

# WSZECHŚWIAT

## PISMO PRZYRODNICZE

TOM 90 NR 5

MAJ 1989





Zalecono do bibliotek nauczycielskich i licealnych pismem Ministra Oświaty  
nr IV/Oc-2734/47

Wydano z pomocą finansową Polskiej Akademii Nauk

TREŚĆ ZESZYTU 5 (2305)

J. Z. Nowak, Szyszynka, siatkówka i melatonina . . . . .	101
W. Paul, Skandynawskie zapiski młodego botanika . . . . .	105
A. Żyłka, Żółwie ozdobne . . . . .	110
W. Stawiński, Od strategii do działania: 17. Zgromadzenie Generalne IUCN . . . . .	112
Nowoczesne metodyki fizykochemiczne	
Zastosowanie dyfraktometrii rentgenowskiej we współczesnej analizie strukturalnej (J. Grochowski) . . . . .	114
Drobiazgi przyrodnicze	
Fauna głębokomorskich źródeł (H. S.) . . . . .	119
Życie społeczne i seksualne delfinów (J. Latini) . . . . .	119
Wszechświat przed 100 laty . . . . .	120
Rozmaitości . . . . .	121
Recenzje	
M. Lisiewska: Grzyby ( <i>Mycota</i> ), T. XVII (J. Łuszczynski) . . . . .	123
W. Juszczyk: Mały słownik zoologiczny (A. Żyłka) . . . . .	123
Informator Krajoznawczy 1986—1987. Oddział Wrocławski PTTK (K.R. Mazurski) . . . . .	124

Spis plansz

- I. PHYLLODOCE COERULEA L. Fot. W. Paul (do art. W. Paula)
- II. BRZOZA OMSZONA. Fot. W. Paul (do art. W. Paula)
- III. SZELINIAK SOSNOWIEC. Fot. M. Tomalak
- IV. KRĘTOGLÓW. Fot. D. Karp

---

O k ł a d k a: GĘŚ ZBOŻOWA *Anser fabalis*. Fot. D. Karp



# WSZECHŚWIAT

## PISMO PRZYRODNICZE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

TOM 90  
ROK (108)

MAJ 1989

ZESZYT 5  
(2305)

JERZY Z. NOWAK (Łódź)

### SZYSZYŃKA, SIATKÓWKA I MELATONINA

Zainteresowanie szyszynką ma swoją długą i barwną historię w medycynie. Już w 3 wieku p.n.e. znana była lokalizacja szyszynki w mózgu. W tym też czasie działający w Aleksandrii grecki lekarz i filozof, Herophilus, sugerował, że narząd ten może pełnić rolę regulatora przepływu myśli w systemie komorowym mózgu. Wiele lat później, bo w XVII w n.e., francuski filozof René Descartes upatrywał w szyszynce siedlisko duszy ludzkiej, a jego następcy wiązali powstawanie zaburzeń psychicznych ze zmianami „aktywności” tego narządu. René Descartes również zasugerował, że ludzka szyszynka otrzymuje informację świetlną z oczu i w ten sposób odbiera (i „przerabia”) dochodzące do człowieka sygnały ze świata zewnętrznego.

Prace Holendrów — Alborna i de Graafa — oraz uczonych z końca XIX w. zapoczątkowały erę systematycznych badań gruczołu szyszynkowego ssaków i dostarczyły pierwszych danych z zakresu jego anatomii, histologii, embriologii, jak również unaczynienia i unerwienia. Badacze holenderscy zwrócili uwagę na podobieństwo szyszynki ssaków z światłoczułym „narządem ciemieniowym” lub tzw. „trzecim okiem” spotykanym u niższych kręgowców, takich jak minogi, ryby, płazy i niektóre gady (jaszczurki). Należy zaznaczyć, że zarówno „narząd ciemieniowy”, jak i „trzecie oko” są filogenetycznie wcześniejszymi formami gruczołu szyszynkowego. Szyszynki u niższych kręgowców zawierają komórki fotoczułe, które swoją budową przypominają czopki obecne w siat-

kówkach ssaków, u ptaków zaś obserwuje się komórki, które można by nazwać szczątkowymi (ale wciąż funkcjonującymi) fotoreceptorami; u ssaków występują już komórki, które zupełnie zatraciły zdolność fotorepcji.

Pierwszej konkretnej informacji dotyczącej biologicznej aktywności gruczołu szyszynkowego dostarczyli na początku obecnego stulecia dwaj Amerykanie: C.P. McCord i F.P. Allen. Badacze ci zaobserwowali w roku 1917, że szyszynka wola zawiera substancję, która, powodując agregację ziaren pigmentu, rozjaśnia skórę żaby. Musiało upłynąć jeszcze ponad 40 lat zanim poznano strukturę owej substancji. W roku 1958 dermatolog amerykański A.B. Lerner (Uniwersytet Yale; New Haven) i internista japoński Y. Takahashi (Uniwersytet Tokijski; Tokio) oraz ich współpracownicy wyizolowali i określili aktywny „czynnik szyszynkowy” jako N-acetylo-5-metoksytryptaminę czyli melatoninę. Od tego czasu obserwuje się stały wzrost zainteresowania zarówno szyszynką jak i jej produktem — melatoniną.

Ostatnie 20 lat to okres intensywnych badań z zakresu anatomii, biochemii i fizjologii gruczołu szyszynkowego, które stanowią podstawę naszej wiedzy o funkcji tego gruczołu i działaniach jego głównego hormonu — melatoniny. Wśród dużej liczby ośrodków zajmujących się tymi zagadnieniami, przodującymi są laboratoria kierowane przez laureata nagrody Nobla (w r. 1970) J. Axelroda (Narodowy Instytut Zdrowia Psychicznego; Bethesda, USA), R.L. Reitera (Uniwersytet Teksasński; San Antonio, USA),

