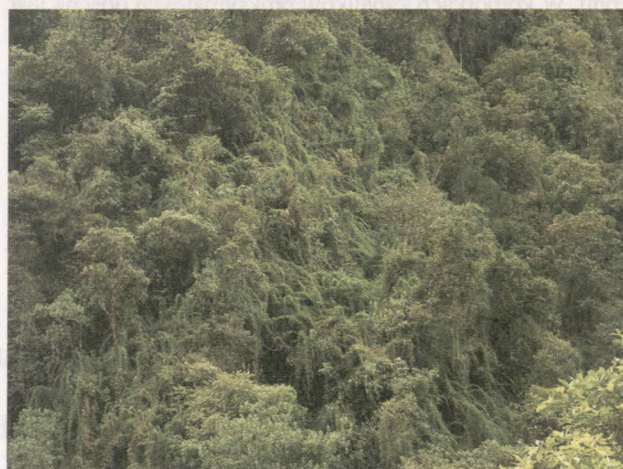
Ryc. 1. Stoki pokryte pierwotnym lasem *yungas* w Parku Narodowym Yanachaga – Chemillén w środkowym Peru. Na zdjęciu widoczne naturalne osuwiska pełniące ważną rolę w funkcjonowaniu ekosystemu. Fot. R. Garlacz

ciach (około 800 m n.p.m.). Również w pasie pobraża brazylijskiego, na obszarach położonych powyżej 1200–1600 m n.p.m. występują lasy o podobnym charakterze: bardzo wilgotne, spowite mgłami o niższych średnich temperaturach niż na nizinach. Główną domeną lasów górskich są jednak Andy. Ich zbocza na odcinku od Kolumbii do południowego Ekwadoru porośnięte są tymi lasami zarówno od strony Oceanu Spokojnego jak i od Amazonii. Na zachodnich stokach, zwłaszcza w Kolumbii, gdzie notowane są jedne z najwyższych opadów atmosferycznych na Ziemi, środowisko to jest szczególnie bogate w gatunki. Sytuacja ulega jednak zmianie w miarę posuwania się w kierunku południowym. Zimny Prąd Humboldta płynący z południa na północ wzdłuż zachodniego wybrzeża Ameryki Południowej powoduje, że masy powietrza na południe od Ekwadoru stają się coraz bardziej suche w wyniku czego ilość opadów po tej stronie Andów zmniejsza się praktycznie do zera. To z kolei uniemożliwia istnienie lasów górskich na wysuszonej ziemi zachodnich stoków Kordyliery Zachodniej. Dlatego w Peru i Boliwii lasy te znajdują się tylko na wschodnich stokach Andów, gdzie wilgotne powietrze z Amazonii niesie z sobą obfite opady deszczu.

W zależności od wysokości nad poziomem morza wyróżnia się kilka typów lasów górskich. Pierwszym z nich jest las podgórski (ang. *premontane rain forest*). Jego granica przebiega na wysokości około 1000–1500 m n.p.m. Swoją strukturą przypomina on raczej las nizinny, jednak ze słabo zaznaczonym okresem pory suchej. W zależności od położenia geograficznego, granica tej formacji może ulegać przesunięciu. Nad strefą lasu podgórskiego rozciąga się las górski dolnego piętra (ang. *lower montane forest*). Formacja ta nosi nazwę *yungas* (ryc. 1), a jej górna granica przebiega na wysokości 2400–2800 m n.p.m. Opady atmosferyczne osiągają tu 2000–3000 mm rocznie a średnie temperatury wahają się od około 18°C w niższych położeniach do 12°C w wyższych. Cechami odróżniającymi ten rodzaj formacji roślinnej od poprzedniej jest brak palm i obecność drzew bez korzeni skarpowych. Flora reprezentowana jest głównie przez gatunki z rodzin *Lauraceae*, *Myrtaceae*, *Bignoniaceae*, *Euphorbiaceae* oraz *Moraceae*. Czasami las taki nazywany jest również lasem drobnolistnym ze względu na znaczną



Ryc. 2. Paproć drzewiasta w lesie spowitym mgłą na wysokości 2800 m n.p.m. Środkowy Ekwador, Kordyliera Wschodnia, zbocza wulkanu Tungurahua. Fot. R. Garlacz



Ryc. 3. Pionowe, urwiste zbocza, na których nie są w stanie utrzymać się żadne drzewa, porastają zarośla bambusów. Fot. R. Garlacz



Ryc. 4. Mchy epifityczne w lesie na wysokości około 3000 m n.p.m. Fot. R. Garlacz

redukcję powierzchni blaszki liściowej. Znacznemu zmniejszeniu ulega także wielkość drzew, które z reguły nie przekraczają 25–30 metrów wysokości w dolnej partii strefy. Na uwagę zasługuje pojawienie się paproci drzewiastych z rodzajów *Cyathea* (ryc. 2) i *Alsophila* oraz bambusów



Ryc. 5. Epifityczne storczyki potrafią utrzymać się nawet na pionowym pniu drzewa. Peru, rejon Chanchamayo. Fot. R. Garlacz



Ryc. 7. Krzewinkowa roślinność na wysokości około 4000 m n.p.m. ponad górną granicą lasu w środkowym Ekwadorze. Fot. R. Garlacz

(*Chusquea*) porastających najbardziej strome zbocza i urwiska (ryc. 3), a także miejsca odsłonięte w wyniku osuwisk i naturalnych wiatrołomów. Wysokie opady i mgły, zapewniające odpowiednią wilgotność, stwarzają doskonałe warunki dla życia epifitów (ryc. 4, 5). Należą do nich zarówno rośliny zarodnikowe (porosty, mchy, wątrobowce, widłaki, widliczki i paprocie), jak i rośliny kwiatowe (głównie z rodzin *Bromeliaceae* oraz *Orchidaceae*). Do dna lasu dociera więcej światła, gdyż posiada on mniej zwartą strukturę koron drzewnych. Pozwala to na bujniejszy rozwój warstwy roślin zielnych. W jej skład wchodzi gatunki z rodzin złożonych (*Asteraceae*) oraz obrazkowatych (*Araceae*). W strukturze lasu wyróżnia się z reguły tylko dwie warstwy. Pierwszą z nich tworzą drzewa, natomiast drugą, bardzo zwartą, krzewy, bambusy i większe byliny. Poruszanie się w takim środowisku jest niemal niemożliwe poza istniejącymi już ścieżkami.

Kolejną strefę stanowi las nazywany *ceja*. Jego górna granica przebiega na wysokości około 3400–3600 m n.p.m., a średnie opady dochodzą z reguły do 2000 mm rocznie, przy czym znaczne ilości wody pochodzą z mgły, która przez większą część doby spowija gęsto zbocza gór. Znacznemu obniżeniu ulegają także średnie temperatury dobowe, które w górnych granicach strefy mogą spadać poniżej 10°C. Drzewa są tu niewielkie i z reguły nie prze-

kraczą 15 metrów wysokości, ich pnie i konary powyginane, a liście małe i twarde. Najważniejszymi rodzajami są: *Weinmannia*, *Brunelia*, *Clusia* (ryc. 6), *Drimys*, *Miconia*, *Eugenia*, *Ilex* i *Escallonia*. Do większych drzew należy zaliczyć kilka gatunków z rodzaju *Podocarpus*, którego drewno ma wysoką wartość przemysłową. Dość często spotyka się jeszcze paprocie drzewiaste lecz prawie w ogóle nie ma lian. Dominującą grupą roślin wciąż są epifity, jednak z mniejszym udziałem storczykowatych i bromeliowatych. W górnej części tego piętra roślinności znaczny udział mają gatunki z rodziny wrzosowatych (*Ericaceae*) osiągające do 8 metrów wysokości, a także zarośla krzewiastych dziurawców.

Klimatyczna górna granica lasu przebiega w Andach na różnych wysokościach, najczęściej pomiędzy 3800–3900 metrów. Na takiej wysokości roślinność jest już niska (do 2 metrów) i tworzą ją niewielkie krzewy, krzewinki, krzaczaste byliny, rośliny zielne oraz trawy (ryc. 7). Pojedynczo pojawiają się nieliczne karłowate drzewka. Powyżej tej granicy rozciąga się formacja otwarta zwana *paramo* z dominującym udziałem traw oraz gatunków z rodzaju *Espeletia* sięgających do północnego Ekwadoru i *Puya* występujących aż po strefę wiecznego śniegu.



Ryc. 6. *Clusia* sp. – pęknięty owoc. Drzewo o twardych i grubych liściach rosnące w lesie *yungas*. Peru, wysokość 2400 m n.p.m. Fot. R. Garlacz



Ryc. 8. Črna z rodzaju *Erateina* (*Geometridae*). Przedstawiciele tego rodzaju występują tylko w andyjskich lasach górskich. Fot. J. Wojtusiak

Warunki klimatyczne panujące w górskich lasach deszczowych wpływają na przebieg procesów fizjologicznych u roślin, co odbija się na produktywności tego ekosystemu. Niższe średnie temperatury o większych amplitudach dobowych oraz obecność mgieł znacznie zmniejszających ilość promieniowania słonecznego, wpływają w istotny sposób na szybkość procesów respiracji, transpiracji i fotosyntezy. Dlatego też ilość wytwarzanej masy roślinnej w ciągu roku jest tu znacznie mniejsza w porównaniu do tej, jaką wytwarza las nizinny. Wiele roślin, szczególnie rosnących powyżej, wytworzyło struktury ochronne w postaci wosków i kutnerowych włosków w celu ochrony przed niskimi temperaturami w nocy, a także przed silnym promieniowaniem ultrafioletowym.

Lasy górskie to nie tylko specyficzne środowisko florystyczne. To także odmienny świat zwierząt. Największymi żyjącymi tu ssakami są niedźwiedzie andyjskie, pumy i tapiry górskie. Badania prowadzone nad drobnymi ssakami wykazały, że tylko w jednym płacie lasu chmurnego może występować ponad 200 gatunków tych zwierząt. W Peru na wysokości 2000 m n.p.m. naliczono ponad 40 gatunków nietoperzy. Bardzo licznie reprezentowane są również ptaki, a biorąc pod uwagę powierzchnię lasów górskich, która jest nieporównywalnie mniejsza od powierzchni zajmowanej przez lasy nizinne, bogactwo gatunkowe tej grupy kręgowców jest uznawane za jedno z największych na Ziemi. W lasach Kostaryki stwierdzono na przykład występowanie ponad 850 gatunków ptaków, a w obu Kordylierach Ekwadoru ponad 500 gatunków. Słabiej reprezentowane są gady i płazy, których różnorodność gatunkowa maleje w miarę wzrostu wysokości. Praktycznie powyżej 1800 m n.p.m. nie spotyka się już jadowitych węży. Uboższy jest także świat organizmów wodnych, a w szczególności ryb. Wydaje się, że powodem tego jest specyfika andyjskich strumieni i rzek, które ze względu na duże nachylenie terenu mają bardzo silny prąd wody, której poziom w korytach ulega szybkim i znacznym zmianom.

Bardzo bogaty jest świat organizmów bezkręgowych, a w szczególności owadów. Co prawda ciągle dysponujemy tylko niekompletnymi danymi na ten temat, jednak już wiadomo, że różnorodność bezkręgowców w Andach nie ma sobie równej w żadnej innej części świata. Badania przeprowadzone na stosunkowo niewielkim płacie lasu w południowym Ekwadorze wykazały istnienie ponad 1000 gatunków ciem należących tylko do jednej rodziny miernikowcowatych (*Geometridae*) (ryc. 8). Dla porównania na obszarze całej Polski stwierdzono do tej pory około 400 gatunków z tej rodziny. Równie bogaty jest świat motyli dziennych. W Kostaryce wykazano ponad 700 gatunków, a w wielu rejonach Ekwadoru i Peru, bogactwo gatunkowe tylko jednego płemienia *Pronophilini* (*Satyridae*) przekracza liczbę 100 gatunków. Na kilkunastu hektarach lasu w środkowym Ekwadorze zidentyfikowano niemal 70 gatunków modliszek (w Polsce żyje jeden gatunek), a na wysokości ponad 3700 m n.p.m. obserwowano jeszcze niemal 100 gatunków ciem. Ze względu na tak ogromną różnorodność gatunkową ob-

szary górskie porośnięte lasem mgłowym mają bardzo dużą wartość biologiczną.

Górskie lasy tropikalne są doskonałym laboratorium terenowym, w którym możemy obserwować zarówno złożone zależności ekologiczne, jakie wywiązały się pomiędzy różnymi grupami organizmów, jak i mechanizmy rządzące ewolucją i powstawaniem nowych gatunków na Ziemi. Andy są bardzo wysokimi górami poprzecinanyymi wieloma głębokimi dolinami rzecznyymi co powoduje, że niewielkie fragmenty lasów mogą być dobrze odizolowane od pozostałych. Obszary te można traktować jak wyspy ekologiczne, w których procesy specjacji bieżą własnym torem. Prowadzi to do powstania gatunków endemicznych, które w każdym izolowanym masywie górskim mają swój własny, niewielki zasięg. Duże zróżnicowanie gatunkowe oraz wysoka specyficzność faun pozwala stosunkowo łatwo wykryć istnienie migracji i ocenić granice rozprzestrzeniania się różnych gatunków zwierząt.

Tereny górzyste Ameryki Południowej od bardzo dawna były zamieszkiwane przez ludzi. Dopóki presja człowieka na naturę była niewielka, obecność ludzi nie stanowiła większego zagrożenia dla lasów. Jednakże nagły i intensywny wzrost demograficzny, który rozpoczął się w ubiegłym stuleciu i który coraz bardziej się nasila, doprowadził do katastrofalnie dużych zmian w szacie roślinnej Andów. Wzrost zaludnienia spowodował zwiększone zapotrzebowanie na produkty żywnościowe i w związku z tym potrzebę tworzenia nowych pól uprawnych. Proces ten odbywał się kosztem wycinania i wypalania lasów i zakładania upraw na ogołoconych zboczach. Niestety słabej jakości gleby nie dają na dłuższą metę wysokich plonów, wobec czego istnieje stała potrzeba pozyskiwania nowych terenów pod uprawy i pastwiska. W bardzo krótkim czasie doprowadziło to do poważnego zmniejszenia się powierzchni lasów górskich czego najlepszym przykładem jest Kolumbia, gdzie doszło praktycznie do całkowitego zniszczenia tego środowiska. Pierwotne lasy górskie zostały tam zachowane tylko w małych fragmentach w obrębie granic parków narodowych. Nieco lepsza sytuacja jest w Ekwadorze, Peru i Boliwii, chociaż proces wycinania lasów i tam postępuje naprzód. Wydaje się, że alternatywą umożliwiającą miejscowej ludności zdobycia środków do życia jest rozwój turystyki ekologicznej w Andach. Obecnie wielu prywatnych właścicieli kupuje spore obszary pierwotnych lasów górskich (podobny proces obserwuje się również na nizinach) i po stworzeniu odpowiedniej infrastruktury, zaczyna świadczyć usługi turystyczne. Należy mieć więc nadzieję, że ta tendencja wzmocni się i w ten sposób uda się zachować to, co jeszcze pozostało ze wspaniałych lasów tropikalnych, które natura stworzyła w ciągu setek tysięcy lat ewolucji.

Wpłynęło 26 V 2003

Rafał Garlacz jest doktorantem Środowiskowego Studium Doktoranckiego przy Wydziale BiNoZ na Uniwersytecie Jagiellońskim. Zajmuje się badaniem różnorodności biologicznej owadów w górskich lasach Ameryki Południowej, które prowadzi w Muzeum Zoologicznym UJ

JERZY GÓRECKI, EDYTA SZWED (Kraków)

GEOLOGICZNO-GÓRNICZE WĘDRÓWKI KRÓLA STANISŁAWA AUGUSTA PONIATOWSKIEGO PO ZIEMI KRZESZOWICKIEJ

Pięć miesięcy – od 23 lutego do 22 lipca 1787 roku – trwała podróż króla Stanisława Augusta Poniatowskiego „na Ukrainę i do innych ziem koronnych”. Władca chciał poznać osobiście stan gospodarki kraju, m.in. górnictwa, w trudnych chwilach przeżywanych przez Rzeczypospolitą.

W dniu 29 czerwca o godzinie jedenastej przed północą, po dwutygodniowym pobycie w Krakowie, orszak królewski przybył do Krzeszowic. Podczas czterodniowego pobytu króla na ziemi krzeszowickiej, bogatej w marmury, kruszce, węgiel i inne kopaliny użyteczne, ujawniły się znakomicie geologiczno-górniczne zainteresowania królewskie. Jeden z kronikarzy królewskiej „wizyty gospodarskiej” zauważył geologiczną pasję dostojnego gościa pisząc: „...szedłszy pieszo obaczył przednie kamienie koloru porfirowego, z których (...) sam Najjaśniejszy Król Imć młoteczką uknuwszy tegoż kamienia wziął w małej sztuce kamień...”. Trudno się zatem dziwić, że w zamku królewskim w Warszawie nie brakowało okazów geologicznych w utworzonym tam gabinecie historii naturalnej.

Co skłoniło króla do wizyty w Krzeszowicach?

Na pewno powszechna opinia o bogactwie kopalin i tajemniczym pięknie tej krainy. Ale do królewskich uszu doszła jeszcze jedna wieść o rosnącej sławie krzeszowickiej „wody siarczastej” i zbawiennych skutkach kąpieli mineralnych. Wiedza króla o budowie geologicznej rejonu Krzeszowic i korzyściach z używania tamtejszych wód mineralnych pochodziła zapewne z krakowskiego wykładu profesora historii naturalnej J. Jaśkiewicza. Na możliwość wyborynych kąpieli po trudach podróży zwracał także uwagę nadworny lekarz królewski Leopold de Lafontaine, który przebywał w Krzeszowicach przez 6 lat, a później w roku 1789 wydał świetną pracę „Opisanie skutków i używania ciepłych siarczastych i zimnych żelaznych kąpieli w Krzeszowicach”.

Ziemia krzeszowicka jest miejscem niezwykłym. Tak dużego urozmaicenia krajobrazu na niewielkim obszarze trudno szukać w innych częściach kraju. Wynika ono ze skomplikowanej budowy geologicznej obszaru. W promieniu najwyżej 10 kilometrów od Krzeszowic występują dolomity i czarne „marmury” dębnickie wieku dewońskiego, wapienie dolnokarbońskie, piaskowce i zlepieniec z pokładami górnokarbońskiego węgla kamiennego, wylewne skały wulkaniczne permu (porfiry, melafiry, diabazy) oraz towarzyszące im tufy i tufity utworzone z opadających popiołów wulkanicznych, triasowe dolomity kruszczonośne z rudami cynku, ołowiu i srebra, glinki dolnej jury, różnorakie wapienie jurajskie, płyty osadów kredowych, iły miocenijskie z gipsami, piaski i żwiry rzeczniczodolowcowe z eratykami, martwice wapienne i lessy... O ukształtowaniu rzeźby terenu zadecydowały w największym stopniu przejawy tektoniki fałdowej i uskokowej. Blisko siebie występują utwory osadowe i wulkanity „niespokojnego” tj. paleozoicznego piętra strukturalnego oraz osady „dobrze

ułożonego” piętra mezozoicznego. A same Krzeszowice są położone w tektonicznym rowie krzeszowickim, trzeciorzędowej strukturze tektoniki „alpejskiej”.

Krzeszowice i ich otoczenie w chwili obecnej

O tradycji dawnego górnictwa skalnego, kruszcowego i węglowego oraz wykorzystaniu wód mineralnych świadczy doskonale herb Krzeszowic – ze źródłem i górnictwymi młotkami.

Od czasu królewskiej wizyty przed 216 laty wiele się zmieniło. Dziś Krzeszowice walczą o reaktywowanie uzdrowiska (Krzeszowice-Zdrój? są spełnione ku temu wszelkie warunki), a w okolicy ciągle trwa stosunkowo małoekonomiczne wydobycie kopalni skalnych (głównie wapieni, dolomitów, porfirów i diabazów). Najważniejsze jest wszak rosnące znaczenie Krzeszowic jako świetnego miejsca wypoczynku dla mieszkańców aglomeracji krakowsko-śląskiej. Bogactwo krajobrazu, urokliwe doliny, jaskinie, duże kompleksy leśne z grzybami, potoki z pstragarniami, ale także stare kamieniołomy i ślady dawnych robót górniczych – to naturalne atrakcje obszaru. I jeszcze wybitne zabytki: zespół klasztorny Karmelitów Bosych w Czernej, ruiny zamku „Tęczyn” w Rudnie, zespół pałacowo-parkowy w Krzeszowicach, stare drewniane kościoły, np. w Paczółtowicach. Z uwagi na walory przyrodnicze i geologiczne oraz potrzeby skutecznej ochrony środowiska utworzono w okolicy trzy parki krajobrazowe: Dolinki Krakowskie (płd. część Płaskowyzu Ojcowskiego), Rudniański i Tenczyński (na Garbie Tenczyńskim) oraz rezerwy m.in. Doliny Eliaszówki. Sporo jest szlaków turystycznych, w tym Szlak Dawnego Górnictwa (ten wymaga jednak modyfikacji) oraz ścieżek dydaktycznych. Wielką atrakcją dla wędrowców mogą być



Ryc. 1. Trasy wędrówek królewskich na tle współczesnej sieci komunikacyjnej: 1. Krzeszowice – Dębnik – Czarna – Krzeszowice, 2. Krzeszowice – Rudno – Alwernia – Poręba-Żegoty – Tenczynek – Krzeszowice, 3. Krzeszowice – Filipowice – Miękinia – Krzeszowice, 4. Krzeszowice – Czarna – Nowa Góra – Lgota – Olkusz

szlaki „Śladami króla Stasia po nieczynnych kopalniach i miejscach znamienitych w okolicach Krzeszowic”, które proponujemy w niniejszej pracy (ryc. 1). Król jeździł konno, ale również sporo chodził – dziś to mogą być szlaki wyprowadzanych pieszych, rowerowych lub... konnych.

Cztery pracowite dni króla

Najlepszym źródłem informacji o szczegółach programu królewskich wypraw z Krzeszowic i pobytu „u wód” jest relacja nadwornego kronikarza i historyka Adama Naruszewicza, który towarzyszył królowi w całej podróży. Fragmenty tej relacji pt. „Dyaryusz Podróży Najjaśniejszego Stanisława Augusta Króla Polskiego na Ukrainę i Bytności w Krakowie Aż Do Powrotu do Warszawy Dnia 22 lipca 1787”. Zachowały się też inne przekazy miejscowych kronikarzy, a zwłaszcza cenne zapisy w kronice parafialnej „Monumenta Ecclesiae Novimontis” autorstwa plebana i dziekana z Nowej Góry X. Benedykta Zamoyskiego. Rozbieżności w zachowanych relacjach są doprawdy niewielkie i mogą zaprzętać jedynie uwagę historyków weryfikujących biografię króla.

Dzień pierwszy...