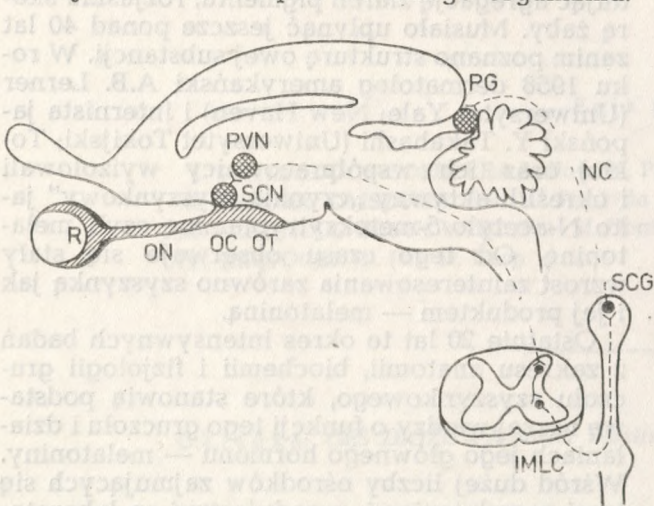


D.C. Kleina (Narodowy Instytut Zdrowia; Bethesda, USA), Sue Binkley (Uniwersytet Temple; Filadelfia, USA), W.B. Quaya (Uniwersytet Kalifornijski; Berkeley, USA) czy Josephine Arendt (Uniwersytet Surrey'ski; Guildford, Wlk. Brytania). Również w Polsce badania nad melatoniną prowadzone są m.in. w Instytucie Endokrynologii AM w Łodzi (morfologia szyszynki i oddziaływania melatoniny na gruczoły wydzielania wewnętrznego) oraz w Zakładzie Amin Biogennych PAN w Łodzi (biosynteza melatoniny i jej regulacja oraz działania w szyszynce i siatkówce).

Sporo już wiadomo o syntezie, uwalnianiu i biologicznych efektach melatoniny. Jednakże, pomimo obszernej literatury naukowej na ten temat, pozostaje do wyjaśnienia mechanizm jej działania. Donoszono o wielu oddziaływaniach hormonu szyszynkowego tak na obwodzie, jak i w tkankach ośrodkowego układu nerwowego; ta różnorodność efektów melatoniny sugeruje, że gruczoł szyszynkowy zajmuje kluczową pozycję w hierarchii endokrynnej.

Liczne badania wykazały, że melatonina wpływa na aktywność metaboliczną tkanek zarówno endokrynych, jak i nieendokrynych. Do najlepiej poznanych i najintensywniej badanych działań melatoniny zalicza się jej wpływ na gruczoły płciowe i mechanizmy rozrodcze. Sugerowano nawet, że hormon ten może pełnić rolę sygnału kordynującego reprodukcję u ssaków. Jednakże należy pamiętać, że te oddziaływania nie są jedynymi i niekoniecznie najważniejszymi, w świetle bowiem wciąż pojawiających się nowych doniesień wynika, że melatonina jest syntetyzowana również w strukturach innych niż szyszynka, np. w siatkówce czy pewnych okolicach mózgu, gdzie działa m.in. jako silny neuroregulator aktywności niektórych populacji neuronów.

Uważa się, że szyszynka jest typowym gruczołem wydzielania wewnętrznego, który produkuje hormon dla potrzeb całego organizmu.



Ryc. 1. Schemat drogi neuronalnej łączącej siatkówkę z szyszynką. R — siatkówka; ON — nerw wzrokowy; OC — skrzyżowanie nerwów wzrokowych; OT — trakt wzrokowy; PVN — jądro nadskrzyżowaniowe; SCN — jądro przykomorowe; IMLC — jądro pośrednio-bocznego rdzenia kręgowego; SCG — zwój szyjny górny; NC — włókna pozazwojowe wychodzące ze zwój szyjny górny; PG — gruczoł szyszynkowy (szyszynka)

Siatkówka zaś tworzy melatoninę głównie dla potrzeb własnych, przy czym nie wyklucza się możliwości dyfuzji związku do tkanek sąsiednich. W ostatnim czasie notuje się wzrastające zainteresowanie właśnie melatoniną pozaszyszynkową, przede wszystkim siatkówkową (w organizmie istnieją jeszcze inne miejsca, w których może być tworzona melatonina, aczkolwiek w niewielkim stopniu; miejscami tymi są: gruczoł Hardera i najprawdopodobniej niektóre okolice mózgu, np. podwzgórze) i jej lokalnymi działaniami. W tym zakresie dokonano już wielu ważnych obserwacji, które przyczyniają się do lepszego zrozumienia molekularnego mechanizmu działania melatoniny.

W niniejszym artykule zostaną omówione szyszynkowe i siatkówkowe mechanizmy odpowiedzialne za biosyntezę i inaktywację melatoniny w organizmie. Zaś kolejny artykuł („Melatonina — substancja o wielu obliczach: działania melatoniny w organizmie zwierząt i człowieka”) będzie poświęcony działaniom biologicznym hormonu.

#### NEURONALNA REGULACJA AKTYWNOŚCI GRUCZOŁU SZYSZYNKOWEGO SSAKÓW

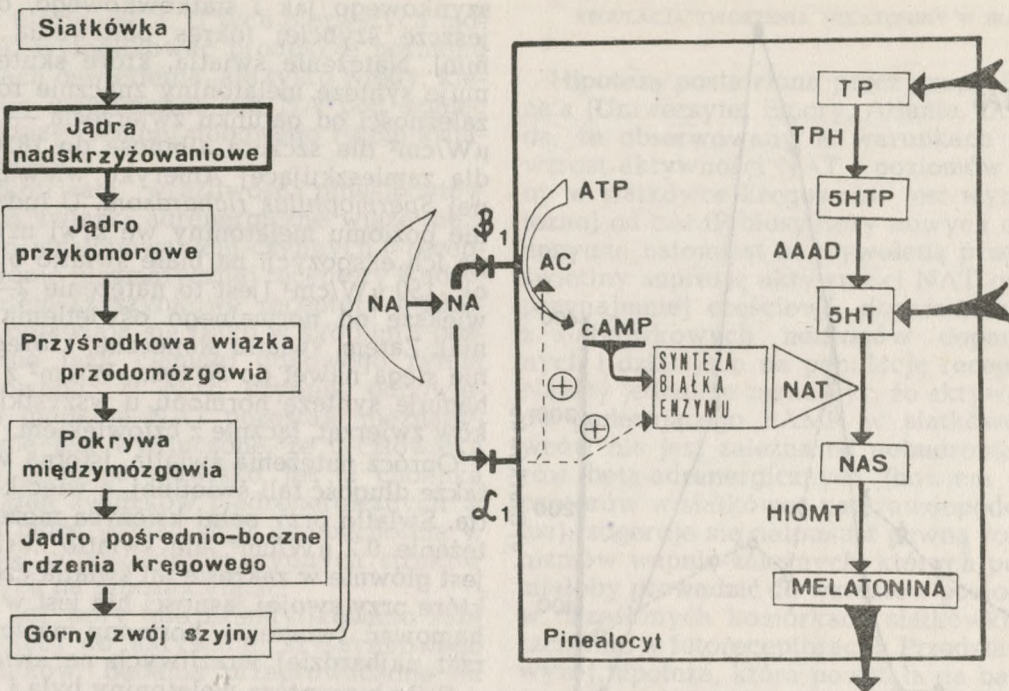
Światło jest czynnikiem pełniącym decydującą rolę w synchronizacji dobowej aktywności gruczołu szyszynkowego u wszystkich gatunków zwierząt i człowieka. Jego obecność hamuje, natomiast brak (a więc ciemność) aktywuje produkcję melatoniny.

W przeciwieństwie do zwierząt posiadających fotoczulą szyszynkę (tj. u minogów, ryb, płazów, jaszczurek i ptaków), u których światło może penetrować poprzez kości czaszki i bezpośrednio oddziaływać na gruczoł, u ssaków informacja o stanie oświetlenia w otaczającym zwierzę lub człowieka środowisku jest rejestrowana przez układ wzrokowy i przekazywana do gruczołu szyszynkowego drogą składającą się z szeregu neuronów.

Pierwszym odcinkiem jest droga siatkówkowo-podwzgórzowa. Zaktywowane pochłonięciem fotonów fotoreceptory „przerabiają” energię świetlną na sygnały chemiczne, które, po odpowiednim przetworzeniu w komórkach dwubiegunowych i zwojowych, opuszczają siatkówkę i docierają do symetrycznie ułożonych małych struktur podwzgórza — tzw. jąder nadskrzyżowaniowych — pełniących najprawdopodobniej rolę podstawowego „zegara biologicznego” w organizmie. Stąd, informacja jest przekazywana do górnej części odcinka pierśsiowego rdzenia kręgowego i dalej włóknami przedzwojowymi do zwojów górnych szyjnych, by wreszcie drogą sympatycznych włókien pozazwojowych dotrzeć do gruczołu szyszynkowego.

Włókna sympatyczne unerwiają komórki endokryne szyszynki — tzw. pinealocyty. W okresie nocnym naturalnego cyklu dzień—noc, tj. w ciemności, dochodzi do aktywacji szlaku: jądra nadskrzyżowaniowe — zwój górny szyjny. Zakończenia pozazwojowych włókien sympatycznych uwalniają neuromediator noradrenalinę (NA), która działa na receptory adrenergiczne typu  $\beta$  (ale także i  $\alpha$ ). Konsekwencją po-





Ryc. 2. Schemat mechanizmów regulujących syntezę melatoniny w szyszynce ssaków (wyjaśnienia w tekście)

budzenia receptorów adrenergicznych jest aktywacja cykazy adenylowej i wzrost stężenia cAMP we wnętrzu pinealocytów. Stymulacja układu generującego cAMP prowadzi do zwiększenia syntezy, i w związku z tym aktywności, kluczowego z punktu widzenia regulacji biosyntezy melatoniny enzymu — mianowicie serotoniny N-acetylotransferazy (NAT). Rycina 1 przedstawia schemat dróg poprzez które informacja świetlna dociera do szyszynki, zaś rycina 2 mechanizmy odpowiedzialne za biosyntezę hormonu (ryc. 1, 2).

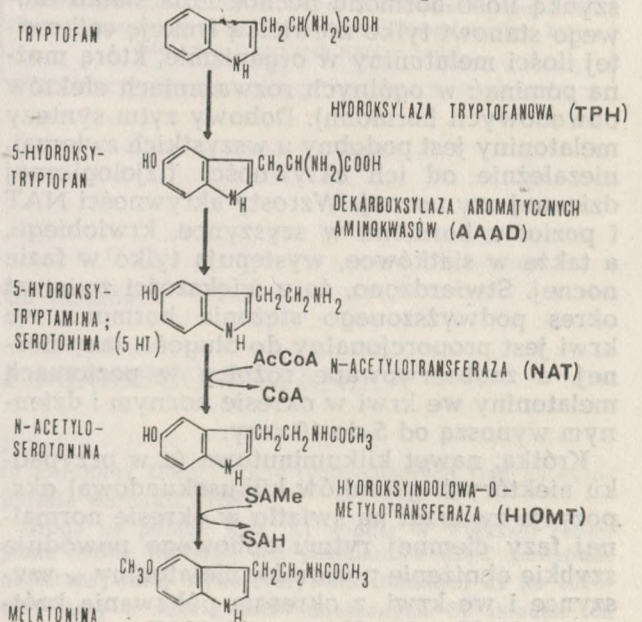
BIOSYNTeza I INAKTYWACJA MELATONINY

Melatonina powstaje z tryptofanu w wyniku 4-etapowego procesu (ryc. 3). Dwa pierwsze etapy to synteza serotoniny (5-hydroksytryptaminy; 5HT), której stężenie w gruczole szyszynkowym znacznie przewyższa zawartość tej aminy w jakimkolwiek innym narządzie. W kolejnym etapie biosyntezy melatoniny, 5HT, w wyniku działania NAT, podlega acetylacji w łańcuchu bocznym (tzw. N-acetylacja). Powstała N-acetyloserotonina jest bezpośrednim prekursorem hormonu, który przy pomocy enzymu hydroksyindolo-0-metylotransferazy (skrótowa nazwa — HIOMT), zostaje przekształcona do N-acetylo-5-metoksy-tryptaminy (tj. melatoniny) poprzez przyłączenie grupy metylowej w pozycji 5 pierścienia indolowego (ryc. 3).

W nocy aktywność szyszynkowego NATu znacznie wzrasta osiągając np. u szczura czy królika wartości 50—100 razy przekraczające aktywność dzienną. Podobne zjawisko występuje w siatkówce, przy czym w tej strukturze obserwuje się zaledwie 3—5-krotne wzrosty aktywności enzymu. Ponieważ aktywność szyszynkowego i siatkówkowego HIOMTu jest na ogół stała w ciągu doby, sądzi się, że właśnie te indukowane ciemnością wzrosty aktywności