... w dobrach *Xiężney Jeymci Marszałkowej Wiel. Koron Izabeli Lubomirskiej rozpoczął się o godzinie dziesiątej gdzie [król] był przyjęty od Xcia Jmci Prymasa. Po huczynym powitaniu Jego Wysokość wyruszył konno do Dębniaka gdzie majstrowie górnicy różne sztuki z marmurów różnego gatunku wyrabiający w znacznych sztukach swojej roboty królowi Jmci prezent dali. Oglądał Najjaśn: Pan w Dębniaku łamy kamienne i szlifiernie, zkąd iechawszy do Czerney, przyjęty był od zakonników tamecznych. W Czernej król podziwiał klasztor i kościół fundacyi tęczynskich, po większej części marmurem ozdobiony, a na kąpiele i obiad powrócił do Krzeszowic. I pewnie byłby nadal spacerował, ale czas po obiedni dla zaszłej nawałnicy i wielkich gromów po kilkudniowych upałach, niedozwolił Najjaśn: Panu dalszego spaceru. Odwiedził tylko JPanią Walewską Wdzinę Sieradzką i JPana Strzębosza Kasztelana Sierpskiego, którzy tu dla poratowania zdrowia do wód Krzeszowickich przybyli. Musiał to być dla króla interesujący dzień. Łomy dębnickie zrobiły ogromne wrażenie, zwłaszcza łom karmelicki (ryc. 2), który już w 1628 roku wszedł na uposażenie czerneńskiego klasztoru dzięki fundacji Agnieszki Firlejowej. Wydobycie „marmurów dęb-*



Ryc. 2. Łom karmelicki marmurów dębnickich. Fot. E. Szwed

ckich” jest prowadzone od sześciu wieków na wzgórzach koło Dębniaka zwanych Marmurowymi Wzgórzami. Geolodzy nie zaliczają tego kamienia do tzw. marmurów właściwych, ale pozyskiwane tu wapienie dewońskie są podatne na obróbkę i łatwe w polerowaniu. Walory dekoracyjne sprawiły, że „marmury dębnickie” trafiły na Wawel, do Czestochowy, do kościołów na Litwie i we Lwowie, do Wrocławia, do Wiednia, gdzie zbudowano z nich główny ołtarz katedry św. Szczepana...Współcześnie kamień ten trafił m.in. do gmachu Sejmu i odbudowanego zamku królewskiego w Warszawie.

Uzdrowisko krzeszowickie – baza wypadowa królewskich wycieczek – bardzo się zmieniło od tamtych lat. Wprawdzie wody siarczanowe były tu znane przynajmniej od 1625 roku (opis leczniczych właściwości wód w kronice ks. Bernarda Bocheńskiego), ale źródło znane dziś jako „Zródł Główny” ocembrowano na polecenie lekarza księcia Augusta Czartoryskiego – Jana Gotfryda Leonhardiego dopiero w roku 1778. Wizytę króla pamięta pałac Vauxhall (ryc. 3), nie ma natomiast pięciu drewnianych „dworków łażenkowych” z roku 1785, ówczesnych łaźni, lazaretu, „rezydencji Pana Doktora”, oberży i gospód. Wody krzeszowickie wykorzystuje się do kuracji w zakresie rehabilitacji narządów ruchu, w schorzeniach reumatycznych, porazowych i obwodu układu nerwowego. Są to wody siarczanowo-wapniowo-magnezowe, siarczkowe, o mineralizacji 2,8 g/litr i zawartości siarkowodoru do 6 mg/l.

Dzień drugi...

... 1 lipca, przyniósł królowi – choć była to niedziela – kolejne doświadczenia geologiczne. W wielu miejscach na południe od Krzeszowic (w Rudnie, w okolicy Alwerni i Regulic) pokazano władcy wspaniałe odsłonięcia i kamieniołomy permskich skał wylewnych, np. melafirów. Na nich stanął niegdyś zamek „Tęczyn” (ryc. 4), a eksploatacja porfirów i diabazów trwa do dziś. Skały te stosowano dawniej jako kamienie budowlane i dekoracyjne, stąd często mówiono o marmurach: *piękność miejsca, a bardziej bliskość gór pełnych marmuru czerwonego, i innych gotunków szacownych kamieni, była powodem Najjaśn: Panu do obchodzenia i oglądania miejscowych ciekawości.*

Tego dnia król był gościem *J.W. Imci Pana Szembeka artylerii wojskowej generała.* Widział najpierw ruiny zamku Tęczynskich w Rudnie (*siedlisko niegdyś zgasłej już rodziny, służy dziś tylko w ogromnych rozwalinach swoich za dowód niestatków rzeczy ludzkich*), potem był na Mszy św. w



Ryc. 3. Pałac Vauxhall w Krzeszowicach gościł Króla. Fot. J. Górecki



Ryc. 4. Ruiny zamku Tęczyn w Rudnie na wzgórzu zbudowanym z melafirów. Fot. E. Szwed

klasztorze OO Bernardynów w Alwerni, aż dotarł wreszcie na obiad do Alwernii dóbr J.Pana Szembeka Szambelana – do pałacu w Porębie. Tam przywitawszy gospodynią, prowadzony był do pięknego gaju z drzew starożytnych i okazałych, gdzie zastał kilka rozbitych namiotów (...); usiadł do stołu otoczony wielkim gminu obojczy płci mnóstwem. J.Pan Szembek (...) rozkazał przyjąć wieśniaczej muzyce która przygrywając wesółemu gminowi (...) zabawiła tym uprzemey prostoty widokiem Nayjaśn: Pana nie tylko u obiadu, lecz i potem... Król powrócił pod wieczór przez Tenczynek do Krzeszowic nazad (...) na kąpiel.

Dzień trzeci...

... przyniósł zwiedzanie niewielkich kopalń węgla w Filipowicach (kopalnie tenczyńskie były znane wprawdzie wcześniej, ale rozwinęły się dopiero w XIX w.) oraz ważnego łomu porfirów w Miękinii. Jeździł Nayjaśn: Pan zrana konno dla widzenia świeżo wynalezionych węgli ziemnych o ćwierć mili od tego miejsca (przyp. autorów – od Krzeszowic), a ukontentowany z tak potrzebnego, bo niedostatek drzew zastępującego wynalazku, udał się do Miękiny góry płodnej w czerwony marmur czyli porfir. Powróciwszy iadł obiad prywatnie, zatrudniony będąc nadeszłą z Warszawy ekspedycją i odpisem na nią.... Wieczorem dwór królewski przygotowywał się już do opuszczenia Krzeszowic.

Dzień czwarty...

... wtorek, 3 lipca, ze wszelkim bagażem już w drogę ruszył król Imć a to przez miasteczko Nową Górę ku Olkuszowi. Wymarsz poprzedziły słowa wdzięczności wobec gospodarzy: Oświadczywszy Jego Król: Mość wdzięczność J.Panu Rudominie Stołnikowi Brasławskiemu zarządzającemu dobrami Koronnemi Xsiężney Jeymci Lubomirskiej Marszałkowej Wielkiej Koron: za wygodne i mile w Krzeszowicach pomieszkanie (...) wyjechał z rana około godziny 8mey do Olkusza. Trasa wiodła z początku tzw. szwedzką drogą, gościńcem zbudowanym przez górników olkuskich w czasie wojen szwedzkich.

Dość szybko bawiło Nayjaśn.: Pana oglądanie dwóch miejsc (...) porfiry w sobie zawierających. Były to odśloniecia w tzw. Padole Centurja koło Miękiny, położone na zachód od „szwedzkiej drogi”. Później, jeszcze przed przybyciem do Nowej Góry, król ruszył na drugą stronę na wieś Czerną ku wschodowi wielkiemu, gdzie w skałach przykrych i ja-

mach niedostępnych znajduje się kamień marmuru czerwonego, różnemi kolorami przedziwnie przeplatany (...); rozkazał Król Imć wziąć kilka gatunków tego marmuru. Porfiry miękińskie monarcha widział już poprzedniego dnia, natomiast w Czernej królowi pokazano zapewne eksploatację żył kalcytowych w wapieniach dolnokarbońskich i zbręcjowanych wapieni zlepionych kalcytem – znanych pod nazwą „rózanki paczółtówickiej”, pojawiającej się w wielu detalach architektonicznych krakowskiego budownictwa sakralnego (np. w otoczeniu katedry wawelskiej).

Wielkim wydarzeniem było entuzjastyczne powitanie króla w Nowej Górze, starym miasteczku górniczym, w którym już w XVI w. istniał urząd żupniczy, a w okolicy działały liczne kopalnie kruszców srebra i ołowiu (słowo „góra” oznacza w języku staropolskim kopalnię). Po wspólniejszej ceremonii podali mieszczanie na serwecie chleb Królowi Imci, który odebrawszy kazał J.W. Imci Xiędzu Naruszewiczowi biskupowi smoleńskiemu certum qutum wyliczyć i ruszyć (...) w dalszą drogę. Ostatnim punktem zwiedzania okolic przed przybyciem do Olkusza było zwiedzanie kopalni kruszczowej koło Lgoty (góra niedaleko Lgoty pełna wybornego galbanu).

Górnictwo kruszczowe na ziemi krzeszowickiej istniało już od kilkuset lat; początkowo wydobywanie dochodziło za ledwie do poziomu wód gruntowych, a zejście głębiej nastąpiło dopiero w II poł. XVI w., w tzw. sztolniowym okresie eksploatacji (długie sztolnie odwadniały złoża). Do dziś zachowały się górnicze nazwy miejscowości: Galman, Płoki – miejsce płukania galeny ... Kiedy król dotarł do Olkusza, miał okazję zapoznać się z wielkim upadkiem górnictwa kruszczowego, zapoczątkowanym po wojnach szwedzkich. To właśnie Stanisław August Poniatowski założył Towarzystwo Kruszcowe Olkuskie z zamiarem ożywienia górnictwa i rekultywacji największej Sztolni Ponikowskiej – ale upadek Rzeczypospolitej wstrzymał na wiele lat realizację tych planów. Dopiero w roku 1814 z inicjatywy Stanisława Staszica nastąpił powrót do górniczych tradycji w rejonie olkuskim.

Pamiętajmy

Górnictwo skalne, kruszczowe i węglowe rozwijało się na ziemi krzeszowickiej przez kilka stuleci. W tej atrakcyjnej krajobrazowo i historycznie okolicy zabytki dawnego górnictwa (stare kamieniołomy, pozostałości robót górniczych itp.) powinny wzbogacić szlaki wędrówek turystycznych.

„Wizyta gospodarska” Króla na początku lata 1787 roku dowiodła, jak ważne były dla władcy przykłady prawidłowego „przyswojenia gospodarczego” złóż w okolicach Krzeszowic. Król – pasjonat geologii i doceniający znaczenie sztuki górniczej – wskazał nam współczesnym, jakie miejsca warto odwiedzić.

W Krzeszowicach i okolicy powinny stanąć tablice informacyjne o szlaku „Śladami wędrówek króla Stanisława Augusta Poniatowskiego”. Każdy turysta odwiedzający te strony winien odnaleźć stosowne wskazówki. Może w parku zdrojowym, nieopodal Źdroju Głównego?

Wpłynęło 26 V 2003

Dr inż. Jerzy Górecki i mgr inż. Edyta Szwed są pracownikami Katedry Geologii Kopalnianej Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH w Krakowie.

GRAŻYNA PYKA-FOŚCIAK, JOANNA GRYBOŚ (Kraków)

SKANINGOWY MIKROSKOP SIŁ (SFM) I JEGO ZASTOSOWANIE W BADANIACH BIOLOGICZNYCH

W ostatnich latach coraz powszechniejszą metodą badawczą wykorzystywaną w naukach przyrodniczych, medycznych i technicznych jest skaningowa mikroskopia sił (SFM – ang. *Scanning Force Microscopy*). Działanie mikroskopów tego typu polega na pomiarze oddziaływań występujących pomiędzy badaną próbką a sondą posiadającą kształt ostro zakończonych igły, przy czym możliwe jest rozdzielenie składowych sił działających prostopadle i równoległe do badanej powierzchni. Pomiar sił działających pomiędzy próbującą sondą SFM a badaną powierzchnią jest dokonywany z dokładnością rzędu pikoNewtonów. Dokładna kontrola stosowanej siły oraz rozmiary próbującego ostrza (rzędu kilku, kilkudziesięciu nanometrów) umożliwiają precyzyjny i prawdziwie lokalny pomiar własności mechanicznych, takich jak sztywność, mikrotarcie czy adhezja.

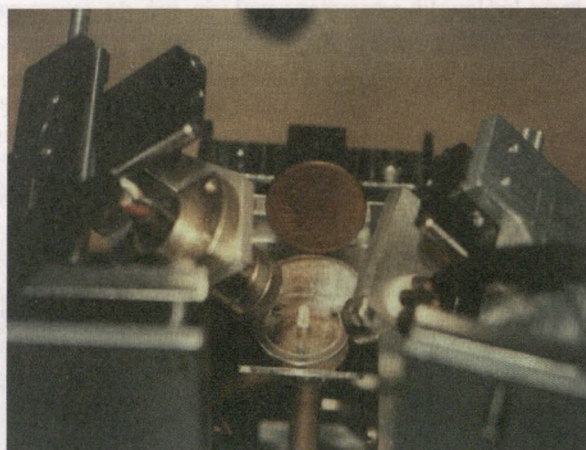
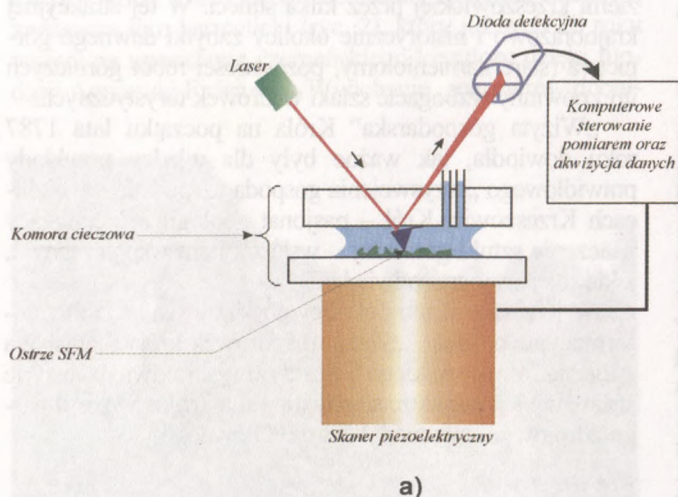
Konstrukcja mikroskopu jest bardzo podobna do konstrukcji gramofonu, gdzie umieszczona na końcu długiego ramienia igła odtwarza dźwięk podczas ruchu okrężnego w rowkach płyty muzycznej. W skaningowym mikroskopie sił rolę ramienia pełni elastyczna sprężynka, na końcu której znajduje się delikatne ostrze przesuwane po powierzchni badanej próbki (lub w bardzo bliskiej odległości nad nią). Pod wpływem siły działającej pomiędzy atomami ostrza i atomami próbki sprężynka ulega wychyleniu, które jest bardzo precyzyjnie mierzone z użyciem układu laser – fotodetektor (ryc. 1). Promień lasera jest ogniskowany na końcu sprężynki, a fotodetektor rejestruje położenie promienia odbitego. Nawet bardzo mała zmiana wychylenia sprężynki powoduje przesunięcie położenia promienia odbitego, a wielkość i kierunek tego przesunięcia informują o siłach działających na sprężynkę, umożliwiając pomiar sił z dokładnością nawet do kilkunastu pikoNewtonów.

Badana próbka jest umieszczana w ruchomym układzie, który stanowią silniczek krokowy i skaner wykonane z materiału piezoelektrycznego, zmieniającego kształt pod wpływem przyłożonego napięcia. Umożliwiają one precyzyjne zbliżanie próbującego ostrza do badanej powierzchni oraz skanowanie jej powierzchni.

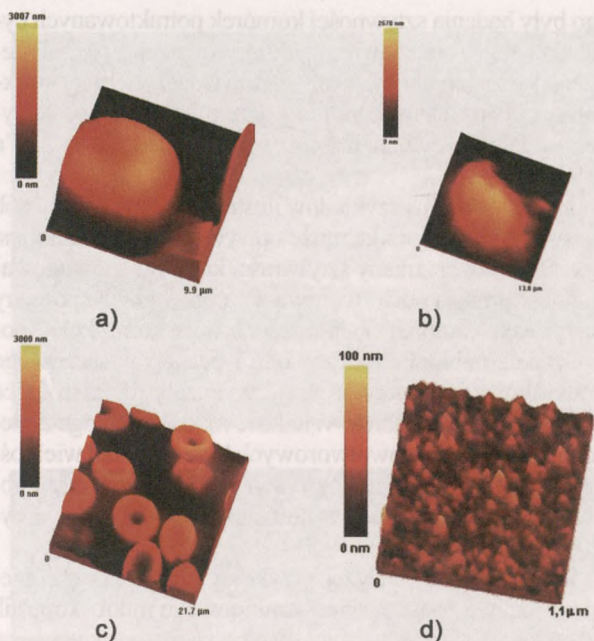
Zdolność rozdzielcza skaningowego mikroskopu sił jest porównywalna ze zdolnością rozdzielczą mikroskopów elektronowych i umożliwia odwzorowanie szczegółów powierzchni o wielkości porównywalnej z rozmiarami atomu. Pomiar może zostać przeprowadzony zarówno w próżni jak w powietrzu, czy – co jest szczególnie atrakcyjne dla pomiarów biofizycznych – w cieczy. Pomiar w cieczy redukuje występujące w powietrzu siły kapilarne. Efektem tego jest lepsza kontrola przyłożonej siły i ochrona delikatnej próbki biologicznej przed zniszczeniem. Otwiera to również nowe możliwości w dziedzinie badań biologicznych, gdyż staje się możliwe badanie żywych próbek biologicznych w ich naturalnym środowisku z rozdzielczością pozwalającą na badanie bardzo małych struktur biologicznych, takich jak białka czy też łańcuchy DNA

Najprostszym zastosowaniem SFM jest pomiar topografii powierzchni próbki, przy czym warto zaznaczyć, że jest to rzeczywisty i trójwymiarowy obraz, podczas gdy w mikroskopii elektronowej uzyskany obraz jest dwuwymiarową projekcją. Poniżej zamieszczono przykładowe obrazy powierzchni komórek oraz białka albuminy (ryc. 2).

Topografia dostarcza informacji o wielkości i kształcie struktur występujących na powierzchni badanej próbki. Dzięki temu można było zaobserwować np. jak wygląda powierzchnia makrofagów pożerających kuleczki lateksowe lub jak zachowuje się fibrynogen w procesie krzepnięcia krwi. Wnikanie wirusów do komórek, enzymatyczna degradacja DNA, obserwacja żywych, ludzkich płytek krwi



Ryc. 1. a) Schemat układu pomiarowego skaningowego mikroskopu sił wyposażonego w przystawkę umożliwiającą pomiar w cieczy; b) Zdjęcie mikroskopu pracującego w Instytucie Fizyki Jądrowej w Krakowie. Położenie badanej próbki, diody laserowej i fotodetektora dokładnie odpowiada szkicowi w części a)



Ryc. 2. Trójwymiarowe obrazy uzyskane za pomocą skaningowego mikroskopu sił: a) erytrocyt zanurzony w roztworze fizjologicznym, b) komórka sutka mysiego, c) erytrocyty zmierzone w powietrzu, d) powierzchnia szkła pokryta molekułami albuminy

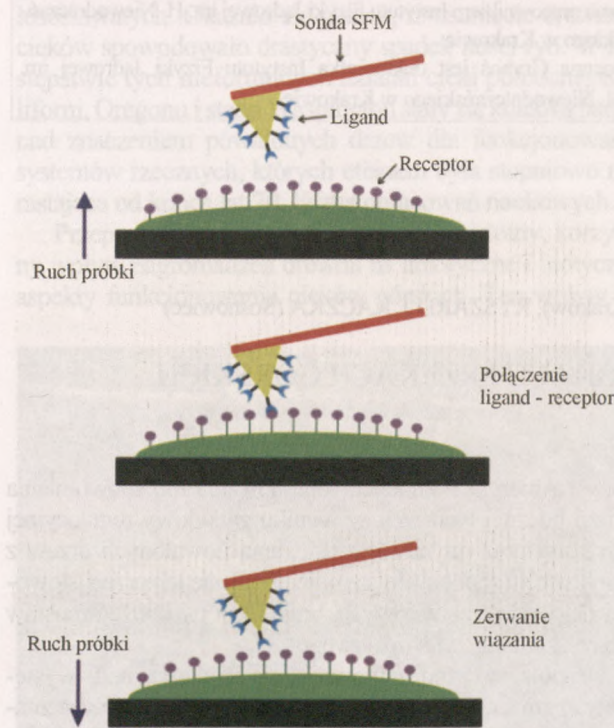
podczas ich aktywacji, to tylko niektóre dalsze zastosowania tego typu mikroskopu.

Jednak SFM bada nie tylko topografię powierzchni, ale również umożliwia pomiar takich własności próbki jak adhezja czy elastyczność.

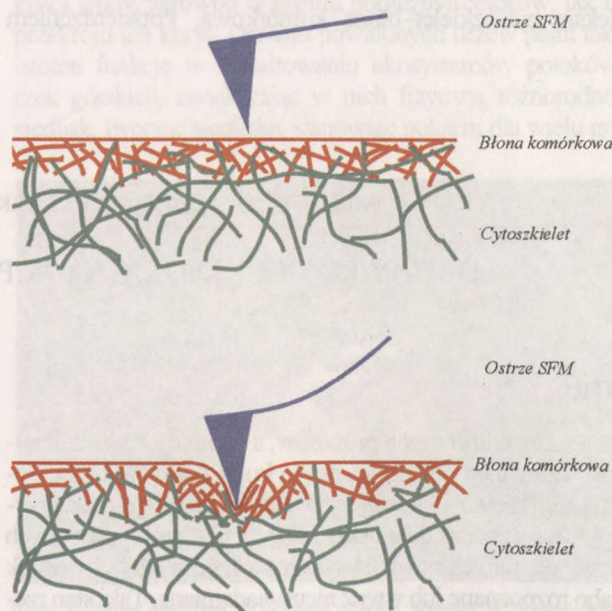
Zjawisko adhezji jest szczególnie ważne w biologii, gdyż jest odpowiedzialne za wzajemne oddziaływanie komórek między sobą, a także za połączenia z białkami macierzy zewnątrz-komórkowej (tj. złożonego kompleksu białek i innych związków organicznych i nieorganicznych

wypełniających przestrzeń między komórkami). W tworzeniu określonego wiązania adhezyjnego biorą udział wyspecjalizowane cząsteczki białkowe zwane ligandem i receptorem. Receptory to cząsteczki (białka, glikoproteiny, glikolipidy lub ich kompleksy) występujące w błonie komórkowej, cytozolu lub jądrze komórkowym, łączące się w specyficzny sposób z określoną cząsteczką biologicznie aktywną (np. hormony, neurotransmitery). Receptory zawierają fragmenty strukturalne swoiście reagujące z cząsteczkami ligandu, którym najczęściej są boczne łańcuchy aminokwasów lub składniki kwasów nukleinowych. Wzrost komórek, ich różnicowanie, migracja i wiele innych procesów biologicznych uwarunkowane są siłami adhezji, których wielkość zależy od sił działających zarówno specyficznie, jak i niespecyficznie. Siły specyficzne oznaczają komplementarne wiązanie się par ligand-receptor. Przykładem takiego oddziaływania są połączenia występujące pomiędzy integrzynami (tj. białkami zakotwiczonymi w błonie komórkowej) a białkami macierzy zewnątrzkomórkowej (jak na przykład fibronektyna czy laminina) lub oddziaływania powstające podczas odpowiedzi odpornościowej organizmu, w którą są zaangażowane immunoglobuliny. Niespecyficzne oddziaływania są natomiast kombinacją różnego typu sił elektrostatycznych.

Idea pomiaru specyficznej siły adhezji występującej pomiędzy dwiema molekułami jest pokazana na ryc. 3. W tym przypadku ostrze SFM pokrywa się ligandem odpowiadającym receptorowi, który znajduje się na badanej powierzchni. Ostrze i powierzchnię (czyli ligand i receptor) najpierw doprowadza się do kontaktu a następnie powstałe złącze zrywa się poprzez odsunięcie próbki. Miarą siły adhezji jest siła potrzebna do oderwania ostrza SFM od badanej powierzchni, czyli do rozerwania powstałego wiązania pomiędzy ligandem a receptorem. Na podstawie statystycznej analizy danych można uzyskać informację o sile pojedynczego wiązania pomiędzy parą ligand-receptor oraz prawdopodobieństwo utworzenia wiązania adhezyjnego. Prawdopodobieństwo to zależy od stopnia pokrycia po-



Ryc. 3. Idea pomiaru sił działających pomiędzy ligandem a receptorem za pomocą SFM



Ryc. 4. Schemat ilustrujący zachowanie się błony komórkowej pod wpływem naciskającego ostrza SFM

wierzchni receptorem, a także od warunków, w jakich został przeprowadzony pomiar.