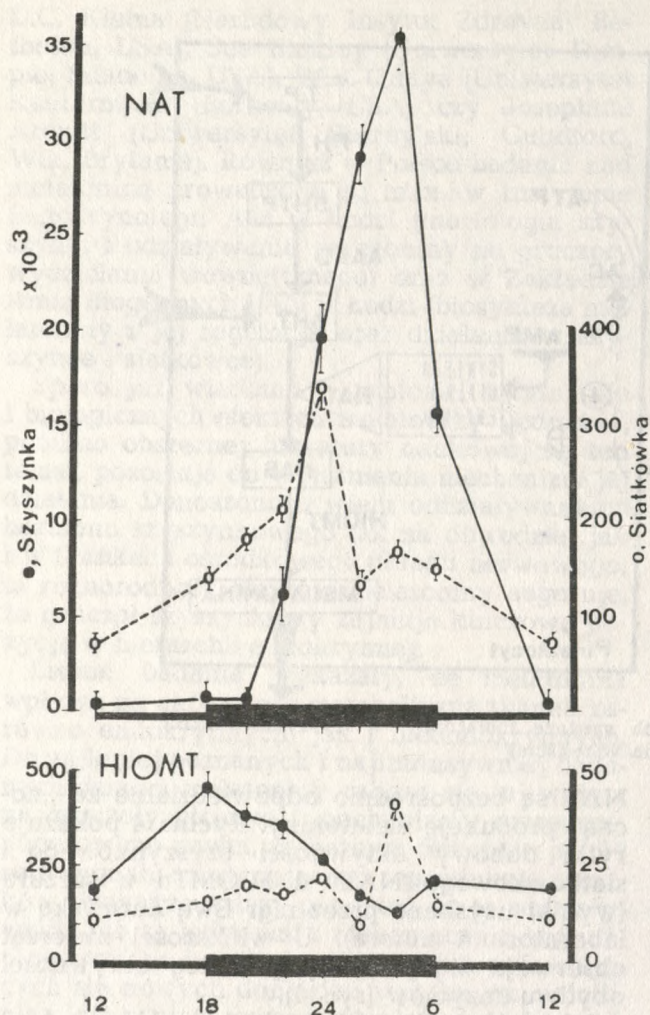
NAT są bezpośrednio odpowiedzialne za „nocną” produkcję melatoniny. Rycina 4 pokazuje rytm dobowy aktywności szyszynkowego i siatkówkowego NATu i HIOMTu u szczura (wyniki uzyskane przez mgr Ewę Żurawską w laboratorium autora). U większości zwierząt obserwuje się podobny przebieg aktywności obydwu enzymów (ryc. 4).

W odróżnieniu od innych gruczołów wydzielania wewnętrznego, które przechowują znaczne ilości właściwych dla siebie hormonów, szyszynka magazynuje melatoninę tylko w minimalnym stopniu. Tak więc wyprodukowana melatonina szybko zostaje uwolniona z pinealocytów do krążenia obwodowego i stąd jej poziomy we krwi odzwierciedlają intensywność syntezy hormonu w szyszynce (tworzenie melatoniny w siatkówce przebiega na znacznie



Ryc. 3. Synteza melatoniny z tryptofanu





Ryc. 4. Rytm dobowy aktywności serotoninowej N-acetylotransferazy (NAT) i hydroksoindolo-O-metylotransferazy (HIOMT) w szyszynce i siatkówce szczura (wyniki uzyskane przez mgr Ewę Zurawską — st. asystentkę w Zespole Fizjopatologii Zakładu Amin Biogennych PAN). Zwraca uwagę inna skala dla NAT szyszynkowego (skala lewa) i siatkówkowego (skala prawa). Rytm dobowy 12-godz. (ciemność od 18 do 6)

niższym poziomie i u zwierząt ze sprawną szyszynką ilość hormonu pochodzenia siatkówkowego stanowi tylko niewielką frakcję całkowitej ilości melatoniny w organizmie, którą można pominąć w ogólnych rozważaniach efektów obwodowych hormonu). Dobowy rytm syntezy melatoniny jest podobny u wszystkich zwierząt, niezależnie od ich aktywności fizjologicznej dziennej czy nocnej. Wzrosty aktywności NAT i poziomu hormonu w szyszynce, krwiobiegu, a także w siatkówce, występują tylko w fazie nocnej. Stwierdzono, że u większości zwierząt okres podwyższonego stężenia hormonu we krwi jest proporcjonalny do długości fazy nocnej, a zaobserwowane różnice w poziomach melatoniny we krwi w okresie nocnym i dziennym wynoszą od 5 do 10 razy.

Krótką, nawet kilkuminutową (a w przypadku niektórych gatunków kilkusekundową) ekspozycją zwierząt na światło w okresie normalnej fazy ciemnej rytmu dobowego powoduje szybkie obniżenie poziomów melatoniny w szyszynce i we krwi, z okresem półtrwania krótszym niż 10 min. Aktywność NATu, tak szyszynkowego jak i siatkówkowego, obniża się jeszcze szybciej (okres półtrwania ok. 2–3 min). Natężenie światła, które skutecznie hamuje syntezę melatoniny znacznie różni się w zależności od gatunku zwierzęcia — od 0,0005  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  dla szczura albinosa do 1850  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  dla zamieszkującej Amerykę wiewiórki ziemnej *Spermophilus richardsoni*. U ludzi, obniżenie poziomu melatoniny we krwi uzyskuje się po ich ekspozycji na białe światło o natężeniu ok. 150  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  (jest to natężenie 2–3-krotnie większe od normalnego oświetlenia mieszkania). Zatem, światło słoneczne, którego natężenie sięga nawet do 50 tys.  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  z łatwością hamuje syntezę hormonu u wszystkich gatunków zwierząt, łącznie z człowiekiem.

Oprócz natężenia światła, istotną wydaje się także długość fali świetlnej, a więc kolor światła. Światło przy pełni księżyca może mieć natężenie 0,2  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , ale światło „księżycowe” jest głównie w zakresie fal światła czerwonego, które przy swojej jasności nie jest w stanie zahamować tworzenia hormonu nawet u zwierząt najbardziej wrażliwych na światło białe.

O ile biosynteza melatoniny była i wciąż jest przedmiotem wnikliwych badań, o tyle jej inaktywacja, szczególnie w odniesieniu do hormonu pozaszyszynkowego, nie jest wystarczająco poznana. Przyjmuje się, że melatonina obwodowa jest unieczynniana w wątrobie i nerkach na drodze hydroksylacji w pozycji 6 pierścienia indolowego i wydalania głównie w postaci dluksuronowych i siarczanowych pochodnych 6-hydroksymelatoniny. Stwierdzono także, że melatonina może być przekształcana do N-acetyloserotoniny (w wyniku odszczepienia grupy metylowej).

Ponieważ N-acetyloserotonina jest naturalnym prekursorem melatoniny nie jest wykluczone, że w pewnych tkankach (np. w siatkówce, w której brak jest danych dotyczących inaktywacji poprzez hydroksylację lub koniugację) system enzymatyczny katalizujący reakcje metylacji i demetylacji (obustronna konwersja: N-acetyloserotonina — melatonina) mógłby funkcjonować jako sprawny lokalny regulator stężenia melatoniny w miejscu jej działania.

#### FARMAKOLOGICZNA REGULACJA BIOSYNTETY MELATONINY W SZYSZYNCIE

Sugeruje się, że NA jest neuromediatorem odpowiedzialnym za wzrosty produkcji melatoniny w gruczole szyszynkowym u większości (a być może i wszystkich) ssaków. Można zatem oczekiwać, że podanie zwierzętom samej NA, bądź związków naśladujących jej działanie (np. izoprenaliny — substancji bezpośrednio pobudzającej receptory  $\beta$ -adrenergiczne), będzie stymulować syntezę hormonu.

Np. u szczura, iniekcja izoprenaliny w ciągu dnia znacznie nasila aktywność szyszynkowego NATu i prowadzi do wzrostów poziomów melatoniny tak w gruczole jak i we krwi. Jednakże, związek ten, jak również NA, nie wykazują podobnego działania (gdy podane w ciągu dnia) u chomików syryjskich *Mesocricetus au-*



ratus oraz u człowieka. U tych pierwszych można jednak wyindukować produkcję hormonu w warunkach oświetlenia, ale tylko wtedy, kiedy poda się izoprenalinę lub NA pod koniec normalnej fazy ciemnej dobowego rytmu światła — ciemność.

Tę krótkotrwałą wrażliwość pinealocytów chomika na związki adrenergiczne wiąże się z okresowym występowaniem czynnych  $\beta$ -receptorów w błonie plazmatycznej receptory  $\beta$ -adrenszynki. Zatem szyszynkowe receptory  $\beta$ -adrenergiczne pojawiają się tylko w krótkim i późnym okresie fazy ciemnej dobowego rytmu oświetleniowego. U ludzi czynnik odpowiedzialny za indukcję NAT pozostaje nieznan; jednakże nie jest wykluczone, że u człowieka występuje podobne zjawisko jak u chomika i brak działań związków  $\beta$ -adrenergicznych w ciągu dnia może wiązać się z nieobecnością w tym okresie odpowiednich czynnych struktur receptyjnych na pinealocytach.

Jak do tej pory nie zidentyfikowano substancji zdolnej do aktywacji szyszynkowego NATu u ptaków. Badania przeprowadzone na izolowanych gruczołach szyszynkowych kurczaka wykazały, że nocne wzrosty aktywności NATu i uwalnianie melatoniny są regulowane przez dobowy oscylator znajdujący się w samej szyszynce. Fizjologiczny mechanizm leżący u podstaw działania tego szyszynkowego „zegara” biologicznego nie jest zdefiniowany, chociaż podkreśla się istotną rolę cAMP jako czynnika aktywującego syntezę białka enzymatycznego — NAT. W przeciwieństwie do szczura czy chomika, NA, działając poprzez receptory  $\alpha_2$ , hamuje stymulowaną ciemnością bądź czynnikami podnoszącymi poziomy cAMP (np. po zastosowaniu bezpośredniego aktywatora cyklicznej adenylowej forskoliny czy inhibitorów fosfodiesterazy — enzymu rozkładającego ten wtórny przekaznik) aktywność NATu w szyszynce kurczaka. Jak już wspomniano wcześniej, szyszynka ptaków jest zdolna do bezpośredniej percepcji światła i regulacja aktywności NATu w określonym rytmie dobowym światła — ciemność może przebiegać w sposób zbliżony do regulacji syntezy melatoniny w siatkówce.

## REGULACJA TWORZENIA MELATONINY W SIATKÓWCE

Hipoteza postawiona przez grupę P.M. Iuvone'a (Uniwersytet Emory, Atlanta, USA) zakłada, że obserwowany w warunkach ciemności wzrost aktywności NAT i poziomów melatoniny w siatkówce kręgowców jest wynikiem zależnej od cAMP biosyntezy nowych cząsteczek enzymu; natomiast za wywołaną przez bodziec świetlny supresję aktywności NAT odpowiada, przynajmniej częściowo, dopamina uwolniona z siatkówkowych neuronów dopaminergicznych i działająca na populację receptorów  $D_2$ . Należy jednakże zaznaczyć, że aktywacja układu generującego cAMP w siatkówce kręgowców nie jest zależna od pobudzenia receptorów beta-adrenergicznych (bowiem takich receptorów w siatkówce najprawdopodobniej nie ma); sugeruje się natomiast pewną rolę mechanizmów wapnio-zależnych, których pobudzenie miałyby prowadzić do wzrostów poziomu cAMP w określonych komórkach siatkówki (przypuszczalnie w fotoreceptorach). Przedstawiona powyżej hipoteza, która powstała na bazie badań przeprowadzonych na siatkówkach żaby szponiastej *Xenopus laevis* jest bardzo atrakcyjna, jednakże nie wydaje się hipotezą uniwersalną. Badania przeprowadzone w Zakładzie Amin Biogennych PAN potwierdzają słuszność hipotezy Iuvone'a w odniesieniu do siatkówki kury, ale nie królika czy szczura (u ssaków nie udało się wykazać aktywującego wpływu cAMP na indukcję siatkówkowego NATu).<sup>\*</sup> Zatem wydaje się, że mechanizmy regulujące tworzenie siatkówkowej melatoniny u niższych kręgowców i ssaków są odmienne i u tych ostatnich wciąż pozostają w sferze domysłów.

Wpłynęło 11.VII.1988

<sup>\*</sup> Najnowsze badania własne wykazały, że podwyższając stężenie wewnątrzkomórkowego cAMP można wyindukować NAT w siatkówce ssaków, ale tylko wtedy, kiedy eksperyment przeprowadza się w godzinach wieczorno-nocnych.

Doc. dr hab. med. Jerzy Z. Nowak jest lekarzem, neurochemikiem i farmakologiem, kieruje Zespołem Fizjopatologii w Zakładzie Amin Biogennych PAN w Łodzi.