Pierwsze badania siły adhezji zostały przeprowadzone dla pary ligand–receptor *awidyna–biotyna* w 1994 roku, a w późniejszych latach także dla par, w których zastąpiono biotynę i awidynę molekułami podobnymi: iminobiotyną i streptawidyną. Zastosowanie mikroskopu pozwoliło określić nie tylko siłę wiązania adhezyjnego charakterystyczną dla każdej z par, ale również znaleźć zależność pomiędzy otrzymaną siłą adhezji a energią wiązania danej pary ligand–receptor. W ostatnich latach z dużym powodzeniem zastosowano SFM do badań oddziaływań zachodzących pomiędzy innymi typami molekuł zaangażowanych w tworzenie się specyficznych wiązań adhezyjnych. Zbadano m.in. siły działające pomiędzy proteoglikanami, immunoglobuliną G, a także albuminami. Dzięki pomiarom wykonanym przy użyciu SFM oszacowano również wartości siły wiązania chemicznego pomiędzy pojedynczymi parami takich grup funkcyjnych jak $-OH$, $-CH_3$, $-COOH$. Należy zaznaczyć, że wszystkie prezentowane przykłady pomiaru siły adhezji zostały wykonane w środowisku ciekłym, w którym każda molekula zachowuje swoje naturalne właściwości.

Inną wielkością mierzoną przez SFM jest elastyczność materiału i jego zdolność do odkształcenia. Na podstawie relacji pomiędzy przyłożoną siłą a powstałym ugięciem materiału jest wyznaczana wartość modułu Young'a, opisująca ilościowo tę zależność. W biologii zmiany wielkości modułu Younga zmierzone dla żywych komórek niosą informację o przemianach zachodzących w strukturze kompleksu cytoszkielet–błona komórkowa (ryc. 4).

Pionierska praca pokazująca możliwość zastosowania skaningowego mikroskopu sił w badaniach wyznaczających moduł Younga dla komórek biologicznych ukazała się już w 1993 roku. W pracy tej autorzy, opierając się na pomiarze zależności ugięcia powierzchni od siły nacisku, wyznaczyli lokalną wartość modułu Younga dla różnych materiałów poczynając od gumy, aż do wybranych, żywych komórek.

Jak już wspomniano wcześniej, zmiany wielkości modułu Young'a przypisano zmianom zachodzącym w kompleksie cytoszkielet–błona komórkowa. Potwierdzeniem

tego były badania sztywności komórek potraktowanych cytochalazyną – białkiem powodującym rozpad (depolimeryzację) włókien aktynowych stanowiących element strukturalny cytoszkieletu. Zgodnie z oczekiwaniami, pod wpływem działania cytochalazyny wartość modułu Young'a malała.

Jednym z wielu przykładów ilustrujących, w jaki sposób wartość modułu Younga może opisywać stan komórki jest wykazanie dużej zmiany sztywności komórki spowodowanej transformacją nowotworową. Przeprowadzone pomiary dla żywych komórek obejmujących linie komórkowe pochodzące z nabłonka moczowodu i pęcherza moczowego (prawidłowe i nowotworowe), wykazały dużą różnicę sztywności tych komórek. Wielkość modułu Younga zmierzona dla komórek nowotworowych była aż o rząd wielkości mniejsza niż dla komórek prawidłowych. Powyższa obserwacja została również wytłumaczona reorganizacją cytoszkieletu komórki.

Przedstawione powyżej przykłady badań to tylko niektóre możliwe zastosowania skaningowego mikroskopu sił. Technika ta jest wciąż stosunkowo nową metodą badawczą. Dużą jej zaletą jest, że często przeprowadzenie pomiaru nie wymaga skomplikowanych procedur dla przygotowania próbki. W zależności od przedmiotu badań pomiary mogą być wykonywane w powietrzu (gdzie zwykle przygotowanie próbki jest najprostsze), w cieczy (gdym np. chcemy obserwować żywe komórki w ich naturalnym środowisku) lub w ultra-wysokiej próżni (gdym zależy nam na bardzo „czystym” środowisku pomiarowym). W szczególności, pomiar własności mechanicznych żywych komórek (adhezji oraz elastyczności) otwiera nowe, dotychczas nieosiągalne możliwości w badaniach biologicznych.

Wpłynęło 20 III 2003

Grażyna Pyka-Fościk jest doktorantką w Instytucie Zoologii UJ oraz pracownikiem Instytutu Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego w Krakowie
Joanna Gryboś jest doktorantką Instytutu Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego w Krakowie

BARTŁOMIEJ WYŻGA, JOANNA ZAWIEJSKA (Kraków), RYSZARD J. KACZKA (Sosnowiec)

GRUBY RUMOSZ DRZEWNY W POTOKACH I RZEKACH GÓRSKICH

Wstęp

Szereg naturalnych procesów, a niekiedy także działalność człowieka powoduje, że do koryt potoków i rzek dostają się drzewa i krzewy porastające ich brzegi oraz przyległe części zboczy dolin. Do niedawna znaczenie powalonych drzew dla funkcjonowania systemów rzecznych było jednak słabo rozpoznane lub wręcz nieuświadomiane. Taki stan rzeczy był następstwem długotrwałego wycinania nadrzecznych lasów w dolinach rzek zagospodarowanych obszarów Eu-

ropy i Ameryki Północnej, zahamowania lub spowolnienia erozji bocznej tych rzek w wyniku zabudowy regulacyjnej ich koryt oraz rutynowego usuwania powalonych drzew z koryt w celu zapobieżenia zmniejszeniu się ich przepustowości dla wód wezbraniowych, uniknięcia uszkodzeń mostów i pozyskania drewna opałowego.

Impulsem zapoczątkowującym badania nad występowaniem drewna w ciekach i jego środowiskowym znaczeniem stała się podjęta w latach 50. i 60. XX wieku akcja usuwania powalonych drzew z koryt rzek i potoków



Ryc. 1. Przykłady form grubego rumoszu drzewnego: A, B – kłody; C – krzewy; D – zwał

splywających z Gór Kaskadowych i Nadbrzeżnych ku północno-zachodniemu wybrzeżu Stanów Zjednoczonych (bowiem w tej części USA ciekii najdlużej zachowały naturalny charakter). Głównym celem tej akcji było usunięcie przeszkód utrudniających swobodny przepływ na tarło ryb łososiowatych. Okazało się jednak, iż usunięcie drewna z cieków spowodowało drastyczny spadek ilości ryb. W następstwie tych niefortunnych działań ciekii północnej Kalifornii, Oregonu i stanu Washington stały się kolebką badań nad znaczeniem powalonych drzew dla funkcjonowania systemów rzecznych, których efektem była stopniowo narastająca od końca lat 70. liczba opracowań naukowych.

Przeprowadzone badania wskazały na istotny, korzystny wpływ nagromadzeń drewna na abiotyczne i biotyczne aspekty funkcjonowania cieków górskich. Ten wpływ na

kształtowanie się fizycznych cech potoków i rzek oraz na przebieg zachodzących w nich procesów fizycznych (a więc na geosystemy cieków górskich) przejawia się między innymi w ułatwianiu rozpraszania energii wód wezbraniowych, zwiększaniu zdolności cieków do akumulacji materiału dennego i wyrównywaniu natężenia jego transportu w profilu podłużnym, zwiększaniu stabilności żwirowych odsypów oraz zwiększaniu różnicowania prędkości i głębokości wody, zarówno w profilu podłużnym cieków, jak i w przekroju ich koryt. Drewno powalonych drzew pełni także istotne funkcje w kształtowaniu ekosystemów potoków i rzek górskich, zwiększając w nich fizyczną różnorodność siedlisk, tworząc siedliska, stanowiąc pokarm dla wielu grup



Ryc. 2. Gruby rumoszu drzewny w źródłiskowym odcinku potoku Seebach w Lesie Bawarskim

Ryc. 3. Tama aktywna w korycie potoku Solinka w Bieszczadach. Akumulacja materiału dennego powyżej tamy powoduje uformowanie się żalomu (progu) w profilu podłużnym potoku. U podnóża progu widoczny kocioł eworsyjny

organizmów i zwiększając możliwości zatrzymywania drobnej materii organicznej w ciekach.

W niniejszym artykule przedstawiono formy występowania drewna w ciekach, procesy powodujące dostawę drzew i krzewów do potoków i rzek górskich, oraz czynniki wpływające na lokalizację depozycji drewna i jego stabilność w ciekach różnej wielkości.

Gruby rumosz drzewny i formy jego występowania

Zdeponowane w ciekach drzewa, krzewy i większe ich fragmenty określa się jako gruby rumosz drzewny. Najczęstszymi formami jego występowania są:

– *kłody*, będące pojedynczymi pniami (ryc. 1A) lub fragmentami pni, konarów i korzeni o długości większej od 1 m i średnicy większej od 10 cm (ryc. 1B);

– *krzewy i drzewa*, stanowiące zdeponowane w ciekach krzewy oraz drzewa z zachowaną koroną i często także wiązką korzeni, cechujące się przestrzenną strukturą (ryc. 1C), oraz

– *zwały*, będące różnorodnymi mieszaninami pni, konarów, gałęzi i korzeni wraz z materiałem mineralnym i drobniejszym materiałem organicznym (ryc. 1D).

Ponadto, jeśli w nadrzecznych lasach była prowadzona wycinka drzew, wówczas boczna migracja rzeki będzie powodować dostawę do jej koryta *karp*, zwanych także *pniami*, składających się z wiązki korzeni wraz z najniższą częścią pnia pozostałą po ścięciu drzewa. Karpy mogą także powstawać w wyniku pozyskiwania drewna zdeponowanych w cieku drzew i pozostawienia w korycie ich nieprzydatnych części korzeniowych.

Dostawa grubego rumoszu drzewnego do koryt cieków górskich

Drzewa rosnące w sąsiedztwie potoków i rzek obumierają, osiągnąwszy maksymalny – dla danego siedliska oraz gatunku drzewa – wiek, a także na poszczególnych etapach rozwoju lasu, przegrywając konkurencję pomiędzy blisko rosnącymi osobnikami. Dostawa grubego rumoszu drzewnego do koryt, spowodowana naturalną śmiertelnością drzew, zachodzi przede wszystkim w zlewniach porośniętych pierwotnym starodrzewem. W niektórych górskich obszarach Europy w ostatnich dziesięcioleciach zaobserwowano także intensywną dostawę drewna do cieków spowodowaną zamieraniem całych kompleksów leśnych, które podlegały długotrwałemu oddziaływaniu zanieczyszczeń przemysłowych i zostały zaatakowane przez owady pasożytnicze.

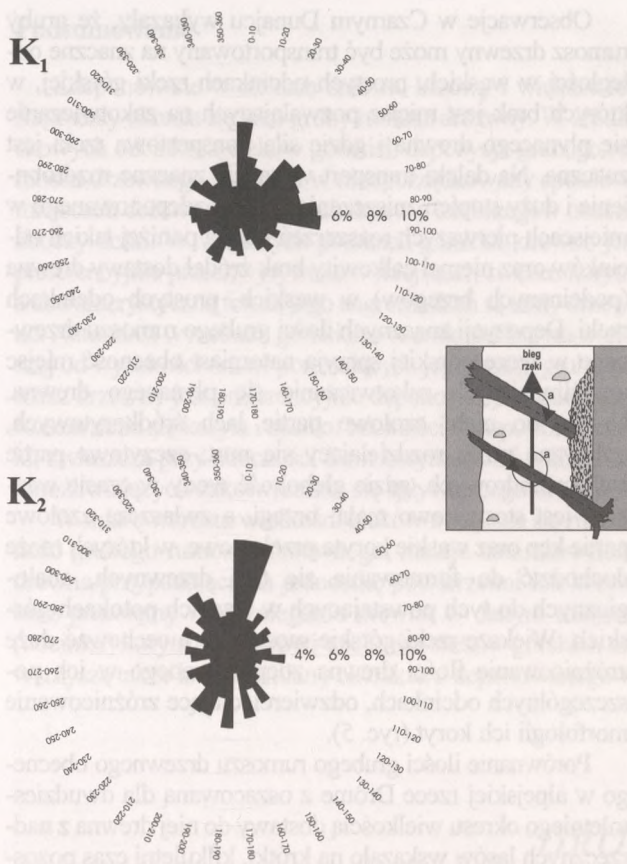
Niezależnymi od uwarunkowań autoekologicznych czynnikami powodującymi dostawę grubego rumoszu drzewnego do koryt potoków i rzek górskich są: wiatr, lawiny, spływy gruzowe, osuwiska, erozja brzegów koryt, ścinanie nadrzecznych drzew przez bobry oraz gospodarka leśna. Działanie niektórych z tych czynników może się zaznaczać jedynie w pewnych odcinkach cieków, zwłaszcza w ich źródłowej części, inne zaś mogą być aktywne na całej ich długości. Lawiny śnieżne i spływy gruzowe to procesy działające w obszarach wysokich gór o długich, stromych stokach (w Polsce Tatry, Karkonosze i masyw Babiej Góry); mogą one dostarczać powalone i połamane drzewa z

partii stoków odległych od koryta cieku. Powwały drzew przez wiatr, erozja brzegów koryt oraz osuwiska i obrywy na podcinanych przez cieki zboczach dolin powodują dostawę drzew z bliskiego sąsiedztwa cieków i mogą oddziaływać na całej ich długości. Działalność wiatru i ruchów masowych odgrywa przy tym kluczową rolę w dostawie drzew do cieków płynących wąskimi, zazwyczaj wciosowymi dolinami, natomiast erozja brzegów koryta nabiera dominującego znaczenia tam, gdzie cieki mają możliwość swobodnej migracji po dnie doliny. Bobry ścinają nadrzeczne drzewa, wykorzystując je jako pożywienie oraz do budowy tam. Zamieszkują one rzeki i potoki o niezbyt dużym spadku, których obszary zalewowe są porośnięte lasem liściastym; siedliska bobrów w ciekach górskich będą zatem ograniczone do ich nisko położonych odcinków, gdzie klimat dna doliny sprzyja rozwojowi lasu liściastego. Wreszcie, wyręb nadrzecznych lasów wiąże się zazwyczaj ze zrzucaniem do koryt nieprzydatnych części (gałęzi, wierzchołków) ściętych drzew; ponadto, często stwarza on konieczność budowy drewnianych mostów i kaszycowych umocnień brzegów koryt, których niszczenie powoduje dostawę drewna do cieków. Zasadniczo gospodarka leśna prowadzi jednak do zmniejszenia naturalnej dostawy drzew do koryt cieków wskutek odmładzania drzewostanu i zmian jego składu gatunkowego.

Gruby rumosz drzewny w ciekach różnej wielkości

Wraz ze wzrostem wielkości cieków zmieniają się czynniki wpływające na lokalizację depozycji grubego rumoszu drzewnego, ulega także zmianie stabilność jego nagromadzeń oraz ich oddziaływanie na morfologię cieku. W źródłiskowych odcinkach rzek, w ciekach pierwszego i drugiego rzędu według klasyfikacji Strahlera, większość powalonych drzew jest znacznie dłuższa od szerokości koryta, przewieszając się ponad jego brzegami. Jeśli potok taki płynie dnem doliny wciosowej, powalone drzewa mogą zawieszać się na jej zboczach (ryc. 2), pozostając wysoko ponad korytem do czasu, gdy spróchnieją ulegają przełamaniu pod własnym ciężarem. Nawet jeśli powalone drzewa dostaną się bezpośrednio na dno potoku, niewielka kompetencja jego przepływów wezbraniowych nie pozwala tu na ich przemieszczanie. Rozmieszczenie grubego rumoszu drzewnego w takich ciekach jest zatem odzwierciedleniem miejsc dostawy drzew z brzegów cieku i zboczy doliny oraz tempa rozkładu drewna.

W przypadku większych cieków, trzeciego i czwartego rzędu, szerokość dna ich dolin jest zbyt duża, by przewrócone drzewa mogły oboma końcami zawieszać się wysoko ponad korytem i tylko część powalonych drzew może sięgać przeciwnego brzegu koryta. Zarówno ciężar tych większych drzew, jak i ich długość, pozwalająca na zakotwiczenie na obu brzegach koryta, uniemożliwiają ich transport w czasie wezbrań. Natomiast drzewa krótsze od szerokości koryta oraz fragmenty połamanych drzew mogą być przenoszone w dół cieku i są zdeponowane wzdłuż brzegów koryta i na szczytach łach lub ulegają zatrzymaniu na przeszkodach, jakimi są przegradzające koryto większe powalone drzewa, głazy i ławice skalne oraz przewężenia koryta. Charakterystyczną cechą takich cieków jest właśnie preferencyjne zatrzymywanie grubego rumoszu drzewnego w miejscach zwężeń koryta.



Ryc. 4. Orientacja kłód (α) względem biegu cieku w górnym biegu potoku Kamienica w Gorcach. Odcinek K₁ – ciek 1-3 rzędu, 0-2,2 km od źródeł; odcinek K₂ – ciek 4 rzędu, 3,6-8,5 km od źródeł

Przegradzające koryto pojedyncze drzewa lub nagromadzenia drzew stanowią przeszkodę dla przepływu wody i materiału dennego w cieku i są określane jako tamy drzewne. W zależności od charakteru oddziaływania tamy na przepływ wody i rumowiska skalnego w cieku można wyróżnić:

- tamy częściowe, przegradzające jedynie część szerokości cieku;
- tamy zupełne, przegradzające całą szerokość koryta, nie powodujące jednak akumulacji materiału dennego za tamą i powstania załomu w profilu podłużnym cieku; oraz
- tamy aktywne, na których następuje zatrzymywanie materiału dennego i dochodzi do uformowania się progów (ryc. 3).

Tamy drzewne to formy korytowe łatwo podlegające przekształceniom. Przy kolejnych wezbraniach mogą one zostać zniszczone lub ulec zmianie w inny typ tamy, przy czym najbardziej nietrwałe są tamy częściowe. Jeśli jednak drzewo, na którym formuje się tama, jest dobrze zakotwiczone na obu brzegach koryta, wówczas tama może pozostawać w danym miejscu cieku przez czas potrzebny do rozkładu tego drzewa. W potokach Gór Nadbrzeżnych w Kaliforni, gdzie największe tamy formowały się na pniach sekwoi o średnicy sięgającej 3 m, wiek najstarszych kłód przekracza 200 lat. Natomiast w potoku Kamienica w Gorcach, gdzie tamy drzewne są zbudowane z kłód świerkowych, czas obumarcia najstarszych elementów współczesnych tam sięga 50 lat wstecz. Przechwytywanie transportowanego w czasie wezbrań rumoszu drzewnego przez takie długotrwałe tamy powoduje zwiększanie się ich grubości i wysokości wraz z upływem czasu. Tamy utworzone z wielu kłód mogą

zatem osiągać znaczną wysokość; w potokach Gór Kaskadowych w stanie Oregon obserwowano tamy o wysokości przekraczającej 3 m, natomiast w Potoku Waksmundzkim w Tatrach najwyższa tama miała wysokość 1,8 m.

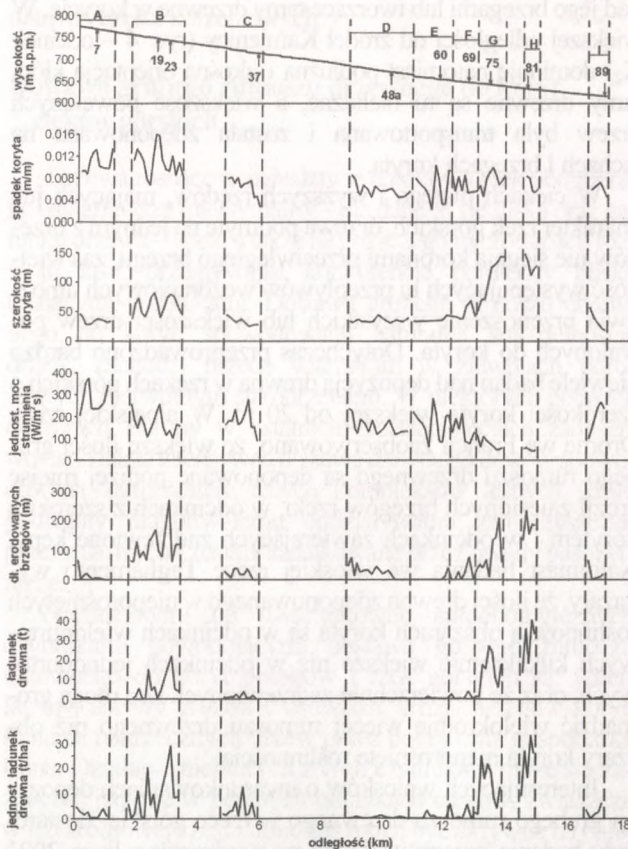
Akumulacja materiału dennego powyżej tam aktywnych powoduje nadbudowę dna koryta na odcinku od kilku do kilkudziesięciu metrów i prowadzi do uformowania się charakterystycznego, schodowego profilu podłużnego potoku (ryc. 3). Poziomy zasięg strefy nadbudowywania dna jest uzależniony od rozmiarów tamy oraz spadku cieku. Tamom aktywnym i uformowanym na nich progom organicznym towarzyszą przegłębienia. Najczęściej mają one postać kotłów eworsyjnych, czyli zagłębień w dnie koryta wyerodowanych poniżej progów (ryc. 3), niekiedy występują także głębsze baseny powstałe w wyniku spiętrzenia wody za tamą.

Wraz ze wzrostem wielkości (szerokości) potoków górskich zwiększa się przeciętna odległość pomiędzy kolejnymi progami organicznymi. Tendencja ta najprawdopodobniej odzwierciedla zwiększanie się mobilności grubego rumoszu drzewnego w miarę wzrostu wielkości cieku wskutek zwiększania się długości kłód mogących zakotwiczać się na obu brzegach koryta oraz wzrostu przepływów wezbraniowych wraz z przyrostem powierzchni zlewni. Zwiększanie się mobilności rumoszu drzewnego wraz ze wzrostem wielkości cieku znajduje także odzwierciedlenie w zmianach dominującej orientacji kłód względem biegu cieku. Na przykład, w źródłiskowym odcinku Kamienicy w Gorcach (ryc. 4 – odcinek K₁) zdecydowanie przeważają kłody ułożone prostopadle do biegu potoku, zawieszane ponad jego brzegami lub tworzące tamy drzewne w korycie. W większej odległości od źródeł Kamienicy (ryc. 4 – odcinek K₂) dominuje natomiast podłużna i ukośna orientacja kłód; tamy drzewne są tu nieliczne, a większość powalonych drzew była transportowana i została zdeponowana na łachach i brzegach koryta.

W ciekach piątego i wyższych rzędów, mających już charakter rzek górskich, drzewa podmyte na jednym z brzegów nie sięgają koronami przeciwległego brzegu, zaś wielkość występujących tu przepływów wezbraniowych umożliwia przenoszenie wszystkich lub większości drzew powalonych do koryta. Dotychczas przeprowadzono bardzo niewiele badań nad depozycją drewna w rzekach górskich o szerokości koryta większej od 20 m. W alpejskiej rzece Drôme we Francji zaobserwowano, że większe ilości grubego rumoszu drzewnego są zdeponowane poniżej miejsc erozji zalesionych brzegów rzeki, w odcinkach z szerokim korytem i w odcinkach zawierających zadrzewione kępy. Natomiast badania we włoskiej rzece Tagliamento wykazały, że ilości drewna zdeponowanego w nieporośniętych roślinnością obszarach koryta są w odcinkach wielonurtowych kilkakrotnie większe niż w odcinkach jednonurtowych, oraz że powierzchnie zadrzewionych kęp mogą gromadzić wielokrotnie więcej rumoszu drzewnego niż obszary koryta nieporośnięte roślinnością.

Interesujących wniosków o uwarunkowaniach depozycji grubego rumoszu drzewnego w rzece górskiej dostarczyły badania przeprowadzone po wezbraniu z lipca 2001 roku w 17-kilometrowym odcinku Czarnego Dunajca w obrębie Kotliny Orawsko-Nowotarskiej, w którym nie otrzymuje on żadnych znaczących dopływów, a szerokość i

morfologia koryta są bardzo zróżnicowane. Dla 89 stumetrowych segmentów rzeki (zgrupowanych w dziewięć pododcinków, A do I, o zbliżonej morfologii) ustalono tu masę zdeponowanego drewna oraz masę drewna przypadającą na jednostkę powierzchni koryta, pomierzono długość podcinanych, zalesionych brzegów oraz spadek i pełnokorytową szerokość rzeki i wreszcie obliczono jednostkową moc strumienia w czasie kulminacji wezbrania, określającą maksymalną zdolność transportową rzeki (ryc. 5). Okazało się, że ładunki drewna zdeponowanego w poszczególnych segmentach rzeki są dodatnio skorelowane z długością erodowanych brzegów oraz szerokością rzeki, a ujemnie skorelowane z jednostkową mocą strumienia w czasie kulminacji wezbrania. Największe ładunki drewna (maksymalnie do 33 t/ha powierzchni koryta) były deponowane w szerokich, wielonurtowych lub wielokorytowych segmentach rzeki (ryc. 5, 6). Niewielka zdolność transportowa rzeki sprzyjała deponowaniu tu drewna przynieszonego z wyższych odcinków, a znaczna długość podcinanych brzegów rzeki i brzegów zalesionych kęp umożliwiały dużą lokalną dostawę drzew do koryta. W wąskich, jednonurtowych segmentach rzeki o uregulowanym lub skalnym korycie były natomiast deponowane bardzo małe ilości drewna (ryc. 5). Duża zdolność transportowa rzeki nie sprzyjała zatrzymywaniu tu drewna przynieszonego z wyższych odcinków, a efektem dużej odporności brzegów na erozję i małej krętości nurtu w tych segmentach była mała długość podcinanych brzegów i niewielka lokalna dostawa drzew do koryta.



Ryc. 5. Rozkład morfometrycznych i hydraulicznych parametrów oraz ilości zdeponowanego drewna dla 89 stumetrowych segmentów Czarnego Dunajca w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej. Literami A do I oznaczono grupy segmentów (pododcinki) o zbliżonej morfologii rzeki

Obserwacje w Czarnym Dunajcu wykazały, że gruby rumosz drzewny może być transportowany na znaczne odległości w wąskich, prostych odcinkach rzeki górskiej, w których brak jest miejsc pozwalających na zakotwiczenie się płynącego drewna i gdzie siła transportowa rzeki jest znaczna. Na daleki transport wskazuje znaczne rozdrobnienie i duży stopień zniszczenia drewna zdeponowanego w miejscach pierwszych rozszerzeń koryta poniżej takich odcinków oraz niemal całkowity brak źródeł dostawy drewna (podcinanych brzegów) w wąskich, prostych odcinkach rzeki. Depozycji znacznych ilości grubego rumoszu drzewnego w rzece górskiej sprzyja natomiast obecność miejsc umożliwiających zakotwiczenie się płynącego drewna. Należą do nich: czołowe partie łach śródkorytowych, opływane przez rozdzielający się nurt; szczytowe partie łach meandrowych, gdzie głębokość wody w czasie wezbrań jest stosunkowo mała; brzegi, a zwłaszcza czołowe partie kęp oraz wąskie koryta przelewowe, w których może dochodzić do formowania się tam drzewnych, analogicznych do tych powstających w wąskich potokach górskich. Większe rzeki górskie może zatem cechować duże zróżnicowanie ilości drewna zdeponowanego w ich poszczególnych odcinkach, odzwierciedlające zróżnicowanie morfologii ich koryt (ryc. 5).

Porównanie ilości grubego rumoszu drzewnego obecnego w alpejskiej rzece Drôme z oszacowaną dla dwudziestoletniego okresu wielkością dostawy do niej drewna z nadrzecznych lasów wskazało na krótki, kilkuletni czas pozostawania rumoszu drzewnego w szerokiej rzece górskiej. Najprawdopodobniej jest to łącznym wynikiem: (I) dużej mobilności drewna w takich rzekach, ułatwiającej jego odprowadzanie w dół biegu; (II) wynoszenia drewna w czasie wezbrań do obszarów zalewowych, gdzie podlega ono szybkiemu rozkładowi w warunkach subaeralnych; (III) szybkiego tempa rozkładu drewna drzew liściastych, głównie dostarczanych do większych rzek, oraz (IV) pozyskiwania drewna na opał z łatwo dostępnych koryt większych rzek.

Wraz ze wzrostem wielkości cieków maleje ilość drewna przypadająca na jednostkę powierzchni ich koryta. Jest to wynikiem wzrostu szerokości cieków, eliminacji zboczy dolin jako źródeł dostawy powalonych drzew w przypadku większych cieków płynących płaskodennymi dolinami oraz wynoszenia w czasie wezbrań znacznej części dostarczonego do takich cieków drewna do ich obszarów zalewowych.



Ryc. 6. Gruby rumosz drzewny w szerokim, wielonurtowym odcinku Czarnego Dunajca

Podsumowanie

Zdeponowane w ciekach drzewa, krzewy i większe ich fragmenty określa się jako gruby rumosz drzewny. W źródłiskowych odcinkach cieków górskich depozycja grubego rumoszu drzewnego zachodzi w nieuporządkowany sposób w miejscach dostawy powalonych drzew z ich brzegów oraz ze zboczy dolin. W większych potokach górskich drewno jest preferencyjnie przechwytywane w miejscach zwężeń koryta, a charakterystyczną formą jego nagromadzeń są tamy drzewne. Natomiast w rzekach górskich o szerokości koryta większej od wysokości drzew porastających jego brzegi gruby rumosz drzewny jest preferencyjnie deponowany w miejscach rozszerzania się koryta i spadku zdolności transportowej rzeki, zwłaszcza przy obecności form korytowych i roślinności umożliwiających zakotwiczenie się spływającego drewna.

W miarę wzrostu wielkości cieków zwiększa się mobilność grubego rumoszu drzewnego, maleje natomiast ilość drewna przypadająca na jednostkę powierzchni ich koryta oraz przeciętny czas zalegania drewna w danym miejscu (odcinku) koryta. Wzrostowi wielkości cieków górskich towarzyszą także istotne zmiany charakteru deponowanego w

nich rumoszu drzewnego. W wysoko położonych odcinkach cieków górskich ich brzegi są z reguły porośnięte drzewami iglastymi, cechującymi się koncentracją biomasy drewna w pojedynczym pniu. W rezultacie, dominującą formą grubego rumoszu drzewnego w źródłiskowych odcinkach tych cieków są kłody, natomiast w większych potokach górskich oprócz pojedynczych kłód mogą także występować zwały. W niżej położonych odcinkach cieków górskich strefy klimatu umiarkowanego ich brzegi są porośnięte krzewami i drzewami liściastymi, zatem dominującymi tu formami grubego rumoszu drzewnego są krzewy lub drzewa oraz utworzone w wyniku ich agregacji zwały.

Wpłynęło 12 V 2003

Dr Bartłomiej Wyżga jest adiunktem w Instytucie Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk w Krakowie
Mgr Joanna Zawiejska jest doktorantką w Instytucie Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie
Dr Ryszard J. Kaczka jest asystentem na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Sosnowcu

DROBIAZGI

Zombi – „żywe” trupy

zombi = w wierzeniach niektórych ludów afrykańskich – osoba zmarła, którą magia może przywrócić do życia (Słownik wyrazów obcych, Europa 2001).

W roku 1980 wieśniak haitański Clarivius Narcisse powrócił do swojej rodzinnej wioski po osiemnastu latach nieobecności. Nie byłoby w tym nic nadzwyczajnego, gdyby nie fakt, że przed osiemnastu laty, 2 maja 1962 roku o godzinie 21.45 Clarivius Narcisse zmarł w szpitalu imienia Alberta Schweitzera w miejscowości Deschappelles w zachodnio-środkowej części Haiti. Akt zgonu podpisał dwóch lekarzy, jeden z nich był Amerykaninem. Przy zgonie obecna była siostra Clariviusa, która zawiadomiła rodzinę. Wkrótce przybyła starsza siostra zmarłego, potwierdziła jego tożsamość i złożyła swój odcisk palca na świadectwie zgonu. Ciało zostało złożone do chłodni na przeciąg 20 godzin, a następnie 3 maja o godzinie 10 zostało pochowane. Clarivius został przyjęty do szpitala z nieokreślonymi bliżej objawami chorobowymi: skarżył się na bóle ciała, ogólne poczucie rozbicia, i miał podwyższoną temperaturę ciała. Jego stan pogarszał się szybko, przed śmiercią zaczął płuć krwią.

Mężczyzna podający się za Clariviusa Narcisse przedstawił się swojej siostrze Angelinie Narcisse jako jej zmarły brat. Użył swego zdrobniałego imienia z dzieciństwa, które znali tylko najbliżsi członkowie rodziny. Twierdził, że zamieniono go w *zombi* z powodu sporu o ziemię z bratem. Opowiadał, że odkopano go z grobu i uprowadzono na północ wyspy, gdzie przez dwa lata pracował jak niewolnik z grupą innych *zombi*. Gdy ich „właściciel” został zabity,

grupa rozproszyła się, a Clarivius wędrował po kraju obawiając się zemsty brata. Dopiero, gdy dowiedział się o jego śmierci, odważył się powrócić do rodzinnej wioski. Powrót Clariviusa wzbudził sporą sensację, a BBC nakręciła o tym wydarzeniu krótki dokumentalny film.

Przypadkiem zainteresował się etnobiolog dr Wade Davis, który przede wszystkim zajął się ustaleniem czy mężczyzna podający się za Clariviusa Narcisse jest tym samym człowiekiem, którego uznano za zmarłego przed 18 laty. Ponieważ nie posiadano ani odcisków palców, ani danych dotyczących użębienia Clariviusa, przy pomocy rodziny ułożono szczegółowy kwestionariusz odwołujący się do różnych wydarzeń, które mógł znać tylko uznany za zmarłego Narcisse. Badany odpowiedział prawidłowo na wszystkie pytania. Również mieszkańcy wioski byli przekonani o jego tożsamości. Dr Davis przyznaje, że nie stanowi do stuprocentowego dowodu, ale stwierdza, że należy z bardzo dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że badany osobnik był rzeczywiście Clariviusem Narcisse. Davis przeprowadził szereg rozmów z Clariviusem i stwierdził, że robił on wrażenie zupełnie normalnego pod względem psychicznym i fizycznym. Opowiadał, że po swojej „śmierci”, czuł palenie i przechodzenie mrówek przez skórę. Twierdził, że zachował świadomość przez cały czas, choć nie mógł wykonać żadnego ruchu. Pamięta, jak siostra rozpaczła nad jego ciałem i jak lekarz stwierdził jego zgon. Przy zabijaniu trumny jeden gwóźdź przeszedł przez wieko na wylot i przebił mu policzek, powodując powstanie wyraźnie widocznej blizny. Podczas leżenia w trumnie czuł, jak gdyby unosił się nad grobem. Po jakimś czasie (Narcisse podaje, że po trzech dobach), wyciągnięto go z trumny, zbił batem z sizału i związanego i zakneblowanego pędzono

na północ wyspy. Przechodził z rąk do rąk, aż wreszcie trafił na plantację trzciny cukrowej, gdzie jak niewolnik pracował przez dwa lata.

Większość zapytanych o *zombi* odpowie niewątpliwie, że jest to wynalazek Hollywood i że należą one do tej samej kategorii co wampiry, wilkołaki i Frankenstein. Tymczasem istnienie *zombi* zostało udowodnione i opisane. Niewątpliwie przypadki zombifikacji opisał i zanalizował na Haiti w latach osiemdziesiątych etnobiolog Wade Davis, który napisał na ten temat pracę doktorską. Wprawdzie zombifikacją zajmują się „czarownicy”, wprawdzie fizjologia tego procesu nie jest do końca poznana, ale zombifikacja nie jest niczym nadprzyrodzonym i da się wytłumaczyć zgodnie ze współczesnym stanem wiedzy.

Pogłoski o ludziach zamienionych w *zombi* słyszy się w Haiti bardzo często, jednak zweryfikowanie takich przypadków jest zwykle bardzo trudne. Poza przypadkiem Clariviusa Narcisse, Davis opisuje jeszcze dwa: jeden z nich to Natagette Joseph, kobieta około 60-letnia, która poniosła śmierć w wyniku sporu o ziemię w roku 1966. W roku 1979 zauważono ją błąkającą się po rodzinnej wiosce, gdzie została rozpoznana przez policjanta, który przed trzynastoma laty wypełnił jej akt zgonu. Drugi przypadek, to Francina Illeus, którą uznano za zmarłą w wieku lat 30, 23 lutego 1976 roku. Przed śmiercią została przyjęta do szpitala, a w kilka dni po wypisaniu ze szpitala, zmarła. Miejscowy urzędnik wypełnił akt zgonu. W kwietniu 1979 zauważono Francinę błąkającą się po targowisku. W końcu trafiła do szpitala w Port-au-Prince, gdzie stwierdzono, że nie mówi, nie ma kontaktu z otoczeniem i jest poważnie niedożywiona. Matka potwierdziła jej tożsamość po bliźnie pozostałej po ranie odniesionej w dzieciństwie.

PRZYPUSZCZALNY MECHANIZM ZOMBIFIKACJI

Po ustaleniu, że istnieniu *zombi* nie da się zaprzeczyć, należało przekonać się jaki jest mechanizm procesu zombifikacji, rzekomej śmierci i następującego po niej „powstania z martwych”. Davisowi udało się dotrzeć do lilku czarowników i przeprowadzić z nimi szereg rozmów. Był on również obecny przy przyrządzaniu preparatu, który miał moc zmieniania człowieka w *zombi*. Preparaty te miały różny i bardzo złożony skład. Zawierały wiele składników najprawdopodobniej farmakologicznie nieaktywnych (jak ostrużyny ludzkich kości), substancje ściernie (sproszkowane szkło) i drażniące skórę. W skład niektórych wchodziły sproszkowane żaby i ropuchy (skóra ropuch zawiera wiele farmakologicznie czynnych substancji, między innymi bufoteninę, bufotenidynę i bufowirydynę). Są to substancje halucynogenne podobne w budowie i działaniu do kwasu lizergowego, słynnego LSD. Głównym składnikiem wszystkich badanych przez Davisa preparatów były organy różnych gatunków ryb fugu. Fugu to sławny japoński przyśmak zawierający niezwykle silną truciznę – tetrodotoksynę. Nieumiejętne przyrządzenie tej ryby może stać się przyczyną zatrucia, a nawet śmierci smakosza (w 1964 roku zarejestrowano w Japonii 164 przypadki zatrucia rybą fugu z 50-procentową śmiertelnością). Tetrodotoksyna blokuje przewodnictwo bodźców nerwowych, co prowadzi do pa-

ralizu. W Japonii opisano szereg przypadków zatrucia, które doprowadziły do kilkudniowego letargu, po którym chory obudził się, podając że pamiętał i słyszał wszystko co działo się dookoła niego, ale nie był zdolny zareagować, poruszyć się i przemówić. W jednym przypadku rzekomy nieboszczyk w ostatniej chwili zeskoczył z wózka, na którym wieszono go do krematorium.

Bardzo prawdopodobne, że to właśnie organy ryby fugu zawarte w „magicznym” preparacie przyrządzanym przez czarowników na Haiti powodują stan podobny do śmierci (Davisowi nie udało się ustalić czy truciznę dodaje się do jedzenia ofiary czy też wciera przez skórę). Następnie po pogrzebie, pod osłoną nocy, czarownik odkopuje swoją ofiarę, wyciąga ją z grobu i kami „odtrutką”. Głównym składnikiem tego preparatu jest *Datura stramonium* – bielun dziedzierrzawy, nazywany w Haiti „ogórkiem *zombi*”, który zawiera farmakologicznie czynne alkaloidy atropinę i skopolaminę. Wydaje się, że atropina łagodzi zatrucie tetrodotoksyną. Skopolamina działa oszłamniająco, co być może tłumaczy, że *zombi* tracą kontakt z otoczeniem i poruszają się jak automaty, przypominając hollywoodzkie „żywe trupy”.

Ryba fugu występuje powszechnie w morzach tropikalnych. Znajomość procesu zombifikacji pochodzi z Afryki, skąd XVII i XVIII wieku przywieziono na Haiti tysiące czarnych niewolników. Na Haiti zombifikację stosuje się zwykle jako karę za niesocjalne zachowanie. Oczywiście ilość czynnych składników w poszczególnych preparatach różni się znacznie, a dawkowanie trucizny jest praktycznie niemożliwe. Można sobie wyobrazić, że w takiej sytuacji śmiertelność potencjalnych *zombi* musi być znaczna. Jeżeli czarownikom nie uda się przywrócić do życia wydobytego z grobu ciała, niewątpliwie zagrzebują je ponownie, nie przejmując się zbytnio niepowodzeniem. Przecież ofiara i tak już wcześniej zmarła; na jaw mogą wychodzić tylko nieliczne przypadki zombifikacji, które udało przywrócić do życia i którymi zainteresowały się władze administracyjne lub naukowcy.

Wiele trucizn i toksyn znalazło zastosowanie lecznicze. Czy tetrodotoksyna może znaleźć zastosowanie w medycynie? Nie jest to bardzo prawdopodobne po pierwsze ze względu na niewielką różnicę między dawką farmakologicznie czynną, a dawką śmiertelną. Po drugie, zadaniem środków znieczulających jest przede wszystkim pozbawienie pacjenta świadomości, przez co przestaje on odczuwać ból. Narkoza obniża także poziom stresu związany z zabiegiem chirurgicznym. Tetrodotoksyna paraliżując pacjenta nie pozbawia go świadomości. Nie jest zupełnie jasne, czy jest on wtedy zdolny do odczuwania bólu. Z pewnością możliwość odbierania wrażeń z otoczenia bez jakiegokolwiek możliwości zareagowania musi być powodem olbrzymiego stresu. Dziś umiemy jednak zmieniać działanie różnych farmakologicznie aktywnych związków przez podstawianie do ich cząsteczki różnych grup chemicznych. Być może przez odpowiednią obróbkę chemiczną tetrodotoksyny uda się ją „obłaskawić” i uzyskać cząsteczkę o pożądanym w leczeniu właściwościach.

Stanisław D u b i s k i

O homeopatii – stanowisko amerykańskiej medycyny akademickiej

Homeopatia od ponad 200 lat jest liczącym się systemem terapii, który korzysta z małych dawek różnych substancji w celu pobudzenia procesów autoregulacji i samowyleczenia. Za autora tej metody leczenia uważa się niemieckiego lekarza Samuela Hahnemanna (1755-1843), który rozwinął homeopatię pod koniec XVIII wieku. Podczas tłumaczenia tekstu zielarskiego z języka angielskiego na niemiecki Hahnemann zwrócił uwagę na absurdalność wyjaśnienia efektu leczniczego kory drzewa chinowego w malarii jej gorzkim smakiem. Po próbach różnych dawek tego surowca zielarskiego ustalił, że jego objawy toksyczne przypominają objawy malarii. Hahnemann zaproponował teorię, że leczenie można dobierać na podstawie podobieństwa objawów toksykologicznych substancji do objawów choroby obecnych u pacjenta. Nazwał tę teorię zasadą podobieństwa. Po próbach wielokrotnych dawek powszechnie stosowanych środków leczniczych podawanych zdrowym ochotnikom i dokładnemu odnotowaniu ich efektów, we współczesnej homeopatii postępowaniu znanym jako „próba patogenna na człowieku”, zaproponował podstawowe wskazania ich stosowania w chorobach.

W homeopatii wybór substancji dostosowany jest do objawów stwierdzonych u chorego, na podstawie skutków podania tych substancji u osób zdrowych. Preparaty homeopatyczne są przygotowywane poprzez seryjne rozcieńczenia i wytrząsanie substancji, co według homeopatów powoduje zapamiętanie ich właściwości w cząsteczkach wody. Najbardziej kontrowersyjnym założeniem homeopatii jest utrzymywanie się biologicznej aktywności substancji, a nawet ich nasilenie (potencjalizacja) wskutek zastosowanych seryjnych rozcieńczeń (zazwyczaj wielokrotnie 1:10 lub 1:100) i mieszaniu lub wstrząsaniu między każdym rozcieńczeniem. Hahnemann początkowo wprowadził ten proces by zmniejszyć toksyczność niektórych substancji. Granica rozcieńczenia molekularnego (liczba Avogadro $6,024 \times 10^{23}$) odkryta została dopiero pod koniec życia Hahnemanna; do tego czasu homeopaci na całym świecie donosili, że nawet bardzo wysoko potencjalizowane substancje (w rozcieńczeniu przekraczającym liczbę Avogadro, np. 10^{-24}) wywoływały efekty kliniczne, co tłumaczono uwolnieniem w czasie preparatyki sił leczniczych substancji.

Trzecią zasadą homeopatii jest największa skuteczność leczenia, gdy jest ono dobrane na podstawie ogólnego zespołu objawów, a nie jedynie tych powiązanych z przyczyną zachorowania. Na przykład, homeopata leczyłby chorego na pospolite „przeziębienie”, u którego stwierdził się łzawienie, pieczenie i podrażnienie spojówek oraz wodnisty katar, preparatem przygotowanym przez potencjalizację ekstraktu cebuli, ponieważ stwierdzane objawy są podobne do tych wywoływanych przez cebulę. Jednakże inny „przeziębiony” mający gęsty, żółty katar i chęć przebywania na chłodnym i wilgotnym powietrzu, otrzymałby wyciąg saskanki (łac. *Pulsatilla*), bowiem jego objawy przypominają wywoływane przez tą roślinę. Obaj pacjenci, mimo tej samej choroby (wirusowe zakażenie górnych dróg oddechowych), otrzymaliby inne leczenie homeopatyczne na podstawie charakterystycznego zespołu objawów.

Na początku XIX wieku 8% wszystkich praktykujących lekarzy w Stanach Zjednoczonych było homeopatami, działało tam 20 uczelni medycznych zajmujących się homeopatią. Reakcja medycyny allopatycznej (konwencjonalnej) na homeopatię spowodowała, że Amerykańskie Stowarzyszenie Medyczne (AMA – ang. *American Medical Association*), utworzone w rok po powołaniu Amerykańskiego Instytutu Homeopatii, zwalczało homeopatię. W roku 1852 opublikowano stanowisko AMA nazywające homeopatię oszustwem o skuteczności nie większej niż placebo (substancje obojętne dla organizmu, np. tabletki skrobi). Homeopaci odpowiedzieli w tym sporze dowodami naukowymi, przytaczając statystyki ze szpitali leczących ich metodą. Na przykład, podczas epidemii cholery w roku 1854 w szpitalach homeopatycznych stwierdzono dramatycznie mniejsze wskaźniki śmiertelności niż w instytucjach allopatycznych, po części musiały one wynikać ze stosowania w tych ostatnich „radikalnych” metod leczenia, jak np. podawania środków przeczyszczających. Pod koniec XIX wieku nastąpiło stopniowe zbliżenie między medycyną konwencjonalną i homeopatią. Między innymi homeopaci mogli zostać członkami AMA (od 1903 roku), medycyna konwencjonalna poszukiwała w ten sposób pacjentów dla nowo powstałych specjalizacji medycznych. Był to również koń trojański, który spowodował schyłek homeopatii obserwowany przez ponad 150 lat.