WOJCIECH PAUL (Kraków)

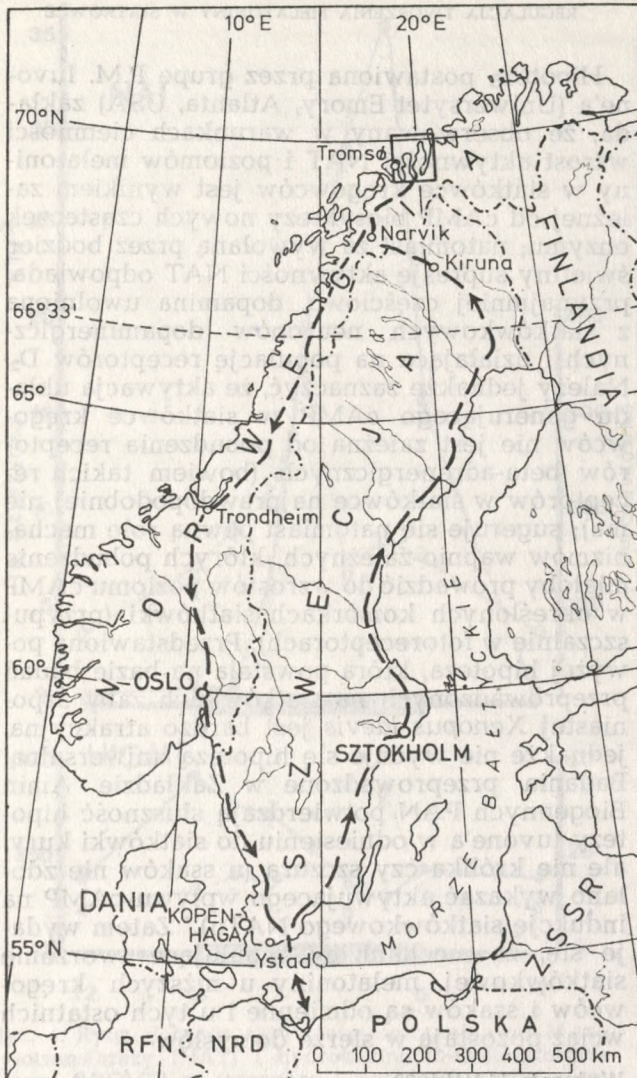
## SKANDYNAWSKIE ZAPISKI MŁODEGO BOTANIKA

Norwegia w ostatnich latach stała się krajem coraz częściej odwiedzanym przez polskich turystów i przyrodników. Autor artykułu, jako uczestnik Studenckiej Wyprawy Naukowo-Poznawczej „NORD-NORGE '87”, wraz z dziewięcioosobową grupą koleżanek i kolegów przez 6 tygodni (sierpień-wrzesień) poznawał, podziwiał i utrzymywał przy pomocy aparatu fotograficznego i kame-

ry krajobraz, florę i faunę tych odległych (jak na europejskie warunki) stron.

Droga na północ (ryc. 1.) wiodła w większej części przez niziny Szwecji. Ich południowa część (notabene najintensywniej wykorzystywana rolniczo) aż po 60°—62°N leży w strefie lasów mieszanych. W składzie ich drzewostanu dostrzec można było m.in. dęby, jesiony,





Ryc. 1. Trasa wyprawy „Nord-Norge '87”. Prostokątem zaznaczono teren objęty ryc. 2.

wiązy, lipy, świerki, sosny. Miejscami, w wilgotniejszych rejonach dominowały bory bagienne złożone głównie z niskopiennych sosen i brzoź. Swojska wierzbowka kipyca *Chamaenerion angustifolium* porastała masowo pobocza i poręby (towarzysząc nam zresztą wiernie podczas całej podróży do Norwegii). Słowem, roślinność znana nam dobrze, choćby z polskich pojezierzy. Jedyna różnica, ale jakże znamienita: lasy te napotykalśmy o wiele częściej niż u nas i zajmowały one rozleglejsze przestrzenie. Rzut oka do rocznika statystycznego przekonuje, że nie było to złudzenie: „użytkowanie ziemi — lasy: Polska — 27% (a więc blisko średniej europejskiej), Szwecja — 50% terytorium”... Lasy te to dla nas powód nie tylko do zazdrości. Rumieniec wstydu wywołuje świadomość, że to właśnie nasze (wraz z kilkoma innymi państwami środkowej i zachodniej Europy) zanieczyszczenia „eksportowane” do tego kraju w postaci kwaśnych, siarkowych deszczów czynią o wiele większe spustoszenia niż rodzimy, szwedzki przemysł.

Póki co mogliśmy cieszyć oko bujną zielenią nad mnogością nie zakwaszonych jeszcze doszczętnie jezior. Liczne, charakterystyczne dla nizinnej Skandynawii obszary podmokłe i zatorfione czyniły tamtejsze lasy trudniej dostępnymi oraz mniej przyjemnymi dla odwiedzających (komary!).

Jednak głównymi obiektami zainteresowania „naturalisty” były tam wytwory przyrody nieożywionej. Plej-

stoceńskie zlodowacenia pozostawiły w otoczeniu wyraźne piętno. Mijaliśmy więc wyglądy lodowcowe — skały o wypolerowanej przez lodowiec powierzchni. Niektóre fragmenty lasów (częściowo królewskich, jak można było domyślić się z ustawionych przy szosie znaków własności) usiane były wprost głazami, z których niejednen doczekałby się u nas tabliczki „Pomnik przyrody”. Niewysokie, łagodne wzgórza wraz z licznymi jeziorami rynnowymi i wytopiskowymi uzupełniały listę cech morenowego krajobrazu.

Wróćmy do szaty roślinnej. Rozproszone, bardziej ciepłolubne gatunki drzew znikają w miarę naszego posuwania się na północ: najpierw lipy i jesiony, potem dęby i wiązy. W okolicach 63°N świerkowi towarzyszyła już tylko sosna, zaś z liściastych brzoza brodawkowata *Betula verrucosa* i wierzby — zwłaszcza na prześwietlonych, mokrych stanowiskach. Wśród roślin runa pojawiły się atrakcje — gatunki u nas dość rzadkie, spotykane w charakterze glacialnych relikwów w górach i na torfowiskach, zwłaszcza pomorskich. Mielśmy okazję poznać dereń szwedzki *Cornus suecica* — niepokąznego, ledwie 15-centymetrowego krewniaka naszych okazałych świdw. Spore powierzchnie porastała bieżyna *Empetrum hermaphroditum*. Pokazała się również delikatna roślina o wdzięcznych, w charakterystyczny sposób zebranych po dwa, dzwonkowatych kwiatach, której już sama (polska) nazwa — zimozioł północny — przywodzi na myśl mroźne okolice. W nazwie łacińskiej *Linnaea borealis* uniesmiertelniony został wielki szwedzki przyrodnik Karol Linneusz.

Zaintrygowało nas brunatne zabarwienie rzek i potoków, coraz częściej obserwowane w miarę zbliżania się do koła podbiegunowego. Barwa ta, to wynik dystrofizacji — procesu zachodzącego w wodach bagiennych i torfowiskowych. Bogate w kwasy humusowe, za to bardzo ubogie odżywczo, przybierają rudy kolor. Oryginalny to widok: pomarańczowa piana wodospadów i bystrzy — bez żadnych zakładów przemysłowych w pobliżu...