Obecnie w Stanach Zjednoczonych typowy pacjent poszukujący pomocy w homeopatii to bogaty młody biały, często poszukujący wyleczenia z objawów subiektywnych. Pozwolenie na stosowanie leków homeopatycznych wprowadziła Ustawa z 1939 roku (*Pure Food and Drug Act*), są one osiągalne bez recepty. Liczba pacjentów stosujących środki homeopatyczne w ostatnich 7 latach zwiększyła się w Stanach Zjednoczonych o 500%, wielu pacjentów korzysta z nich samodzielnie.

Narastające rozpowszechnienie i doniesienia o skuteczności homeopatii na całym świecie skłaniają do bliższego przyjrzenia się tej metodzie. Zainteresowanie medycyny konwencjonalnej homeopatią związane jest z możliwością udokumentowania jej skuteczności przy wykorzystaniu zasad medycyny opartej na faktach. Powoduje to, że badania kliniczno-kontrolne są nadal podejmowane.

Trzy typy badań naukowych nad homeopatią oceniają: skuteczność homeopatii w porównaniu z efektem placebo; skuteczność w wybranych chorobach; efekty skrajnie małych rozcieńczeń preparatów homeopatycznych. Trzy niezależne systematyczne zestawienia prób klinicznych z wykorzystaniem placebo wykazały, że efekty leków homeopatycznych wydają się przewyższać efekt placebo, natomiast w jednym z przeglądów działanie leków homeopatycznych było porównywalne do placebo. Zastanawiające, że gdy wybrano spośród generalnie niskiej jakości doniesień naukowych nieliczne badania przeprowadzone zgodnie z zasadami medycyny opartej na faktach (zachowanie losowego doboru pacjentów, kodowanie podawanych leków, niezależna ocena efektów bez znajomości podawanego preparatu, dostatecznie duża grupa badana), liczba wyników pozytywnych dla homeopatii była znaczna. Na podstawie badań kliniczno-kontrolnych z randomizacją sugerowane są możliwości skutecznego leczenia homeopatycznego grypy, alergii, niedrożności pooperacyjnej jelit i biegunek u

dzieci. Badania kontrolowane wykazują natomiast, że homeopatia jest nieskuteczna w migrenie, w powysiłkowych bólach mięśniowych i w zapobieganiu grypie. Dla większości zastosowań leczniczych brak jednak wiarygodnych dowodów na skuteczność homeopatii. Kilka doniesień naukowych wskazuje jednak na zachowanie aktywności biologicznej substancji poddanych skrajnemu rozcieńczeniu. Niestety, dotychczas nie powiodło się potwierdzenie takich rezultatów w niezależnych laboratoriach, a tłumaczenie tego niewielką liczbą naukowców zainteresowanych tematem nie usprawiedliwia spekulacyjnego charakteru takich eksperymentów.

Wbrew naukowemu sceptycyzmowi i sprzecznościom między homeopatią a współczesną medycyną kliniczną, nastąpił współcześnie renesans tej metody leczenia. Pojedyncze doniesienia naukowe nieoczekiwanie sugerują skuteczność wybranych terapii homeopatycznych, jakkolwiek jakość naukowych dowodów w homeopatii jest gorsza niż w medycynie allopatycznej. Niezbędne wydaje się zachowanie kontaktu między medycyną konwencjonalną a homeopatią, w imię ratowania chorych w stanach zagrażających życiu metodami konwencjonalnymi, a może przyzwolenia na bezpieczne metody alternatywnego leczenia, chociażby miały one przynieść tylko niespecyficzne korzyści.

Annals of Internal Medicine 2003, 138, 393-399

Marek S a n a k

Tajemnicze zielone kule

Współczesny świat wychodzi naprzeciw wszelkim upodobaniom człowieka. Oferta sklepów i supermarketów jest dzisiaj tak bogata, że niekiedy sprzedawcy i kupujący nie do końca się w niej orientują. Tak było w przypadku akwarystycznego sklepu jednego z krakowskich hipermarketów. Zielone kule, których dystrybucję rozpoczął sklep, przyciągnęły naszą uwagę. Uprzejmy ekspedient, zapytany co sprzedaje wyjaśniał, że są to nowoczesne filtry do akwariów i niczym gąbki brał po kilka sztuk do ręki, i wyciskał je zachwalając walory ich użytkowania. Nie był jednak do końca świadomy tego co wyciska, a pewnie zdziwiłby się, gdyby dowiedział się że to żywy organizm!

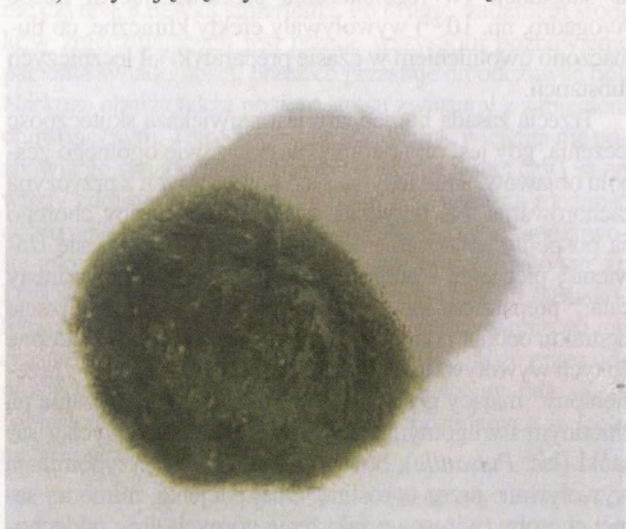
Zielona, szorstka w dotyku kula to forma w jakiej występuje jeden z gatunków powszechnie znanej zielenicy – gałęzatką, *Cladophora*. W przeciwieństwie do innych zielenic, gałęzatką nie wytwarzają galaretowatych substancji pokrywających zewnętrzne powierzchnie ścian komórkowych, które w ten sposób pozostają szorstkie i są często zasiedlane przez liczne gatunki epifitycznych glonów. Uważa się ponadto, iż analizując skład epifitycznych glonów w zbiorniku wodnym wystarczy oznaczyć te, które występują na komórkach gałęzatką. Jednakże, obserwowana najczęściej w przyrodzie gałęzatką – *Cladophora glomerata* występuje przeważnie w postaci kilku do kilkunastocentymetrowych nitkowatych plech, obficie rozgałęzionych, a komórka bazalna silnie przytwierdzająca plechę do podłoża pozwala na zasiedlanie szybko płynących strumieni i rzek. Wyglądem zewnętrznym zatem, najczęstsza we florze

gałęzatką całkowicie różni się od oferowanej w sklepach – zbitej, pływającej w wodzie akwarium zielonej kuli.

Kuliste formy wzrostu gałęzatką (*Cladophora*) spotykane są w zbiornikach śródlądowych zarówno w strefie przybrzeżnej, jak i większych głębokościach oraz w srefach przybrzeżnych umiarkowanie zasolonych mórz. Pierwszy odnalazł je Anton E. Sauter w austriackim jeziorze Zeller w roku 1824 i obecnie zaliczane są do gatunku *Cladophora aegagropila* z grupy sauteri; słowo „*cladophora*” oznacza rozgałęzioną roślinę, a „*aegagropila*” – jeziorną piłkę. Tego typu okazy znane są dziś m.in. z Islandii, Wielkiej Brytanii, Szwecji, Estonii, Rosji, Japonii i szeregu innych krajów. W tamtejszych jeziorach *Cladophora aegagropila* zaczyna swój wzrost przytwierdzona do skał, a po oderwaniu przez prądy wód tworzy kule.

Omawiane kuliste formy mają aksamitną powierzchnię (ryc. 1), a środek ich wypełnia zwarta masa ciemnozielonych nitkowatych glonów. Znane natomiast botanikom większe okazy, jak na przykład te o średnicy 30 cm, są wewnątrz puste. Szereg autorów uważa, iż gałęzatką ta jest gatunkiem niesłychanie wolno rosnącym, a jej kule osiągają wielkość piłki tenisowej dopiero po upływie 150–200 lat. Nowsze obserwacje sugerują jednak, iż wzrost nie jest tak wolny i zależy od szeregu czynników ekologicznych. Falowanie wód jezior pozwala na to, aby cała kula była właściwie oświetlona. *Cladophora aegagropila* występuje niekiedy w tak dużych skupiskach, iż uniemożliwia wzrost innych roślin. W związku z niecodzienną formą wzrostu proponowano, aby glony te wydzielić w osobny rodzaj *Aegagropila*. Kulista postać związana jest zarówno z trudnością osiedlenia się na dnie jeziora jak i falowaniem jego wód. W hodowli wykazano, że omawiane formy po rozcięciu na części odzyskują pierwotny kształt. Z kolei po przytwierdzeniu ich do podłoża zmieniają typ wzrostu wykształcając zwarty „dywan”.

Na terenie Północnej Islandii słynne z kul gałęzatek jest jezioro Myvant, a w Japonii jezioro Akan (Wyspa Hokkaido). W wybudowanym nad jeziorem Akan centrum obserwacji, ich wzrost na dnie jest monitorowany przez 24 godziny na dobę, a centrum corocznie odwiedza pół miliona turystów. W Japonii każdego lata (od 7 października 1950 roku) odbywają się trzydniowe festiwale związane z kulami



Cladophora aegagropila (średnica ok. 5,5 cm). Fot. A. Jankun

gałęzatką (japońska nazwa – *marimo*), uznanymi już w roku 1921 za Japoński Skarb Narodowy. W Japonii *marimo* cieszą się tak ogromną popularnością, że każdy chce je posiadać i dlatego zostały one objęte ścisłą ochroną prawną. To powoduje, że nieuczciwi sprzedawcy rozprowadzają pod tą samą nazwą inne zwinięte w kule gatunki zielenic, nie tworzące takich kul w naturze. Podczas festiwalu wydawane są kartki i znaczki pocztowe z podobizną charakterystycznych kul gałęzatek, sprzedaje się również ich plastikowe imitacje. Ponadto, z pochodzeniem *marimo* związane są wierzenia miejscowej ludności. Zgodnie z nimi, para kochanków – młody chłopiec i młoda dziewczyna – zdecydowali się na wspólną śmierć w jeziorze, a z ich serc połączonych niezniszczalnym uczuciem powstały podziwiane do dzisiaj zielone kule gałęzatek.

Grzegorz W o j t c z a k & Andrzej J a n k u n

Żaba połykająca rybę, czyli historia pewnego przycisku do papieru

Dwadzieścia lat temu w roku 1982 zwrócił się do mnie Wincenty Kilarski, mój kolega, także z czasu studiów (po- wiem więcej: starosta roku z tych czasów), abym pomógł mu znaleźć wykonawców niewielkiej pamiątki, którą pracownicy Zakładu Anatomii Porównawczej Uniwersytetu Jagiellońskiego postanowili podarować profesorowi Henrykowi Szarskiemu. W pamiątce tej, którą Wincenty Kilarski wykonypował, chodziło o wskazanie, że profesor Szarski zmienił zainteresowania Zakładu wprowadzając badania płazów w miejsce badań ryb, czyli po prostu żaba połykała rybę, ale tak naprawdę ryba była za duża i do końca nie została połknięta. Malutki drobiazg na biurko wykonany w brązie pokazujący ten proces, to właśnie to o co chodziło.

Korzystając z polecenia mego przyjaciela Franciszka Stolota, podówczas wicedyrektora Muzeum Narodowego w Krakowie, zwróciłem się w tej sprawie do Wojciecha Bochnaka, konserwatora metali w Muzeum Narodowym, znanego także w sferach zbliżonych do Katedry Wawelskiej jako dzwonnika, a obecnie szefa dzwonników Dzwonu Zygmunta. Wojciech Bochnak miał przyjaciela Leszka Dziewulskiego, człowieka wielu talentów, który w tym właśnie roku 1982 był, jako bardzo aktywny działacz „Solidarności”, internowany w więzieniu w Nowym Łupkowie w Bieszczadach i do niego zwrócił się o wykonanie odpowiedniej rzeźby żaby, przesyłając mu przy okazji odpowiednią liczbę świec parafinowych. Leszek Dziewulski bardzo się z tego zamówienia ucieszył, niemniej jako nie przyrodnik, nie wiedział jak na prawdę żaba wygląda. I tutaj z pomocą przyszli strażnicy więzienni, którzy mając prawo wychodzenia na zewnątrz odłowili jedną żabę, nieznanego nam obecnie gatunku i zaopatrzyli wykonawcę rzeźby w odpowiedni model. Byli co prawda tacy nauczyciele akademicy na Uniwersytecie, którzy sądzili, że bliskie kontakty z osobami internowanymi źle skończą się dla żaby i osób w jej produkcję zaangażowanych, ale nic takiego się nie wydarzyło.

Żaba połykająca rybę, wyrzeźbiona w parafinie znalazła się w rękach Wincentego Kilarskiego, który z pomocą swo-



jej żony dotarł do Resortowego Instytutu Odlewnictwa w Krakowie, w którym wykonano formę. Teraz należało wy- starać się od odpowiednią ilość brązu i wykonać odlew. Żadna z krakowskich prywatnych odlewni nie podjęła się wykonać odlewu. I znowu dzięki znajomościom udało się jego żonie dotrzeć do Odlewni Doświadczalnej Wydziału Odlewnictwa AGH i tam dzięki uprzejmości Ireneusza Te- lejko i Janusza Sarwy wykonano odlew w brązie. Odlew ten wrócił do Wojciecha Bochnaka, który rzecz wyczelował i spatynował. Postument z kieleckiego marmuru pochodzi ze środkowego dewonu, formacji z Kowali, został wyszlif- owany przez nieżyjącego już preparatora-szlifierza Instyt- utu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego Mariana Wyżę. Następnie zamówiono mosiężną plaketkę z dedykacją dla profesora, którą umocowano na cokole. W czasie uroczystego zebrania Zakładu, we wrześniu 1982, na którym żegnano profesora Henryka Szarskiego w związku z jego odejściem na emeryturę, żaba połykająca rybę na marmurowym postumencie (rycina 1) została mu ur- oczysto wręczona. Przez lat dwadzieścia zdobyła ona biur- ko profesora w Zakładzie, a zgodnie z testamentem Profes- ora nie została przekazana rodzinnym spadkobiercom, ale Uniwersytetowi.

Adam Ł o m n i c k i

Materiały do znajomości dżdżownic (*Oligochaeta, Lumbricidae*) miasta Wałbrzycha

Wałbrzych zajmuje powierzchnię 8479 ha. Położony jest w południowej części Dolnego Śląska w Sudetach Środkowych w głębokiej kotlinie wśród Gór Wałbrzyskich. Wyznaczają go następujące skrajne współrzędne geograficz- ne: szerokość geograficzna od 50° 43' 30" do 50° 31' 20", długość geograficzna od 16° 13' 30" do 16° 21' 30".

Miasto rozbudowane jest przede wszystkim wzdłuż dol- lin potoków Pełcznicy i Szczawnika. Długość granic wy- nosi 61 km; na krótkich odcinkach są to granice naturalne, biegnące grzbietami wzniesień lub korytami potoków.

Tabela 1. Występowanie gatunków dżdżownic w glebach wybranych stanowisk na terenie Wałbrzycha (Dane uzyskane na podstawie badań w okresie wegetacyjnym w roku 1997)

Lp	Stanowisko - Dzielnica Wałbrzycha	Nazwa gatunku											Razem	
		<i>Octolasion lacteum</i>	<i>Dendrodrilus rubidus</i>	<i>Dendrobaena octaedra</i>	<i>Eiseniella tetraedra</i>	<i>Lumbricus rubellus</i>	<i>Lumbricus castaneus</i>	<i>Lumbricus terrestris</i>	<i>Eisenia fetida</i>	<i>Allobophora chlorotica</i>	<i>Aporrectodea rosea</i>	<i>Aporrectodea caliginosa</i>		<i>Allobophora longa</i>
1	Śródmieście, trawnik przy ul. Bolesława Chrobrego							x						1
2	Książański Park Krajobrazowy okolice rzeki Szczawnik, na granicy dzielnicy Podzamcze				X									1
3	Śródmieście, trawnik przy ul. Mikołaja Reja	x								x				2
4	Podgórze, teren zalesiony sąsiadujący z ogródkami, okolice ul. Internatowej					X						X		2
5	Sobięcín, Park „Tadeusza Kościuszki” przy ul. Dr Henryka Jordana					X		x			x			3
6	Szczawienko, okolice rzeki Pełcznicy przy ul. Rzecznej				X	X						X		3
7	Szczawienko, nieużytki przy ul. Uczniowskiej							x			x	X		3
8	Piaskowa Góra, park miejski przy ul. Głównej					X		x				X		3
9	Rusinowa, „Park Rusinowa” przy ul. Głuszyckiej		x			X						X		3
10	Stary Zdrój, ogród działkowy przy ul. Starachowickiej							x	x	x		X		4
11	Stary Zdrój, pole uprawne ok. 300 m od ul. Starachowickiej						x	x	x			X		4
12	Stary Zdrój, zagajnik brzozowy, ok. 300 m od ul. Starachowickiej					X	x		x	x				4
13	Sobięcín, wysypisko śmieci przy ul. Szytgarskiej					X			x	x		X		4
14	Sobięcín, teren starej kopalni obecnie zalesiony ok. 500 m od ul. Cmentarnej					X	x			x		X		4
15	Nowe Miasto, Park „Sobieskiego” przy ul. Puchalskiego			x		X		x			x			4
16	Biały Kamień, ogródki działkowe przy ul. Brygady Górniczej	x						x		x		X		4
17	Gaj, ogródki działkowe w okolicy zrehabilitowanej hałdy pokopalnianej nieopodal ul. Stanisława Moniuszki							x	x	x		X		4
18	Poniatów, pole uprawne przy ul. Grzybowej					X		x		x		X		4
19	Lubiechów, pole uprawne przy ul. Lisiej						x	x		x		X		4
20	Książański Park Krajobrazowy, droga leśna pomiędzy dzielnicami Podzamcze-Szczawienko					X	x						x	3
21	Stary Zdrój, łąka przy ul. Stefana Żeromskiego					X		x		x	x		x	5
22	Sobięcín, ogródki działkowe w okolicy zrehabilitowanych zalesionych hałd przy ul. Marcelego Kosteckiego					X		x	x	x	x			5
23	Piaskowa Góra, ogródki działkowe przy ul. Mariana Orłowicza	x						x	x	x		X		5
24	Biały Kamień, zalesiony teren „Wzgórza Gedymina” ok. 300m od ul. Józefa Sułkowskiego			x		X		x	x	x	x	X		7
25	Kozice-Julianów, obrzeże lasu na granicy pola uprawnego, ok. ul. Strzegomskiej					X		x	x	x	x	x	x	7
	Razem	3	1	2	2	15	5	16	9	14	7	16	3	



Ryc. 1. Trawniki między- i przyjezdniowe – Wałbrzych

Wałbrzych składa się z dzielnic o zróżnicowanej zabudowie. Przez wiele lat stanowił on centrum przemysłowe Dolnego Śląska. Środowisko przyrodnicze zostało mocno zdegradowane, głównie wskutek koncentracji uciążliwych zakładów przemysłowych i przez wiele lat nieuporządkowanej gospodarki cieplnej. W związku z działalnością zakładów do atmosfery przedostawały się duże ilości dwutlenku siarki, tlenków azotu, węglowodorów, metali ciężkich i wiele innych związków chemicznych, które nie pozostawały obojętne dla środowiska przyrodniczego. Część z nich wnikała do gleby w postaci kwaśnych deszczy, część w postaci pyłów. Na stan gleby wywierały wpływ zanieczyszczone wody, które przesiąkając dostarczały substancji toksycznych. Przy braku odpowiedniego wapnowania dochodziło w niektórych rejonach do silnego zakwaszenia gleby, co dodatkowo zakłócało równowagę chemiczną i biologiczną. Nadmierne ilości metali ciężkich tworzyły trwałe związki chemiczne z substancjami organicznymi wchodzącymi w skład warstwy próchnicznej i były bardzo trudno usuwalne. Skutki skażenia gleby są odczuwalne do chwili obecnej. Niska kwasowość gleb Wałbrzycha określana w przedziale pH od 3,1 do 8,1 – średnio 5,2 uwarunkowana jest przede wszystkim litologią. W podłożu występują na znacznych obszarach krzemionkowe skały karbonu i permu (zlepieńce, piaskowce, mułowce), prekambryjskie gnejsy oraz permskie i karbońskie skały wulkaniczne. W glebach uprawnych stwierdzono średnie pH 5,8. Płat gleb bardzo kwaśnych występuje na terenie Książańskiego Parku Krajobrazowego. Gleby obojętne pH >6,7 występują w centrum i dzielnicy Podzamcze. Na alkalizację gleb miały wpływ opady pyłów przemysłowych.

Przedmiotem badań prowadzonych na terenie miasta od 1997 r. jest fauna glebowa reprezentowana przez dżdżownice. Powszechnie wiadomym jest, że fauna *Lumbricidae* aglomeracji miejskich szczególnie w glebach trawników przyjezdniowych, międzyjezdniowych i innych terenów zielonych wykazuje w pewnym stopniu zubożenie pod względem gatunkowym w stosunku do ekosystemów naturalnych. Podobne obserwacje fauny dżdżownic zasiedlających gleby terenów miejskich prowadzone były w Warszawie, a wyniki badań przedstawione w artykule Kasprzaka „Stan i struktura zgrupowań fauny glebowej w ekosystemie miasta”. Zdaniem tego autora w środowiskach miejskich występują głównie gatunki dżdżownic tolerujące



Ryc. 2, 3 Dżdżownice gleb zagospodarowanych na terenie Wałbrzycha

przesuszenie i alkalizację gleby oraz zgrabianie ściółki. Przypuszczalnie mniejsza liczba gatunków dżdżownic w glebach aglomeracji miejskich powodowana jest kompleksem czynników wynikających z działalności człowieka. Główne znaczenie ograniczające występowanie dżdżownic mają przede wszystkim takie czynniki jak: brak pokarmu, niski poziom próchnicy, toksyczność, struktura i przesuszenie gleb, pH oraz zabiegi związane z uprawą roślin między innymi ozdobnych. Wymienione czynniki ograniczające pojawiają się pojedynczo lub w różnych kombinacjach na terenie Wałbrzycha.

Celem badań było rozpoznanie składu gatunkowego dżdżownic występujących w glebach Wałbrzycha. Określenie zróżnicowania gatunkowego w poszczególnych dzielnicach miasta.

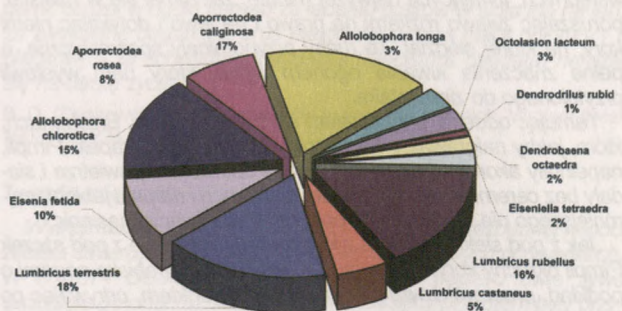


Diagram. Udział poszczególnych gatunków stwierdzonych na terenie Wałbrzycha

W celu pozyskania materiału badawczego przede wszystkim stosowano metodę ręcznego sortowania próbek glebowych, rzadziej metodę formalinową. Metoda formalinowa okazuje się mało przydatna w okresach diapauzy prawdziwej, której podlegają niektóre gatunki dżdżownic. Próby pobierano trzykrotnie o każdej porze roku (wiosną, latem i jesienią 1997r) z 25 stanowisk na terenie miasta wyznaczając na każdym z nich w sposób losowy powierzchnię 1m². Przekopywano glebę do głębokości około 50 cm pobierając warstwy około 10 cm. Przebijając ręcznie glebę pozyskiwano dżdżownice poddając je w warunkach laboratoryjnych ocenie przynależności gatunkowej. Ręczne wybieranie dżdżownic pozwala na ocenę form aktywnych i diapauzalnych. Metoda ręcznego sortowania próbek glebowych ma swoje wady, oprócz czasochłonności należy podkreślić możliwość ucieczki dżdżownic w głąb profilu glebowego, szczególnie osobników dużych i wrażliwych na drgania podłoża, pomijania drobnych, oraz możliwość uszkodzeń mechanicznych ciała zwierząt.

W glebach aglomeracji miejskiej Wałbrzycha wykazano występowanie 12 gatunków z rodziny *Lumbricidae*. Poniżej zamieszczona tabela przedstawia stanowiska badań oraz wykazane gatunki dżdżownic. Najczęściej występującymi gatunkami są: *Aporrectodea caliginosa*, *Allolobophora chlorotica*, *Lumbricus terrestris*, *L. rubellus*. Na dwóch stanowiskach stwierdzono występowanie po 1 gatunku i na dwóch po 7. Przeciętnie z jednego stanowiska wykazywano od 3 do 5 gatunków. Dane na ten temat zostały zamieszczone w tabeli 1. Dżdżownice Wałbrzycha to gatunki megaporeutyczne, charakteryzujące się dużą eks-

pansywnością i zdolnościami przystosowawczymi do warunków klimatycznych i środowiskowych.

Centrum miasta wykazuje znaczne zubożenie gatunkowe w stosunku do dzielnic położonych peryferyjnie i graniczących z ekosystemami naturalnymi. Zapewne ma to związek ze znacznym wzrostem presji urbanizacyjnej. Gleby wykazują znaczne zdegradowanie i przesuszenie, słaby rozwój warstwy próchnicznej. Warstwa tworzącej się ściółki często jest zgrabiana. Czynnikiem szczególnie ważnym dla wielu gatunków jest wilgotność środowiska natomiast gleby w centrum miasta wykazują znaczną przepuszczalność, co zaburza tę właściwość. Na śródmiejskich trawnikach stwierdzono gatunki *Lumbricus terrestris*, *Allolobophora chlorotica*. Gatunek *Octolasion lacteum* wykazano na stanowiskach o znacznej wilgotności. W dzielnicach graniczących z ekosystemami leśnymi lub wykazującymi charakter rolniczy wskaźnik liczby występujących gatunków zdecydowanie wzrastał. Udział poszczególnych gatunków stwierdzonych na terenie Wałbrzycha przedstawia diagram 1.

Najwięcej gatunków z rodziny *Lumbricidae* występowało w glebach o dużej ilości próchnicy, ściółki i wysokiej wilgotności. W glebach dzielnic peryferyjnych graniczących z ekosystemami naturalnymi, zagospodarowanych rolniczo, wzbogacanych obornikiem, kompostem, nawozami organicznymi (Ryc. 2, 3). Zauważono zależność między rodzajem gleby, rozwojem warstwy próchnicznej i zawartością ściółki, stosowanymi zabiegami agrotechnicznymi a występowaniem dżdżownic.

Bogusław Bałuka

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Wzorowy opis obserwacji przyrodniczej

Oto, co osobiście obserwowałem na jednym z większych gatunków *Pimpla instigator*.

Już ze znacznej odległości w jednym z ogrodów podmiejskich zauważyłem tego pięknego, pełnego gracy i zręczności owada, oblatującego dokoła gładki pieri jabłoni.

Zbliżyłem się ostrożnie do drzewa i ukryty za krzewami porzeczek przyglądałem się manewrom *Pimpli* w odległości dwu kroków.

Jak wyżeł, wiedziony zapachem ukrytej w zaroślach zwierzyny, owad ten rzucał się gorączkowo na różne strony, przysiadając na krótko na korze to tu, to ówdzie. Po takich poszukiwaniach przedwstępnych, trwających najwyżej minutę, zatrzymał się w miejscu, poruszając żwawo różkami na prawo i na lewo i dotykając niemi kory, na której siedział. Te ruchy przypominały spazmatyczne, a pełne znaczenia kiwanie ogonem wyżała, który nam wystawił przysłonego do ziemi ptaka.

Tamując oddech, przysunąłem się tuż do drzewa. Brzęk much, które, jakby naigrawając się z mojej cierpliwości i z zapalu *Pimpli*, napępniały akordami dźwięków gorące czerwcowe powietrze i sładaly bez ceremonii na mej głowie, na liściach i na pnii jabłoni, najmniejszego nie sprawiał wrażenia na poszukiwaczu gąsienic.

Jak z pod siekiery drwała wióry, zaczęły sypać się z pod szczęk *Pimpli* okruchy kory. Opierając się długimi jak grabiska nogami o podkład, pracował zawzięcie nad jednym punktem, odrywając po kawałku kruszą zewnętrzną warstwę kory. Po upływie 5 minut wygrzył on w ten sposób lejkowate zagłębienie wielkości główki od śpilki. Wtedy zrobił parę kroków naprzód, podniósł raptem swój pa-

tykowały wygięty odwłok ku górze i koniec pokładełka celnie zagłębił w przygotowanym otworze.

Rozpoczęło się świdrowanie kory.

Wyginając swe ciało na wszystkie strony, to podnosząc się ku górze, jakgdyby chciał unieść się „na palcach”, to przytulając się piersi i głową do drzewa, bez przerwy i wytchnienia zanurzał on pokładełko coraz głębiej i głębiej. Wyginanie się przyrządu świdrującego świadczyło o wielkim ze strony owada wysiłku. Chwilami zdawało mi się, że albo cienkie jak włosy kolce pokładełka pękają, albo odwłok w cieniutkiej talii od tułowia mu się oderwie.

Parę razy wyciągał pokładełko i szczękami rozszerzał zewnętrzną część otworu, która widocznie była zaciasną. Praca ta trwała przeszło pół godziny. W końcu otwór był już tak głęboki, że 4/5 pokładełka w nim się schowało.

Nastąpiła dość długa, bo trwająca około minuty chwila spoczynku.

Wiedziałem, że odbywa się w tej chwili najgłówniejszy akt całej tej pracy: składanie jajeczka.

Praca skończona, cel dopięty.

Po wydobyciu z otworu w korze pokładełka *Pimpla* wykonała jeszcze kilkanaście uderzeń różkami w okolicy otworu, jakgdyby wypowiadając nad nim jakieś zaklęcia, wygładziła szczękami strzępki kory na brzegach kanału, starając się w ten sposób ukryć ślady swojej działalności, i odleciała.

Po chwili jednak wróciła na to samo miejsce, przeszła się powoli po drzewie, jakgdyby chcąc sprawdzić, czy nic nie zagraża jej przyszłemu potomstwu - i wreszcie odleciała, ginąc mi z oczu pomiędzy liśćmi.

Teraz przyszła na mnie kolej: z ostrym szczyrzykiem wziętem się do roboty.

Dokoła miejsca, w którym gąsienicznik złożył swe jajeczka, naciałem głęboko korę, przyczem szczyrzyk zagłębił się na cal prawie i dosięgnął drewna. Podważając następnie ostrożnie brzozy utworzonej szpary, oderwałem skrawczek kory dwu cali w średnicy. I cóż się okazało? Pod korą ukryta była niewielka poczwarka jakiegoś motyla z rodziny Geometridae. Otwór prześwidrowany przez gąsienicznika prowadził wprost do miejsca, gdzie znajdowało się przejście tułowiu poczwarki w odwłok; miejsce to, jak wiadomo, przykryte jest cieniutką, delikatną skórą i najłatwiej może być przekłóte.

Wiedziałem, że gąsieniczniki przy wyszukiwaniu swych ofiar kierują się jakimś nieokreślonym bliżej zmysłem, wyczuwają ich kryjówki pod ziemią, w drzewie i nawet w wodzie; nie przypuszczałem jednak nigdy, żeby poprzez korę myśliwiec ten potrafił tak dokładnie skierować swój straszny sztylet i zadać tak trafnie cios fatalny.

Gołem okiem nie mogłem na razie na wyjętej z pod kory poczwarcie wykryć żadnego znaku, żadnej ranki, dopiero zapomocą lupy spostrzegłem mały okrągły znaczek, tam właśnie, gdzie skóra poczwarki była najcieńsza.

Jakże nieudolnymi wydawać się nam muszą różne czynności ludzkie, które tak rzadko trafiają nieomylnie do celu, jeżeli zastanowimy się nad nimi na tle podobnych obserwacji przyrodniczych!

K. Kulwiec: Pasorzyty owadów. Wszechświat 1903, 22, 213 (5 IV)

Wyjątkowa płodność

Z roślin kwiatowych najobficiej wydaje nasiona stulisz (*Sisymbrium sophia*), bo z jednego okazu można ich zebrać 730 000. Dorównywa mu prawie wierzbowka kosmata (*Epilobium hirsutum*), wydająca ich 727 000, dalej idą: trędownik (*Scrophularia*) z 600 000 nasion, tytoń (*Nicotiana tabacum*) z 360 000, dziewanna (*Verbascum*) z 333 000 i t. d. Są to liczby imponujące, bezwątpienia, mając one jednak i stają się bardzo mało znaczącymi, jeżeli się je porówna z ilością zarodników, wydawanych przez rośliny bezkwiatowe. Pan E. Fischer zadał sobie trud wyliczenia, ile zarodników wydaje jeden okaz zwyczajnej paproci samczej (*Polystichum filix mas*). Dobrze rozwinięty okaz tej rośliny może posiadać około 6 liści owoconośnych, a że na każdym takim liściu, mającym około 50 cm długości (co nie jest wcale zadużo), znajduje się do 5 000 t. zw. kulek z zarodnikami, ilość więc wszystkich kulek na jednej paproci wynosi $5\ 000 \times 6 = 30\ 000$. Według dalszych wyliczeń p. F. w każdej kupce znajduje się średnio po 115 zarodni, zawierających każda około 27 zarodników, co czyni $17 \times 115 = 3\ 105$ zarodników na jedną kupkę, a $3\ 105 \times 30\ 000 =$ przeszło 93 miliony zarodników na jedną paproć - liczba, wobec której wydają się nic nieznaczącymi 730 000 nasion stuliszu, tembardziej, gdy uwzględnimy, że p. F. brał wszędzie raczej liczby zamałe, niż zaduże, nie brał on bowiem pod uwagę nigdzie tych zarodników, które mógł zgubić przy rozmaitych przenoszeniach materiału. Jeżeli teraz zastanowimy się nad tem, że z tych milionów zarodników wyrasta ostatecznie zaledwie jakiś tuzin paproci, to musimy przyznać, że rozmiary walki o byt, jaką muszą staczać rośliny, przekraczają najbujniejszą fantazję ludzką.

B. D. (Dyakowski): Rośliny, najbogatsze w nasiona lub zarodniki. Wszechświat 1903, 22, 223 (5 IV)

Samce góraj!

Powszechnie przypuszczają, że naogół w sprawie zmian postępowych, zachodzących w organizmacyi przedstawicieli danego gatunku, samce są bardziej postępowymi od samic, te ostatnie zaś dłużej zachowują cechy dawne. Samce pierwsze nabierają cech nowych, mającemu się wytworzyć gatunkowi właściwych. Zjawisko to Eimer objął przez swe „prawo przewagi samców”, a Packard nazwał go „andropopii”, w przeciwstawieniu go „gyneropii”, rzadko trafiającego się zjawiska odwrotnego, gdzie w sprawie postępu gatunku przodują samice.

„Przewaga samców” szczególnie silnie jest wyrażona u motyli, najjaskrawszą zaś jest w rodzinie Saturniidae.

Części gębowe samic tych motyli są do pewnego stopnia w stanie zaniku; są one ciężkie, leniwe, nie latają zupełnie. Przeciwnie samce są bardzo żywe, energiczne i długie odbywają wędrówki poszukując samic, które poznają po specjalnym wydzielanym przez nie zapachu. Oczywiście wobec tego organizmacya ich pod-

lega znacznie większej ilości wpływów zewnętrznych, powodujących większą zmienność ustroju.

U postaci, należących do rodzajów *Graëllsia*, *Arzema*, *Actias*, *Tropaea*, cechy samcze drogą odziedziczenia obustronnego wytworzyły szereg przemian widocznych. U pierwotnych form z rodzaju *Graëllsia* wydłużenia skrzydeł tylnych są bardzo silnie wyrażone u samców, u samic zaś daleko słabiej; u nowszego rodzaju *Actias* wydłużenia te mają prawie jednakową długość u płci obojczy; u gatunku *Tropaea luna*, jeszcze młodszego, wydłużenia te są znacznie większe u samców. Postaci o długich wyrostkach skrzydeł mają, podług A. Packarda, pochodzić od form pierwotnych, u których samce pierwsze miały takie wyrostki, i stopniowo, drogą odziedziczenia, przeniosły tę cechę i na samice.

J. T. (Tur): Przewaga samców w sprawie rozwoju gatunku. Wszechświat 1903, 22, 239 (12 IV)

Łodziki

Badania nad łodzikiem (*Nautilus*), tym ciekawym przedstawicielem głowonogów czteroskrzelnych (*Cephalopoda* - *Tetrabranchiata*), niejako przedstawiającym zabytek dawnej świetnej grupy zwierząt (okres mezozoiczny), były niedawno prowadzone przez p. A. Willeya, podczas ekspedycyi naukowej do Nowej Gwinei. Z pomiędzy różnych, ciekawych spostrzeżeń, dotyczących biologii łodzika, zwraca uwagę wysoki stopień naśladownictwa ochronnego, jakim odznacza się ten mięczak: kolejne pasma ciemne i jasne jego skorupy naśladowują doskonale małe fale na powierzchni wody lub brzozy piasku. Wobec zupełnej bezbronności łodzika szczególnie ten budowy jest dla niego bardzo ważnym.

Łodziki jest zwierzęciem drapieżnym i pożywienia szuka prawie wyłącznie na dnie morskiem, rzadko niezmiernie ukazując się na powierzchni wody, w przeciwstawieniu do żeglarka (*Argonauta*); żyje więc w głębiach, skupiając się w stada. Jest to zwierzę nocne i towarzyskie. Nocami całe stada łodzików wyruszają na polowanie, łowiąc przeważnie krewetki.

Badania nad życiem łodzika jest w ogóle bardzo trudnem, ponieważ zwierzę to niezmiernie prędko zamiera w niewoli.

J. T. (Tur): Kronika naukowa. Wszechświat 1903, 22, 240 (12 IV)

Średniowieczni prekursorzy ochrony przyrody

Szczyrimy się, żeśmy potrafili ocenić należycie usługi ptaków, że nawołujemy do udzielenia im opieki i wydajemy różne prawa, mające na celu ochronę tych pożytecznych stworzeń. Ale gdy z jednej strony prawa takie nie obowiązują jeszcze wszędzie i nie wszyscy zdają sobie sprawę z pożytku, jaki nam przynoszą ptaki, z drugiej, szperając w starych księgach przekonujemy się, że nie my pierwsi wpadliśmy na myśl tych praw, że już w wiekach średnich brano pod opiekę ptaki, chociaż, bezwątpienia było ich wtedy więcej, niż dzisiaj i mniej może potrzebowały one opieki człowieka, niż za naszych czasów. Prawa takie obowiązywały, co prawda, niestety, nie u nas, ale w Niemczech i Szwajcaryi. Magistrat m. Zurychu wydał w r. 1335 zakaz zabijania wszelkich ptaków, czy to dużych, czy małych, „które tępią muchy i inne robactwo”; kara za zabicie wynosiła 5 szylingów (30 fr.). Na ptactwo wodne, jak kaczki i inne wolno było polować w czasie oznaczonym. Magistrat m. Lubeki zabrania (w roku 1493) polowań na ptactwo śpiewające oraz inne w czasie do św. Jakuba (25 lipca). Inne miasta brały pod opiekę wyłącznie niektóre ptaki pożyteczne, najczęściej sikory, za których zabicie naznaczano zwykle karę 60 groszy. Za radsze gatunki kara była wyższa, np. za zabicie bardzo rzadkiej wąsatki (*Panurus biarmicus*) trzeba było zapłacić kapłanowi 12 placzkami i 60 szylingami. Srożej w ogóle karano za łapanie ptaków w siatki lub na lep: za zwyczajną bogatkę (*Parus major*) winowajca płacił pół kury i 7 placzków, a za schwywanie raniuszka (*Mecistura caudata*) narażał się na utratę życia.

B. D. (Dyakowski): Ochrona ptaków w wiekach średnich. Wszechświat 1903, 22, 224 (5 IV)

Twarde mięczaki

Wytrzymałość mięczaków na brak pożywienia i niezbędnej wilgoci została stwierdzona wielokrotnie na bardzo ciekawych przypadkach. W r. 1874 Deshayes znalazł w zwitkach papieru dwie żywe saszczuje (*Anodonta*), które na osiem miesięcy przedtem były przywiezione przez przyrodników ekspedycyi francuskiej do Kambodży.

Cailland przewiózł z Egiptu do Paryża żyjące przepułki (*Ampullaria*) w trocinach drzewnych. P. Laidley w Kalkucie umieścił prze-

pułki w szuffadzie i po pięciu latach znalazł je tam żywymi, pomimo wysokiej dość temperatury środowiska.

Duże egzemplarze gładków (*Bulimus*) przetrwały raz w stanie życia utajonego przez przeciąg trzynasto do dwudziestu miesięcy. Wollaston opowiada, że dwa okazy ślimaka (*Helix*) przeżyły półtrzecia roku zamknięte, bez pożywienia w pudełkach papierowych, i że znaczna liczba okazów ślimaków z gatunku *Helix turricula*, przwiezionych do Angli w tym samym czasie, żyła spędziwszy poprzednio półtora roku w worku.

Steams stwierdził, że jeden egzemplarz *Helix veatchi* z wyspy Cerros przeżył sześć lat bez pożywienia.

Najciekawszy przykład wytrzymałości mięczaków zaobserwowany został na jednym ślimaku z gatunku *Helix desertorum* przez dr. Bairda.

Okaz ten był przymocowany do tektury w British Museum d. 25 marca 1846 roku; d. 7 marca 1850 r. dr. B. zauważył, że czynił on pewne wysiłki w celu wydobycia się ze swojej skorupy, przekonawszy się jednak o niemożliwości ucieczki cofnął się, zamykając otwór w skorupie zapomocą zwykłego błyszczącego śluzu. Tenże ślimak, po zanurzeniu go w wodzie letniej, wrócił do życia po czterech latach życia utajonego.

a. u. Rozmaitości. Wszechświat 1903, 22, 255 (19 IV)

Nowe i chyba znów zapomniane zwierzę jadalne

Komisja rybacka Stanów Zjednoczonych Ameryki propaguje od pewnego czasu używanie za pokarm zwierzęcia, dotychczas tylko do celów laboratoryjnych używanego, a mianowicie salamandry *Necturus maculatus*. Zwierzę to, dochodzące do 20 - 25 cm długości, o żółtawem lub różowem zabarwieniu, posiadające okrągłe, plamy na grzbiecie, spotyka się w znacznych ilościach w jeziorach i rzekach Ameryki Północnej. Mięso jej ma posiadać smak doskonały, nie ustępujący wcale smakowi mięsa... żabiego, jedzonego dość chętnie, szczególnie w Ameryce.

J. T. (Tur): Salamandra jadalna. Wszechświat 1903, 22, 272 (26 IV)

Żywe narzędzia

W niedawno ogłoszonej swej rozprawie nad nowymi formami skorupiaków morskich egzotycznych, p. Borradaile zwraca uwagę na szczególne obyczaje niektórych krabów, np. nowoodkrytego gatunku *Melia tessellata*. Krab ten zazwyczaj przebywa wśród gałązek żywych koralu i prawie zawsze trzyma w swych szczypcach po małym ukwiału. Jeżeli odbierzemy krabowi jednego lub oba ukwiały, wówczas zaczyna szukać nowych. Jaki pożytek krab odnosi z tego pozomie zbyt ciężaru? Trudno jest na to odpowiedzieć. P. Borradaile przypuszcza, że krab broni się przy pomocy parzydełek swoich ukwiałów od napaści drobnych zwierząt, które parzydełka te mogą odstraszać, lub też, że ukwiały służą za przynętę wśród łowów. Pewnym jest to tylko, że szczypce *Melia tessellata* są bardzo słabe, i że, będąc zaatakowanym, krab ten wyciąga swe ukwiały w stronę, skąd widzi grożące mu niebezpieczeństwo.

Wymieniony powyżej autor zaznacza, że w ogóle mało znamy w państwie zwierzęcem przykładów posługiwania się narzędziami i w dodatku narzędziami żywymi. Zdaje mi się wszelako, że przykładów takich, szczególnie pomiędzy dziesięcionogami morskimi jest znacznie więcej, tylko jakoś dotąd mało na nie zwracano uwagi. Tak np. zdarzyło mi się obserwować w roku zeszłym w akwariach stacyi zoologicznej w Villefranche – kilka gatunków krabów o ciemno-szarem ubarwieniu, które zawsze były pokryte jakby specjalnie przyczepionymi kawałkami wodorostów (*Laminaria* i in.). Wodorosty te pokrywały cały grzbiet zwierzęcia, oraz górą powierzchnię nóg. Jeżeli zwierzę tak przystrojone zostało umyślnie przewrócone grzbietem na dół, wówczas zakładało ono nogi na stronę brzuszną, jakby świadomie kryjąc się pod zieloną barwą wodorostów.

Tamże miałem sposobność obserwować w ciągu kilku dni raka z gat. *Homola spinifrons*. Zwierzę to o barwie jaskrawo-ceglastej nosi stałe na piątą parze swych nóg w górę zagiętej, gąbkę niewielką o barwie również czerwonej. Będąc podrażnioną *Homola* wyciąga ową gąbkę w stronę grożącą jej niebezpieczeństwa, odbijając nią, jakby tarczą, uderzenia np. pincetu. Rak ten, o ile ma ze sobą swą gąbkę, naogół odważnie stawia czoło różnym napaściom, będąc zaś jej pozbawionym, zaczyna czempredziej uciekać. Dodać należy, że szczypce jego są bardzo słabo rozwinięte. Czasami, będąc napastowaną przez czas dłuższy, *Homola* rzuca sama swą gąbkę, i wnet ucieka, jakby uważając, że wróg, zajęty porzuconą gąbką, da jej czas uciec bezkarnie.

Ciekawe te i tym podobne fakty winny, zdaniem naszym, zwrócić baczniejszą uwagę zoologów, zarówno bowiem samo poznanie tych ciekawych obyczajów, jak i wyjaśnienie ich genezy przedstawia niewątpliwie duże znaczenie teoretyczne.

J. Tur: Ciekawe obyczaje krabów. Wszechświat 1903, 22, 286 (3 V)

List do Redakcji w tej sprawie

W nr. 18 Wszechświata znajduje się notatka p. Jana Tura o ciekawych obyczajach krabów, zauważonych przez p. Borradaile i przez niego. Spostrzeżenia p. B. były też referowane w *Revue Scientifique*, i oto co w kwestyi spostrzeżeń p. Borradaile tamże dodaje p. Alfred Giard w liście do redakcji tego tygodnika.

List ten tak brzmi w przekładzie:

... „Naprzód pozwalam sobie zwrócić uwagę, że *Melia tessellata* nie jest formą nowoodkrytą, dawniej nieznaną i że obserwacje p. B., jakkolwiek ciekawe, także nie są nowe. Bo oto przed 23-ma laty (1880 r.) prof. Moebius, obecny dyrektor Muzeum przyrodniczego w Berlinie, w swoich *Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius* wymienia dwa rodzaje krabów, mających zwyczaj trzymania w każdych szczypcach po jednym ukwiału. Jeżeli pamięć mnie nie zawodzi *Revue Rosé* w swoim czasie informowała o tem czytelników.