Świerkowy las w okolicy kręgu polarnego nie wyróżniał się niczym szczególnym. Gdyby nie tablica z wielojęzycznym napisem „Polcirkel — Arctic Circle — Cercle Polaire — Napapiiri (po fińsku)”, sklep z pamiątkami, tudzież rząd biało malowanych słupków ustawionych podobno dokładnie wzdłuż równoleżnika 66°33'N — to nic nie świadczyłoby o tym, że właśnie wjechalibyśmy w krainę „słońca o północy”.

Ostatni szwedzki odcinek podróży wiódł na północ i północny zachód w Góry Skandynawskie. Opuściliśmy nadbałtyckie, płasko-pagórkowate krajobrazy. Minęliśmy, jak oznajmił przydrożny napis, „odlinggränsen” czyli granicę upraw. Przez drogę pojedynczo i parami przebiegały renifery. Lasy poczęły się przerzedzać, pojawiły się wzgórza, coraz to wyższe i wyższe. Na postoju, gdzieś w pobliżu Kiruny, napotkaliśmy dwa kolejne, charakterystyczne dla flory borealno-arktycznej (i alpejskiej) gatunki: mącznicę alpejską *Arctostaphylos alpina* oraz brzozę karłowatą *Betula nana*. Ta ostatnia jest również jednym z podręcznikowych przykładów rzadkich rliktów lodowcowych w naszym kraju — występuje w Sudetach i na Pomorzu. Nie kojarzy się ona na pierwszy rzut oka ze swymi drzewiastymi krewniaczkami — jest półmetrowym krzewem o wyprostowanych gałązkach z błyszczącymi skórzasto, okrągłymi listkami centymetrowej średnicy”.

Kraina wokół nas stawała się coraz bardziej atrakcyjną widokowo. Wznosiliśmy się z każdą chwilą wyżej, po skalistych zboczach coraz wyższych i surowszych gór spadały kilkaset metrów w dół wody potoków two-



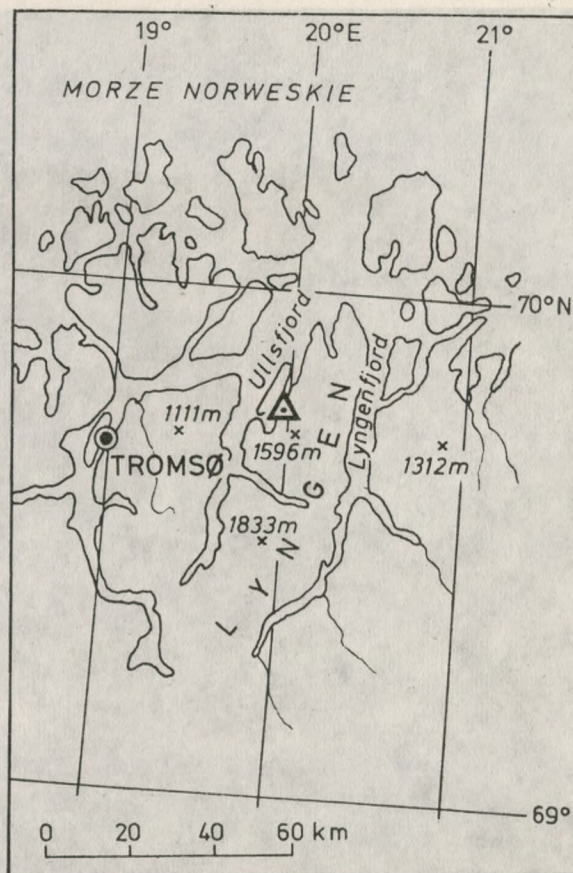
rząc siklawy wielokrotnie większe od swych tatrzańskich odpowiedniczek. Szosa wciniała się miejscami w skały stając się dnem sztucznych wąwozów.

Za granicą szwedzko-norweską (przekroczyliśmy ją na przełęczy Bjørnfjell) krajobraz nie zmienił się, z tym tylko, że pokonywane przez nasz mikrobuses serpentyny wiodły w dół. Wreszcie pod Narvikiem po raz pierwszy zetknęliśmy się z morzem, a właściwie jego wysuniętą placówką — fiordem Rombakk (warto przypomnieć, że tu właśnie spoczywa zatopiony przez hitlerowców ORP „Grom”). Było to zarazem nasze pierwsze zetknięcie z przybrzeżnymi przedstawicielami świata mieszkańców mórz o pełnym zasoleniu, jak choćby brunatnicami: workoliciem *Ascophyllum*, listownicą *Laminaria* czy morszczykiem *Fucus vesiculosus* i *F. serratus* — osiągniętym tu swe właściwe, znacznie większe niż w Bałtyku, rozmiary.

Końcowy, 200 km etap drogi na północ i znaleźliśmy się u celu wyprawy, na leżącym w okręgu („fylke”) Troms półwyspie Lyngen (ryc. 2.). Po rozbiciu obozu, w ciągu niespełna miesiąca odbyliśmy ok. 30 indywidualnych i kilkusobowych jedno- i wielodniowych wycieczek. Pozwoliło nam to zapoznać się wstępnie z przyrodą i krajobrazem północnej Norwegii oraz zebrać obserwacje i materiały do późniejszego opracowania w kraju. Część obserwacji florystycznych pozwolę sobie przedstawić poniżej, pogrupowanych, dla jasności obrazu, według zmieniających się wraz z wysokością głównych typów biocenozy.

Ten krótki przegląd rozpocznie od 0 m. n.p.m. — wybrzeża morskiego. Co do „poziomu morza” — to nie był on stały. Morze Norweskie, którego odnogi stanowiły rozpościerające się nieopodal naszego obozu fiordy Ulls i Sør-Lenangen, to właściwie część Oceanu Atlantyckiego. Dlatego pływowe wahania o ponad metrowej amplitudzie zaznaczały się nader wyraźnie, zwłaszcza na mniej stromych fragmentach wybrzeża. Najbardziej owocne przyrodniczo nadmorskie wycieczki odbywaliśmy, rzecz jasna, w czasie odpływu. Na wynurzonych skałach wybitnie kamienistego (jak w większej części Norwegii) brzegu ukazywała się gęstwa makrofitycznych glonów, takich jak wspomniane już brunatnice czy niektóre gatunki zielenic. Między głazami znaleźć można było również wiele interesujących obiektów zoologicznych: pancerze krabów, szkielety jeżowców, muszle małży — wachlarzowate *Chlamys*, ucięte małgwi *Mya truncata* i in. Poza zasięgiem przypływu (zaznaczonym pasmem tzw. kidziny czyli wyrzuconych przez fale wodorostów, kawałków drewna, szczątków zwierząt i — śmieci) w zwartych kępach rosła honkenia piaskowa *Honckenia peploides* o charakterystycznie naprzemianlegle ułożonych, mięsistych liściach i niepozornych, białych kwiatach. Czasami trafiała się nie występująca u nas mertenja *Mertensia maritima*, płożąca się nadmorska roślina o sinawym zabarwieniu pędów. Inne godne wymienienia gatunki, to wytrzymujące zasolenie nadmorskiego gruntu świbki *Triglochin maritimum* i *T. palustre* o powyginianych, sztydlastych liściach.