Jednocześnie przy sposobności zwracam uwagę, że *Melia tessellata* nie jest wyjątkiem i że w świecie zwierzęcym znane są i inne istoty, używające różnych żyłatek, jako „narzędzi”. Szczególnym przykładem tego jest jedna z mrówek Indyj Wschodnich *Oecophila smaragdina* Fab., budująca swe schronienia z liści, zeszytych między sobą nitką jedwabną. Pochodzenie tych nici od dawna zaciekaowało entomologów, gdyż mrówka ta nie posiada gruczołów, wydzielających takie nici. Lecz w końcu zeszłego lat dziesiątka p. W. D. Holland w Balangoda i p. Ernest Green w Paradeniya na Ceylonie, sprawdzając niezupełne spostrzeżenia dokonane w Indyach, zauważyli, że pracownice *Oecophila*ae do przedzenia tych nici używają larw swego gatunku, trzymając je w szczękach i wykonywując niemi starannie wszelkie potrzebne ruchy, poczem larwy zostają odniesione do gniazda ze wszelkimi ostrożnościami. Wkrótce potem Chun badając anatomie larw *Oecophila smaragdina* dowiódł, że posiadają one gruczoły wielkości znacznej, które właśnie wydzielają owe nici. Powstawanie instyktów tak zróżnicowanych i których przejawy tak są podobne do przejawów inteligencji, niezaprzeczenie jest jednym z najtrudniejszych problemów psychologii zoologicznej”.

Ad. Cz. (Czartkowski): Z powodu „ciekawych obyczajów krabów”. Wszechświat 1903, 22, 383 (21 VI)

Strzelanie armatami w niebo

Skuteczności strzelania do chmur gradowych, celem odwrócenia klęsk, roztrząsano gruntownie na międzynarodowej konferencji ekspertów, zwołanej w lipcu r. ub. do Grazu przez rząd austriacki. Sprawozdawca prof. Pemter klasyfikuje poglądy ekspertów na 5 kategorii. Za skuteczne uznało strzelanie do chmur 8 uczestników konferencji (przeważnie Włochów), 9 uważa tę skuteczność za prawdopodobną, 15 za nieprawdopodobną, 13 uznaje kwestya po prostu za nierozstrzygniętą, gdy wreszcie 5-u skuteczności tej wprost zaprzecza. Jeżeli zważymy, że wśród ostatnich znajdują się Koppen i v. Konkoly, wśród uważających skuteczność strzelania za nieprawdopodobną Pemter, Pfaundler, Schreiber, Suring i Trabert, tedy musimy wnieść, że się nauka dotychczas na kwestyę tę zapetrjuje raczej sceptycznie. Niemniej jednak konferencya uchwaliła jednomyślnie, że pożądanem jest dalsze prowadzenie prób strzelania według określonych norm z wielkimi ładunkami i z licznych, rozstawionych na dość znacznym obszarze (najmniej około 4 000 hektarów) armat, w celu ostatecznego rozstrzygnięcia kwestyi. Strzelanie dorywcze z aparatów bądź jednostkowych, bądź nielicznych i małych uznane zostało już teraz jednogłośnie za bezcelowe.

m. h. h. (Horwitz) Strzelanie do chmur gradowych. Wszechświat 1903, 22, 287bis (10 V)

A może rakiety?

Dr. Vidal wyraził żal, że kongres w Lyonie zajmował się prawie wyłącznie strzelaniem z armat przeciw gradowi, zupełnie zaś nie uwzględnił rakiet.

Z powodu komunikatu Vidala znakomity fizyk Mascart, dyrektor centralnego biura meteorologicznego, zrobił następujące wysoce charakterystyczne uwagi:

Co do różnych metod, używanych w walce z gradem najczęściej rzeczywiście mówiono o strzelaniu z armat do chmur gradowych. Zwołano do Padwy kongres, na którym przeszło tysiąc osób rozstrząsało kwestię skuteczności gradochronnego strzelania z armat. W głosowaniu uznano skuteczność tej metody niemal jednogłośnie. Rezolucja ta wywołała wielki hałas i entuzjazm, osobliwie u gazeciarzy, ale, zdaniem Mascarta, kwestya ta nie należy do tych, które rozstrzygnąć można przez głosowanie powszechne.

Mascart sądzi, że zalecane przez Vidala puszczanie rakiet wybuchowych ma znaczną przewagę nad pociskami armatnimi. Rakiety dosięgają wysokości 450, a nawet 500 m., a chmury gradowe płyną na wysokościach nie przenoszących 450 m. Wybuch rakiety, która może ugodzić w sam środek chmury, może wywołać w niej silne wstrząśnienie mechaniczne, które z kolei zapobiegając może spadnięciu gradu. Dalsze więc prowadzenie doświadczeń z raketami Mascart uważa za bardzo pożądane.

m.h.h. (Horwitz): Rakiety przeciwgradowe. Wszechświat 1903, 22, 363, (14 VI)

Przeżywalność nasion

O dziwnej wytrzymałości nasion i o ich długowieczności opowiadano dużo historii, zarówno dziwnych, jak nieścisłych. Do takich legend przesadnych zaliczyć np. należy opowiadania o pszenicy egipskiej, której nasiona po wielu tysiącach lat, spędzonych w stanie życia utajonego w podziemiach grobowców, miały kiełkować i rozwijać się. Opowiadania te i tym podobne, nigdy wszakże nie zostały stwierdzone naukowo. Niekiedy wszelako znajdują się przykłady znacznej długowieczności nasion, wszakże nie dochodzącej do rozmiarów zazwyczaj jej przypisywanych. Tak np. Ch. Le Gendre podaje, w „Naturaliste” opis przypadku, w którym ziarna jaskru białego przeszło sto lat przeleżały w głębszych warstwach ziemnych, aż szczęśliwym zbiegiem okoliczności przedostały się do warstw bardziej do powierzchni zbliżonych i tam natychmiast kiełkować zaczęły.

J. T. (Tur): Długowieczność nasion roślinnych. Wszechświat 1903, 22, 288 (3 V)

Leć ptaszku wysoko

Wysokość lotu ptaków była dotąd nieraz przedmiotem zupełnie dowolnych przypuszczeń. Dopiero wycieczki aeronautów mogły dostarczyć w tym względzie dokładnych wiadomości, na co pierwszy zwrócił uwagę Luccanus. Na wielkich wysokościach ptaki napotymane są rzadko. Raz np. widziano orła na wysokości 3000 m, innym razem bociana i sokola na wysokości 900 m, skowronka na wysokości 1900 m i wrony na wysokości 1400 m. Wynika stąd, że ptaki zazwyczaj nie wznoszą się nad poziom 400 m. Z doświadczeń Lucanus wynika, że ptaki orientują się zapomocą wzroku. Wszystkie ptaki wypuszczone z balonu w jasny dzień lecą prosto ku ziemi. Ptaki, wypuszczone nad chmurą, zasłaniającą widnokrąg, krążą naokoło balonu, dopóki się nie otworzyła w chmurze szczelina, odsłaniająca ziemię. Należałoby się spodziewać, że ptaki, skoro kierują się wzrokiem, powinny się wznosić jaknajwyżej, aby objąć jaknajwiększy horyzont. Tymczasem tak nie jest, gdyż wobec długich skośnych linii widzenia, idących ze znacznej wysokości, powstają refleksy, uniemożliwiające rozróżnianie przedmiotów. Oprócz tego chmury tamują bardzo wysokie wloty. Dlatego też polowania na ciągnące słomki udają się najlepiej w dzień pochmurne. Dla uzupełnienia bardzo byłoby pożądane obserwacje z balonu w nocy, wiadomo bowiem, że ptaki ciągną przeważnie nocami.

Y.Z. Rozmaitości. Wszechświat 1903, 22, 287 (3 V)

Gniazdo kajmana

Gniazdo aligatora czarnego wielkiego, *Caiman nigri*, opisuje G. Nagmann w *Zoolog. Jahrbücher*. Autor odbywał podróż naukową w porzeczcu Amazonki i był świadkiem wielkiej rzezi aligatorów, w której w ciągu dwu dni padło do 800 sztuk tych zwierząt, długości 1-1,5 m. Polowania takie urządzają tamtejsi hodowcy bydła w celu ochrony stad.

Jaja swoje, mierzące 90 X 55 mm, aligatory składają w gniazda, które budują w krzakach papirusowych, w błotach, lub w lasach dziewiczych na brzegu rzek z różnorodnego materiału. Gniazda mają do 1,5 m średnicy i 80 cm wysokości i kształtem przypominają kopy siana; materiałem zwykłym są pomięte i połamane łodygi papirusu. Jaja starannie przykryte znajdują się na połowie wysokości gniazda, leżą warstwami, które przedzielają pokłady papirusu. Wewnątrz gniazda panuje temperatura około 37°C i wilgoć, gdyż gniazda spoczywają na błocie. Źródłem ciepła oprócz słońca są procesy gnicia materiału budowlanego gniazda. Gniazdo jest troskliwie strzeżone

przez stare; jaja dojrzewają po 5-6 tygodniach. Obrazowe podanie głosi, że aligator wysiaduje jaja oczami, t. j. nigdy z nich oka nie spuszcza.

Y. Z. Rozmaitości. Wszechświat 1903, 22, 288bis (10 V)

Dwuonożne gady

Zwyczaj chodzenia, przynajmniej czasowo, na dwu nogach musi być dość rozpowszechniony wśród jaszczurek, bo ciągle się słyszy o nowych spostrzeżeniach w tym kierunku. Do spostrzeżeń Saville-Kentena, dokonanych nad jaszczurkami australijskimi, przybywają obecnie nowe, poczynione w Indyach Wschodnich, a nawet w Europie. Mianowicie Ernest Green obserwował w ogrodzie botanicznym w Peradeniyi (na Ceylonie) jaszczurkę *Otocryptis bivittata* (z rodziny Aganuridae), biegnącą na długich tylnych nogach, z podniesionymi do góry krótkimi przednimi. Aunandale widział w tej samej pozycji inną jaszczurkę indyjską *Calotes versicolor*. A. R. H. Thomas zauważył u naszej zwykłej jaszczurki zielonej (*Lacerta viridis*) rodzaj tańca, któremu oddają się samce i samice, stojąc na tylnych nogach i szybko wywijając przednimi. Tego rodzaju tańce obserwowano także u jaszczurki błękitnej z Capri.

B. D. (Dyakowski): Jaszczurki chodzące na dwu nogach. Wszechświat 1903, 22, 304, (17 V)

Świecące mięso jest jadalne

Świecenie w ciemności niektórych substancji gnijących, jak np. spróchniałych pni w moczarach, jest rzeczą powszechnie znaną. Mniej znany jest może fakt, że tak samo świeci niekiedy mięso, nie będąc jednak szkodliwym dla zdrowia. Ostatnio badał zjawiska te prof. Molisch z Pragi. Pozostawiał on na powietrzu kawałki wołowiny i koniny, albo też moczył je w 3% roztworze soli kuchennej, zanurzając je w cieczy do połowy. W pierwszym przypadku otrzymał świecenie w 48% prób, pochodzących z 20 rozmaitych rzeźni, w drugim zaś otrzymał co do wołowiny liczbę 89%, a co do koniny 65%. Świecenie zjawiało się w drugim lub trzecim dniu, a ustawało z początkiem gnicia cuchnącego. Przyczyną, tego zjawiska jest drobnoustroj *Micrococcus phosphoreus* Cohn, którego obecność dała się wykazać we wszystkich przypadkach. Ginie on już w temp. 30°C i dlatego dla człowieka jest nieszkodliwy, jak tego zresztą Molisch dowiódł na sobie, spożywając czystą hodowlę bez najmniejszych złych następstw. Na smak mięsa świecenie nie wywiera żadnego wpływu. Świecenie mięsa rybiego zależy od innego mikrooka, również nieszkodliwego dla człowieka. Czyste hodowle *Microc. phosph.* świecą bardzo mocno i wywierają wpływ heliotropijny na pewne rośliny.

Y. Z.: Świecenie mięsa. Wszechświat 1903, 22, 317, (24 V)

Poziomka sztuczna a naturalna

Hodowla różnych bakterij w dzisiejszych czasach dostarcza nam najrozmaitszych wytworów: można napawać wzrok różnemi barwami, jakie wytwarzają jedne ich gatunki, albo też barwnem światłem, będącem wynikiem działalności innych. Specjalne bakterie produkują związki, nadające żądany smak, a nie mniej liczne wytwarzają swoiste zapachy: hodowlą *Cladothrix odorifera* można wywołać zapach świeżo zoranej roli w samym środku miasta; *Nectria s. Fusarium auaeductum* dostarcza nam zapachu piżma, *Sporochisma paradoxum* - ananasa i t. p. Najświeższą zdobyczą na tem polu jest bakteria poziomkowa (*Bacterium fragi*), którą odkrył niedawno W. Eichholz w Kielu. Mleko, zawierające te bakterie, nabiera po 6 dniach wybitnie poziomkowego smaku i zapachu. Tego samego zapachu udziela ona wszelkim pożywkom z wyjątkiem ziemniaków, najsilniej zaś bulionowi i żelatynie. Taki sam zapach nadawała pożywkom znana już dawniej *Pseudomonas fragariae*, ale tutaj jest on silniejszy i trwalszy. Sama zaś bakteria, długa 1,75-2,10 μ , szeroka 1,05 μ , i opatrzona biczykiem na jednym końcu, różni się od tamtej jeszcze brakiem fluorescencji oraz tem, że tworzy bardzo ładne różyczkowe kolonie.

B. D. (Dyakowski): Bakteria poziomkowa (*Baeterium pragi*). Wszechświat 1903, 22, 318, (24 V)

Surowice przeciw jadowi węzów

Kraj nasz posiada tylko jeden gatunek węża jadowitego (żmiję) i z tego powodu wypadki ukąszeń, zwłaszcza niebezpieczniejszych, są stosunkowo rzadkie. Ale w strefie zwrotnikowej, którą zamieszkuje liczne gatunki węzów o ślinie nadzwyczaj jadowitej, ukąszenie ich

przypłacają życiem tysiące ludzi. Dla tych krajów nieocenioną, wartość posiada surowica przeciwwężowa, którą od kilku lat przyrządzają instytuty Pasteura w Paryżu i Lille. Główne zasługi w wyrabianiu i stosowaniu tej surowicy położył dr. Calmette, obecny dyrektor Instytutu Pasteura w Lille. Robił on z nią pierwsze próby w Saigonie, a następnie udoskonalili jej wyrób za powrotem do Francji. Lecznicze jej działanie zostało dziś niewątpliwie stwierdzone, nawet w kilka godzin po ukąszeniu, a wywiera ona pomyślny wpływ bez względu na gatunek węża, który ukąsił pacjenta, w zasadzie bowiem ślina węży jadowitych różni się nie gatunkiem jadu, lecz tylko stopniem jego koncentracji tak, że gdy do zabicia królika potrzeba 4 mg jadu żmii europejskiej, taki sam skutek osiąga się zastrzykując mu pod skórę tylko 0,5 mg jadu okulamika indyjskiego. Dr. Calmette sprawdził nawet na sobie skuteczność tej surowicy, gdy przed niespełną dwu laty został ukąszony w swej pracowni przez jednego z najjadowitszych węży, i po zastrzyknięciu odpowiedniej dawki surowicy w ciągu kilku godzin ustąpiły wszelkie objawy choroby.

Przyrządzanie tej surowicy nie należy wogóle do zajęć bezpiecznych, wymaga ono bowiem hodowania różnych najbardziej jadowitych węży, żeby rozporządzać możliwie skoncentrowanym jadem, którego drobne ilości wystarczają do wyrobu skutecznej surowicy. Dr. Calmette posiada przy instytucie w Lille osobny budynek, w którym znajdują się różne gatunki węży jadowitych, sprowadzone ze strefy międzyzwrotnikowej. Ponieważ do wydzielenia silnego jadu węże muszą znajdować się w stanie zupełnego zdrowia, należy więc je odżywiać starannie, co, jak wiadomo, nie należy do zadań łatwych, ponieważ te stworzenia w niewoli odmawiają bardzo często przyjmowania pokarmów. Odżywia się je zwykle w ten sposób, że jeden z pracowników trzyma mocno węża za szyję, a drugi wstawia mu w paszczę lejek szklany i wlewa przezeń do przełyku zawartość kilku surowych jajek. Manipulacja ta, naturalnie, nie należy do zupełnie bezpiecznych. Co dwa tygodnie mniej więcej odbywa się zbieranie jadu, przy czym również należy trzymać mocno węża za szyję i jednocześnie naciskać gruczoły jadowe, zbierając wyciekający jad na podstawione szkiełko zegarkowe. Jad zaraz po zebraniu zostaje umieszczony pod dzwołem maszyny pneumatycznej i tam wysuszony, przekonano się bowiem, że w ten sposób przechowuje się najlepiej. Następnie w miarę potrzeby rozpuszcza się go w wodzie, zawierającej 7 części soli kuchennej na 1000 i przygotowuje się roztwory jadu oznaczonej

koncentracji (1%, 2% i t. d.). W ten sposób można dokładnie określić, ile miligramów jadu wstrzykuje się zwierzęciu: dla królika, ważącego 2 kg, wystarcza zwykle 0,5 mg aby wywołać śmierć w ciągu 3-4 godzin. Dla otrzymania skutecznej surowicy zastrzykuje się różnym zwierzętom (koniom, psom, królikom) najpierw bardzo małe dawki jadu i następnie stopniowo, ale bardzo powoli i nieznacznie powiększa się je tak, że u konia np. po 16 miesiącach dochodzi się do zastrzykiwania jednorazowo dawki, mogącej zabić 200 koni. Pod wpływem tych stopniowanych zastrzyków w krwi zwierząt wytwarzają się odpowiednie antytoksyny, które neutralizują działanie silnych dawek końcowych. Tak uodpornionemu koniowi puszcza się krew w ilości 6-8 litrów i z niej przyrządza się 2-3 litrów skutecznej surowicy, którą psom, królikom) najpierw bardzo się na królikach, a następnie rozdziela się ją na porcyje, jakie należy zastrzykiwać jednorazowo człowiekowi, ukąszonemu przez węża.

B.D. (Dyakowski): Przyrządzanie surowicy przeciwko ukąszeniu węży jadowitych. Wszechświat 1903, 22, 334, (31 V)

Wszędobylskość platyny

Jak platyna jest na świecie rozpowszechniona, poucza nas przykład następujący. Kiedy w państwie niemieckim zaprowadzono walutę obecnego kursu, przerobiono wszystkie stare monety, mianowicie rozpuszczano je, wydzielano czyste srebro, otrzymywano rozumie się wcale pokaźną ilość miedzi i oprócz tego okazało się, że stare talary zawierają dość znaczne ilości złota i co najdziwniejsza - platynę. Ta ostatnia rozumie się stanowi domieszkę bardzo drobną, lecz ważną w tym razie jest okoliczność, że srebro platynę zawierające pochodziło ze wszystkich stron świata, platyna zatem jest wszędzie, tylko w bardzo subtelnym rozcieńczeniu.

Z. W. (Weyberg): Użyteczność niektórych metali rzadkich z grupy platyny. Wszechświat 1903, 22, 392, (28 VI)

Natura wypacza psi charakter

Przed kilkunastu laty pasterze owiec w Patagonii sprowadzili do strzeżenia swych stad psy ze Szkocji, łagodne, dobrze tresowane i posłuszne. Zwierzęta te w krótkim czasie rozmnożyły się nadmiernie i część ich, pozostawiona bez opieki i wpływu człowieka, zdziczała zupełnie, napada teraz na stada, oraz na samych pasterzy, przyczem toczą się krwawe walki, nie bez ofiar w ludziach.

J. T. (Tur): Zdziczenie psów pasterskich. Wszechświat 1903, 22, 288 (3 V)

ROZMAITOŚCI

Zawrotne tempo ewolucji. Naukowcy z dwóch Uniwersytetów w Illinois w USA, Oliver Pergams i Dennis Nyberg, zbadali ostatnio genom mitochondrialny (DNA – kwas deoksyrybonukleinowy budujący geny mitochondriów – organelli produkujących energię w komórkach) dzikiej myszy występującej na terenie Chicago. Badanie te nie byłyby wyjątkowe gdyby nie materiał, na którym zostały przeprowadzone, ponieważ dotyczyły osobników współczesnych oraz złapanych 150 lat temu i do tej pory przechowywanych w muzeach. Porównanie materiałów współczesnych i historycznych dało zaskakujący wynik, świadczący o szybkim tempie ewolucji, przeciwnie do panującego powszechnie poglądu, że ewolucja jest procesem powolnym. Naukowcy poddali analizie DNA mitochondriów pochodzący z 56 okazów muzealnych, z których najstarszy datowany był w 1855 oraz z 52 okazów złapanych ostatnio w parkach i okolicznych lasach w Chicago. Badania sekwencji nukleotydów w DNA wykazały znaczne różnice pomiędzy preparatami historycznymi i współczesnymi, a tylko jeden osobnik złapany ostatnio wykazywał podobieństwo w sekwencji nukleotydów do osobników złapanych przed 1950 rokiem. Chociaż mitochondrialny DNA zmienia się szybciej niż jądrowy, to nawet w przypadku DNA mitochondrialnego uważało się, że zmiany takie zachodzą na przestrzeni tysięcy lat

u ssaków. Wyniki tych badań wskazują, że zmiany w genomie myszy są wynikiem presji środowiska naturalnego całkowicie zmienionego przez człowieka. Myszy z nowymi sekwencjami genowymi mogły przybyć na tereny zmienione przez człowieka wypierając zwierzęta gorzej do niego przystosowane, albo, co jest jednak mniej prawdopodobne, te nowe sekwencje genowe były obecne w populacji, a stały się korzystne i uległy rozpowszechnieniu w warunkach środowiska radykalnie zmienionego przez człowieka.

Elżbieta P y z a

Zegar biologiczny motyla *Danaus plexippus*. Zegary biologiczne każdego organizmu, z człowiekiem włącznie, sterują rytmiką dobową, roczną i inną różnorodnych procesów życiowych, a rytmika ta generowana jest wewnątrz organizmu przez zegary biologiczne. Ta wewnętrzna rytmika okołodobowa czy okołoroczna, generowana jest dzięki cyklicznej ekspresji genów zegara i ulega synchronizacji odpowiednio do dobowych (rytm zmian dnia i nocy), rocznych (rytm zmian pór roku) lub innych zmian zachodzących w środowisku naturalnym. U motyla *Danaus plexippus*, zwanego popularnie

monarchem, który każdego roku na jesieni masowo migruje z terenów Kanady i Stanów Zjednoczonych do Meksyku na zimowiska, zegar biologiczny służy również do ustalania kierunku lotu w stosunku do Słońca. Ta długa wędrówka motyli odbywa się co czwarte lub piąte pokolenie.

Chociaż wiadomo było już wcześniej, że motyle te posługują się prawdopodobnie Słońcem w znajdowaniu właściwego kierunku lotu, to dotąd pozostawało tajemnicą jak motyle korygują kierunek lotu, gdy zmienia się pozycja Słońca na niebie. Okazało się, że okołodobowy zegar biologiczny – generujący okołodobową rytmikę procesów życiowych monarcha, jest elementem jego słonecznego kompasu. Jak wykazały badania Steven'a Reppert'a i współpracowników z Uniwersytetu w Massachusetts (USA), zniszczenie tego zegara powoduje, że monarchy nie są w stanie dotrzeć do Meksyku. W przeciwieństwie do pszczół, które uczą się drogi przebywanej w

poszukiwaniu nektaru, motylami *D. plexippus* kieruje instynkt, a ich system nawigacji zależny jest od interakcji pomiędzy okołodobowym zegarem a kompasem. Manipulacje dobowym rytmem światła i ciemności w laboratorium wpływają na wybierany przez motyle kierunek lotu. Gdy przetrzymywano je w warunkach laboratoryjnych, zbliżonych do tych jakie panują w środowisku naturalnym jesienią – sztuczny dzień trwał od 7.00 do 19.00, migrujące motyle, po wypuszczeniu na wolność, wybierały właściwy kierunek południowo- zachodni. Gdy zaś w laboratorium zastosowano dzień od 1.00 do 13.00, motyle kierowały się na południowo-wschód. Działanie stałego światła w laboratorium zupełnie zaś dezorientowało motyle, które kierowały się ku Słońcu, wyraźnie tracąc poczucie czasu.

Elżbieta P y z a

RECENZJE

Beth Chatto, **Der Kiesgarten, Gärtnern auf trockenen Standort Aus dem Englischen von Maria Gurlitt-Satori.** Fotos von Steven Wooster, Stuttgart 2002, ss. 192, Verlag Eugen Ulmer, ISBN 3-8001-31447

Beth Chatto należy do najwybitniejszych współczesnych znawców sztuki ogrodniczej, a także do najwybitniejszych znanych autorów książek ogrodniczych. Za swoje zasługi w tym zakresie otrzymała ona od Royal Horticultural Society bardzo ceniony medal Victoria Medal of Honour, i tytuł doktora *honoris causa* Uniwersytetu Essex. Jest ona autorką licznych książek ogrodniczo-botanicznych, które zostały przetłumaczone na języki obce („The Dry Garden”, „The Damp Garden”, „Beth Chatto's Garden Notebook”, „Green Tapestry”). Razem ze swoim długoletnim przyjacielem i autorem fotografii w swoich książkach – Christopherem Lloydem – wydali oni niedawno książkę opartą na wymianie wzajemnej korespondencji „Dear Friend and Gardener”.

Omawiana tutaj książka B. Chatto przedstawia doświadczenia i sposób pracy przy zakładaniu i kształtowaniu ogrodu na suchych, piaszczystych i ubogich stanowiskach. Dlatego też praca ta nosi charakterystyczny tytuł: „Ogród na podłożu piaszczystym. Uprawa roślin ozdobnych na suchym stanowisku”. Ogólnie ogród B. Chatto liczy 6,15 ha, z tego większość jego gleb to mieszanina kamieni i żółtego piasku. Na powierzchni około 0,5 ha urządziła ona atrakcyjny ogród, który podziwiany jest przez miłośników ogrodów i roślin z całego świata. Obszerna książka B. Chatto składa się z następujących części: „Co to jest ogród na podłożu piaszczystym?”, „Świeże kolory wiosny”, „Bujny obraz lata”, „Delikatne piękno pełnego lata”, „Ostatnie tygodnie lata”, „Bogaty dywan jesieni”, „Obrazy zimowe”, „Mały ogród na podłożu piaszczystym”.

Prace nad powstawaniem ogrodu B. Chatto rozpoczęły się już w 1991 roku. Położony jest on na suchym i mało urodzajnym obszarze Anglii. Sama autorka książki posiada ponad czterdziestoletnie doświadczenie z roślinami ozdobnymi znoszącymi suche stanowiska. W swoim ogrodzie uprawia ona szereg interesujących roślin: czosnków, maków, galtonii, trytom (*Kniphofia*) czy jukk. Opieka nad ogrodem wymaga odpowiedniego spulch-

niania, przerywania i usuwania chwastów i trwa zwykle 5-6 razy do roku – zawsze w ciągu około tygodnia.

W ogrodzie rośnie wiele interesujących roślin cebulowych i kłączowych, które kwitną już wczesną wiosną, a zwłaszcza od marca do kwietnia. W tym okresie na uwagę zasługują liczne gatunki szachownic, tulipanów botanicznych, a także wilczomleczy (zwłaszcza *Euphorbia characias* z podgatunkami). Początek lata wiąże się z żółtymi barwnymi kwiatami, a także kolorem różowym i fioletowym. Do interesujących roślin należą tutaj polny tulipan botaniczny *Tulipa sprengeri*, a także różnorodnie gatunki ozdobnych wysokich czosnków. Pełnię lata urozmaicają także liczne gatunki bylin i krzewów m.in. dziewanny, perowskie, gipsówki i powojniki. Nie brakuje także pięknych roślin w ostatnich tygodniach lata. Dominują wtedy kwiaty fioletowe i niebieskie, a także rośliny z szarymi i srebrzystymi liśćmi m.in. kocimiętka (*Nepeta*), bylice ozdobne, rozchodniki. W okresie przebarwione są liście świdośliwy (*Amelanchier lamarckii*), a także kwitną czerwone kwiaty późnych rozchodników; kwitną także jesienne rośliny cebulowe m.in. krokusy i zimowity, a liście bergeniei przebarwiają się na kolor czerwony. Bergenie należą zresztą do szczególnie ulubionych przez autorkę bylin. Także późną jesienią i zimą nie brakuje w ogrodzie B. Chatto interesujących akcentów roślinnych np. wiele ciekawych traw.

Odmienny charakter ma tzw. mały ogród na podłożu piaszczystym, gdzie rosną niewielkie rośliny nie potrzebujące dużo wilgoci i przestrzni. Ogród ten liczy około 0,35 ha. Dominują tutaj niskie rozchodniki, macierzanki, a także wiele odpornych na suszę roślin górskich. Porównując listy roślin w dużym i małym ogrodzie stwierdzamy duże różnice, chociaż oba ogrody są przedmiotem podziwu gości z całego świata. Praca B. Chatto zasługuje na uwagę polskich czytelników. Pokazuje ona, że nawet na ubogich i suchych gruntach można stworzyć wspaniałe „pomniki” sztuki ogrodniczej. Wymagają one jednak dobrej znajomości roślin i odpowiedniej opieki. Większość roślin uprawianych w Essex można z powodzeniem uprawiać także w naszym kraju.

Eugeniusz K o ś m i c k i

B. Bijou-Duval: **Sedimentary Geology. Sedimentary Basins. Depositional Environments. Petroleum Formation.** Editions Technip, Paris 2002, 642 str., 528 ryc., 9 tab., Bibl. – 282 poz., Indeks – 1608 poz.

Prezentowana książka, napisana przez p. B. Bijou-Duval w serii publikacji Francuskiego Instytutu Naftowego, wydana w Paryżu przez Wydawnictwo TECHNIP w 2002 r., jest tłumaczeniem wydanej w tymże Wydawnictwie w 1999 r. książki tegoż Autora opublikowanej w języku francuskim pod tym samym tytułem: „Sédimentologie. Basens sédimentaires. Environnement de dépôt. Formation pétrolière.” Przekład tej książki z francuskiego na angielski świadczyć może o zapotrzebowaniu na jej treści w licznych gronie nie znających francuskiego anglojęzycznych specjalistów poszukiwań i eksploatacji ropy naftowej i gazu ziemnego.

Można zadać pytanie: Czym różni się prezentowana książka od innych pozycji tego typu. Odpowiedź jednoznacznie jest trudno. Nie ma tu nowości, problemów nie znanych wcześniej. Nie ma nowych teorii, nowych interpretacji. Czym zatem jest prezentowana książka? Jest „tylko” i „aż” znakomitym podręcznikiem sedimentologii, przeznaczonym zarówno dla studentów wydziałów przyrodniczych, jak i dla wszystkich, którzy chcą zgłębić problemy paleośrodowiska. Dla tych, którzy w oparciu o makroskopową analizę osadów i skał pragną wnioskować o środowisku ich powstawania.

Można też zadać pytanie: Jaką rolę spełnia książka „Sedimentary Geology”? Czy jest podręcznikiem akademickim, czy też pozycją popularnonaukową, którą polecić można wszystkim interesującym się problematyką nauk o Ziemi? Z jednej strony o odpowiedź łatwo – to podręcznik przeznaczony dla studentów wydziałów przyrodniczych. Z drugiej strony trzeba jednak wskazać na to, że jest to swego rodzaju przewodnik, poradnik, kompendium wiedzy z dziedziny sedimentologii dla wszystkich zajmujących i interesujących się problematyką nauk o Ziemi. Z całą pewnością można stwierdzić, że te dziedziny poznania i edukacji nie wykluczają się wzajemnie. To język książki sprawia, że będzie ona dobrą lekturą zarówno dla studenta, dla geologa, dla geografa, dla każdego specjalisty z dziedziny nauk o Ziemi, jak i dla każdego laika, który zainteresowany jest problemami środowiska powstawania osadów. Osadów, będących początkowym etapem skał budujących skorupę ziemską.

Książkę tę określić można jako przystępnie napisane wprowadzenie do geologii basenów sedimentacyjnych i eksploatacji ropy naftowej i gazu ziemnego na poziomie wyższych studiów technicznych i prowadzonych w odpowiednim zakresie studiów dyplomowych.

W pierwszym rozdziale na 59 stronach (9% całości) omówiono podstawowe wiadomości o powstawaniu skorupy ziemskiej, o obserwowanych na jej powierzchni i w niej obiektach trójwymiarowych zjawiskach i procesach geologicznych w ujęciu geologii dynamicznej na poziomie pierwszego roku studiów wyższych. Na końcu tego rozdziału zestawiono spis literatury liczący 19 pozycji ze wskazaniem, które z nich są książkami i artykułami o treściach generalnych, a które z nich wskazują na pozycje literatury, z której pochodzą, zapożyczone ryciny – już bez podawania tego faktu w objaśnieniach rycin (wbrew powszechnie przyjętym zwyczajom). Taki sposób zestawienia publikacji powoduje, że niektóre z nich powtarzają się w poszczególnych rozdziałach, np.: publikacja – Debelmas J., Masele A. (1993) – Les grandes structures géologiques. Mason Paris trzy razy w rozdziałach: 1, 2 i 5.

W rozdziale drugim na 67 stronach (10,4% całości) przedstawiono w ogólnym zarysie sedimentologię wraz z opisem różnych basenów, w których mogły powstać ropa naftowa i gaz ziemny. Rozdział ten kończy liczący 40 pozycji spis literatury.

Najobszerniejszym rozdziałem, liczącym 200 stron (32,7% całości) jest rozdział trzeci, w którym opisano bardziej szczegółowo mechanizmy depozycji i środowisk sedimentacyjnych: lądowych i morskich, zakończony spisem literatury, liczącym 168 pozycji.

Rozdział czwarty na 95 stronach (14,9% całości), ujęty w sposób bardziej geologiczno-historyczny z krótkim przeglądem krótko- i długoterminową zmiennością środowiska, zdarzeń, skalami czasu, nowoczesnych metod datowania, analizy sekwencji, korelacjami i paleogeograficznymi rekonstrukcjami, kończący się liczącym 95 pozycji literatury.

Zakończeniem książki jest zestawiony na 20-tu stronach. Indeks rzeczowy z 1608 pozycjami różnej wagi, przy braku takich terminów, jak np.: terrany, dolina ryftowa i innych.

We współczesnych poszukiwaniach i rozpoznawaniach struktur roponośnych i występujących w nich złóż ropy naftowej i zmian zachodzących w złożach podczas ich eksploatacji istotną rolę spełniają nie naruszające złoża badania geofizyczne, przeprowadzane różnymi metodami. Wydaje się, że w prezentowanym podręczniku są one zbyt skrótowo opisane w sposób za bardzo popularny. Dopiero w połączeniu dobrej znajomości struktur geologicznych, właściwie zlokalizowanych wierceń i wyników pomiarów geofizycznych przeprowadzonych odpowiednio dobranymi metodami uzyskać można szybko wiarygodne dane do podejmowania ekonomicznie uzasadnionych decyzji inwestycyjnych o podejmowaniu poszukiwań, rozpoznawania i eksploatacji złóż ropy naftowej i gazu.

Prezentowana książka pozwala zorientować się o poziomie udostępniania do powszechnej wiadomości o złożach węglowodorów w różnych strukturach geologicznych szerszemu kręgowi czytelników, niż grono specjalistów przemysłu naftowego, którzy nie udostępniają wiadomości istotnych dla podejmowania przez nich decyzji inwestycyjnych.

Książkę można traktować wyłącznie jako kompendium wiedzy o sedimentologii, szczególnie z punktu widzenia poszukiwań złóż ropy i gazu. Będzie jednak znacznie bardziej właściwe uważać ją jako źródło wiedzy o mechanizmie powstawania osadów w różnych środowiskach w czasie geologicznym.

W.C. Kowalski, W. Mizerski

Irtraud Rieck und Friedrich Hertle, **Strauchpfingstrosen**, Stuttgart (Hohenheim) 2002, Eugen Ulmer Verlag, ss.168, ISBN 3-8001-3657-0.

Piwonie (*Paeonia*) obejmują byliny, półkrzewy i krzewy. Piwonie bylinowe są powszechnie znane w Europie, także w Polsce. Znacznie mniej rozpowszechnione są piwonie krzewiaste, zaliczane często do najpiękniejszych krzewów ozdobnych. Niedawno, bo w czerwcu 2002, ukazała się w Niemczech bogato ilustrowana książka Irtraud Rieck i Friedricha Hertle'a pt. „Piwonie krzewiaste”. Praca ta stanowi znakomitą, aktualną monografię napisaną przez najwybitniejszych w Niemczech znawców i hodowców tych roślin. Piwonie krzewiaste odgrywały ogromną rolę w ciągu ostatnich dwóch tysięcy lat w Chinach. Początkowo były one cenione (w medycynie chińskiej są do dzisiaj) jako dostarczające cennych lekarstw, a później od – co najmniej 1500 lat – jako najbardziej podziwiane rośliny ozdobne. Kwiaty piwonii krzewiastych są dotąd w Chinach symbolem wszystkiego, co jest pozytywne w życiu człowieka. Dopiero przed stu laty odkryli botanicy europejscy i amerykańscy gatunki piwonii krzewiastych, które jedynie występują w Chinach i Tybecie. Stanowią tam one ważny element chińskiej kultury duchowej. Jednakże dopiero od około dwudziestu lat piwonie krzewiaste stały się przedmiotem szerszego zainteresowania w Europie jako rośliny ozdobne.

Wspaniale chińskie mieszańce ogrodowe stały się szeroko dostępne w Europie dopiero od połowy lat dziewięćdziesiątych XX wieku.

Wspaniała książka I. Rieck i F. Hertle'go składa się z dziesięciu rozdziałów i załącznika. Traktują one o następujących problemach: „Piwonie krzewiaste”; „Badanie botanicznych gatunków piwonii krzewiastych”; „Uprawa i jej wyniki w Chinach”; „Uprawa i jej wyniki w Japonii”; „Uprawa i jej wyniki w Europie”; „Uprawa i jej wyniki w USA”; „Wegetacja i zabiegi hodowlane”; „Opieka nad roślinami”; „Piwonie krzewiaste w ogrodzie”; „Rozmnażanie piwonii krzewiastych”. Piwonie krzewiaste odznaczają się zazwyczaj grubymi i nierozgałęzionymi pędami o dużych pąkach. Są one – ogólnie biorąc – odporne na duże zmiany temperatur. Wyrastają one do 2 m wysokości, a czas kwitnienia obejmuje łącznie 6 tygodni (najczęściej w maju). Kwiaty są duże – najczęściej o średnicy 10-15 cm, pojedyncze, półpełne i pełne w różnych kolorach (białe, żółte, różowe, czerwone, a nawet prawie czarne, a także z ciemniejszymi plamami u nasady płatków). Do najbardziej znanych gatunków botanicznych piwonii krzewiastych należą m.in.: *Paeonia rockii* (należy do najpiękniejszych piwonii), *P. ostii* (obecnie bardzo rzadka w warunkach naturalnych), *P. delavayi* („purpurowa piwonia”), *Paeonia delavayi* var. *lutea* (żółta barwa kwiatów), *P. ludlowii* (także żółta).

Bardzo trudno jest opisać bogactwo form ogrodowych z Chin; są one interesujące dla Europejczyków ze względu na wytrzymałość i odporność, także klimatyczną. Wyróżnia się cztery grupy mieszańców ogrodowych z Chin: piwonie z Heze i Luoyang, mieszańce Rockii, potomków od *P. ostii* i czwartą grupę (różne odmiany). W Chinach obszary uprawy piwonii krzewiastych znajdują się w okolicach miast Heze i Luoyangu, a także znane jest ogrodnictwo mieszańców Rockii w prowincji Gansu (Peace Peony Nursery). Z okręgu Heze pochodzi większość podaży piwonii na rynku chińskim (78%) i w eksporcie (85%). Jak dotąd chińskie mieszańce ogrodowe piwonii krzewiastej są jeszcze mało znane w Europie i w Ameryce. Odmienne, z bardzo delikatnymi kwiatami są najczęściej piwonie japońskie, uprawiane głównie w prefekturze Niigata, a zwłaszcza na Wyspie Daikon. Najbardziej znanych jest około 20 odmian piwonii produkowanych w dużych ilościach (najczęściej kolory: biały, różowy, czerwony). W Europie pierwsze mieszańce ogrodowe piwonii krzewiastych dotarły już na przełomie XVIII i XIX wieku. Najbardziej znani w Europie są francuscy ogrodnicy – rodziny Lemoine i Rivie're (m.in. piwonie żółtokwitnące). Wiele wyhodowanych przez nich

odmian rozwinięto z roślin pochodzenia japońskiego. Do znanych hodowców należał też Sir P. Smithers w Vico Morcote (w Szwajcarii).

W XX wieku do najbardziej znanych hodowców piwonii krzewiastych należeli hodowcy amerykańscy m.in. prof. A. P. Saunders, N. Daphnis i dr D. Reath. Uzyskali oni poprzez różnorodne krzyżowania wiele ciekawych oryginalnych odmian. Mieszańce Saundersa wykazują znacznie większe bogactwo barw niż odmiany chińskie czy japońskie. Posiadają one formy kwiatów magnolii, kamelii czy zawilców, a także róż i kwiatów lotosu. Do znanych odmian należą: 'Age of Gold', 'Chinese Dragon' (karminowoczerwona), 'High Noon' (cytrynowożółta, pachnąca), 'Renown' (czerwony). Natomiast D. Reath jest twórcą odpornych, wspaniałych nowych odmian (m.in. 'Golden Era' czy 'Ruffled Sunset').

Ponadto w książce I. Rieck i F. Hertle'go przedstawiono jeszcze najważniejsze uwagi o wegetacji, warunkach hodowlanych, ochronie przed mrozem i głównych zabiegach ogrodniczych. Dużą uwagę poświęcają autorzy rozmnażaniu tych cennych roślin, a także ich miejscu w ogrodzie. Jako szczególnie piękne odmiany polecają oni takie odmiany jak: 'Yu Ban Bai' (odmiana chińska, biała, rosnąca niezbyt wysoko), 'Age of Gold' (żółta barwa, wspaniałe cechy rośliny), 'Aphrodite' (piękna forma kwiatów), czy 'Yachio Tsubaki' (różowa barwa). Wszystkie one nadają się do małych ogrodów przydomowych. Ważne znaczenie ma też długość czasu kwitnienia – najdłużej kwitnie 'Chinese Dragon'. Jako rośliny towarzyszące piwoniom drzewiastym można polecić: bodziszki, żurawki, hosty, liliowce. Szczególnie piękne są kwiaty piwonii krzewiastej wieczorem w blasku zachodzącego Słońca. W załączniku przedstawiono najważniejsze ogrodnictwa produkujące piwonie, a także zamieszczono bogatą literaturę przedmiotu i całkowite listy mieszańców ogrodowych Saundersa i Daphnisa.

Książka „Piwonie krzewiaste” zasługuje na uwagę polskich czytelników. Wiele gatunków botanicznych, a także mieszańców ogrodowych, możliwych jest z powodzeniem do uprawy w Polsce. Liczba amatorów ich uprawy w naszym kraju na pewno byłaby duża. Należy spopularyzować uprawę tych pięknych roślin ozdobnych, także i w Polsce. W tym celu należy przetłumaczyć tę ciekawą książkę na język polski. Do tej pory brakuje bowiem niezbędnych informacji na temat tych przepięknych roślin ozdobnych.

Eugeniusz K o ś m i c k i

OD REDAKCJI

KONKURS O NAGRODĘ JM REKTORA AGH



Z przyjemnością informujemy, że JM Rektor Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz, ufundował nagrodę za najlepszy krótki, oryginalny i ciekawy artykuł popularyzujący tematykę przyrodniczą, który ukaże się we *Wszechświecie* w roku 2003.

Prace na konkurs o objętości nie przekraczającej 3 stron maszynopisu (ze wszystkimi załącznikami) prosimy przysyłać na adres Redakcji do 30 listopada br. Szczegółowe informacje odnośnie redagowania tekstu znajdują się w *Przepisach dla autorów* na stronie internetowej *Wszechświata*

WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY

Komitet redakcyjny *Wszechświata* postanowił rozszerzyć zakres drukowanych materiałów o jeszcze jedną pozycję – *Wspomnienia z podróży*. W ramach tej kategorii będziemy drukować krótkie, ciekawe, wyłącznie przyrodnicze relacje (3 do 5 stron, w tym koniecznie zdjęcia, mapki, a także rysunki) z podróży krajowych i zagranicznych.



NAJBLIŻSZY *WSZECHŚWIAT*

Będzie on dotyczył tematyki ornitologicznej. Jest to związane z wystawą poświęconą ptakom, organizowaną przez Muzeum Przyrodnicze w Krakowie (październik). Wszystkich zainteresowanych prosimy o nadsyłanie materiałów (zgodnie z wymogami Redakcji) do 15 września 2003 roku.

WYNIKI KONKURSU

Rozstrzygnięty został konkurs dla najmłodszych Czytelników *Wszechświata* na temat: „*Dokarmiamy ptaki zimą*”, na który wpłynęły prace wykonywane różnymi technikami.

Nagrodzeni zostali:

- Martyna Kowalewicz z Przedszkola Samorządowego im. Czesława Janczarskiego w Sławie;
- Ania Bochynek z Publicznej Szkoły Podstawowej nr 5 im. Bronisława Malinowskiego w Boguszowie-Gorcach;
- Kasia Klęsk ze Szkoły Podstawowej nr 109 w Krakowie.

Nagrodzone prace zostaną opublikowane w następnym zeszycie, który będzie poświęcony tematyce ornitologicznej. Można je już oglądać na stronie internetowej *Wszechświata* <http://wszechswiat.agh.edu.pl>

Nagrody prześlemy pocztą.

Dziękujemy wszystkim pozostałym Uczestnikom konkursu, których prace były również bardzo ciekawe i pomyślowe.

ERRATA

We *Wszechświecie* Tom 104 nr 1-3 zauważono następujące braki i pomyłki:

W artykule wstępnym na str. 4 obcięto ostatnie jego zdania:

Najważniejszy jednak problem widzimy w znalezieniu formuły, która spowodowałaby, że *Wszechświat* będzie zawierał treści interesujące i zrozumiałe dla szerokiego grona odbiorców. Zamierzamy także udoskonalić kolportaż naszego Czasopisma. Najbliższe działania Redakcji będą zmierzały właśnie w tym kierunku.

Str. 41, prawa kolumna, drugi akapit od góry, trzeci wiersz: jest – węglowodórów, ma być – węglowodanów;
str. 42, prawa kolumna, pierwszy wiersz od góry; jest – (1836-1919) ma być – (1814-1890);



DOLINA MROGI KOŁO ROGOWA. Fot. Janusz Hareźniak



CZEŚĆ ZARODNIONOŚNA LIŚCIA DŁUGOSZA KRÓLEWSKIEGO *Osmunda regalis* L. na stanowisku w Krasiejowie (Śląsk Opolski). Fot. Krzysztof Spatek