W nieco większej odległości od brzegu spotyka się, w zależności od lokalnych warunków, jeden z trzech zasadniczych typów zbiorowisk roślinnych. Może to być żyzna, świeża łąka, wykorzystywana zwykle do wypasu kóz, owiec i miejscowej rasy krów — podstawy gospodarki rolnej w tych okolicach. Po zaoraniu uprawia się czasem w takich miejscach zboża (jęczmień, owies, żyto), oczywiście tylko na zielonki, gdyż krótki okres wegetacyjny nie pozwala im dojrzeć.



Ryc. 2. Usytuowanie obozu wyprawy na półw. Lyngen (zaznaczone trójkątem).

Z ciekawszych gatunków, które możemy znaleźć na owych łąkach wymienić należy: ostrożeń dwubarwny *Cirsium heterophyllum*, skrzyp pstry *Equisetum variegatum*, podejrzony: księżycowy i lancetowaty *Botrychium lunaria* i *B. multifidum* oraz barszcz pocięty *Heraclium laciniatum* zawleczony tu z ogrodów. Jego wielkie, trzymetrowej nieraz wysokości okazy tak hodowane jak i dziko rosnące w pobliskim Tromsø — „Stolicy Północy” — stały się symbolem miasta i nazwane zostały przez mieszkańców „Tromsøpalmene” — palmy z Tromsø.”

Innym rodzajem roślinności spotykanej na płaskich, przybrzeżnych terenach są torfowiska niskie i młaki o bogatej florze mszaków, porośnięte kilkoma gatunkami turzycy *Carex*, welnianki *Eriophorum*, ponikła *Eleocharis* czy gnidosza (np. gnidoszem królewskim *Pedicularis scepterum-carolinum*). Trafiają się również gatunki przechodzące z wyższych, wilgotnych położań: *Saussurea alpina*, krzewiaste wierzyby, rosiczki, tustozy i in.

Trzeci wreszcie typ zbiorowiska, obserwowany w pobliżu wybrzeża, stanowi schodząca aż do poziomu morza roślinność typu górskiego, przypominająca tę, która zajmuje szczytowe partie omawianych poniżej płaskowzgórzy („ås”).

Płaskich, nizinnych miejsc w Norwegii w ogóle jest niewiele, na północy zaś ograniczają się one tylko do wąskich pasów ziem pomiędzy morzem a górami oraz do den rozleglejszych, południowych dolin. Siedliska takie zajmują najczęściej bardzo typowe dla tych stron torfowiska wysokie i przejściowe. Ich istnienie uwarunkowane jest występowaniem niezwykle częstych i obfitych deszczów. Spiętrzone na stromych, zachodnich stokach Gór Skandynawskich powietrze znad oceanu pozbywa się tu nadmiaru wilgoci. Zasilane wodą opadową,





Ryc. 3. Góra Flattjellet. Fot. J. Wajda

a więc ubogie w odżywcze składniki mineralne, są jednak owe torfowiska bardzo ciekawe florystycznie. Główną masę roślinną stanowią w nich oczywiście mchy z królującym torfowcem *Sphagnum* w kilku gatunkach. Używając mszystego kobierca jako podłoża wyrastają tu m.in. brzoza karłowata, wierzby (zwłaszcza lapońska *Salix lapponum* — niewielki krzew o szarokutnerowatych liściach) borówki (głównie bagienna *Vaccinium uliginosum*), żurawina drobnolistkowa *Oxycoccus microcarpus*, widliczka *Selaginella selaginoides*. Z charakterystycznych dla wilgotnych siedlisk z niedostatkim azotu roślin owadożernych bardzo pospolite w tych okolicach są rosiczki: okrągłolistna *Drosera rotundifolia*, długolistna *D. anglica* i ich mieszańce *D. × obovata* oraz fioletowo kwitnący tłustosz *Pinguicula vulgaris*. Inna związana z północnymi torfowiskami przedstawicielka flory, zasługująca na osobne omówienie, to malina moroszka *Rubus chamaemorus*. Niska, osiągająca zaledwie 20—30 cm krzewinka, posiada niepodzielone (w przeciwieństwie do znanych u nas powszechnie malin i jeżyn), okrągławe w zarysie liście. Wydaje owoce podobne w formie do zwyczajnych, leśnych malin, jednak (dojrzałe) zabarwione nie czerwono, lecz przezroczystożółto. Dla próbujących ich po raz pierwszy smak nie jest zachwycający — nieco mdły. Trudno też zebrać większą ich ilość, jako że moroszka jest rośliną dwupienną, statystycznie więc tylko co drugi osobnik ma szansę wytworzyć co roku (zwykle jeden!) żeński kwiat, mogący zawiązać owoc. A jeśli nieostrożnemu zbieraczowi zdarzy się zerwać go z szypułką, to (jak nas poinformował nasz norweski przyjaciel — strażnik przyrody) do 7 lat może zająć roślinie odzyskiwanie zdolności kwitnienia.

Zacznijmy teraz powoli posuwać się w górę. Już w su-

chszych miejscach przy brzegach torfowisk, poza pojedynczymi, niskimi sosenkami, pojawiają się niepozorne odpowiedniki lasów. W ich skład wchodzi głównie brzoza omszona *Betula pubescens*. Towarzyszą jej z rzadka jarzębina i drzewiaste wierzby, zanikające zresztą wraz ze wzrastającą wysokością. Niezbyt gęste, niskie laski mają bardzo ubogie podszycie — stanowi je jedynie podrost drzew górnej warstwy. W runie natomiast widzimy trzy wszędobyłskie i nierozłączne borówki: czerenicę *Vaccinium myrtillus*, brusznicę *V. vitis-idaea* i bagienną; ponadto dereń szwedzki, bażynę, rdost żyworodny *Polygonum viviparum*. Z paprotników częste są: widłak jałowcowaty *Lycopodium annotinum*, zachyłka oszczepowata *Phegopteris polypodioides* i trójkątna *Ph. dryopteris*, wietlice *Athyrium alpestre* i *A. filix-femina*, nerecznice *Dryopteris filix-mas* i *D. spinulosa*, a niekiedy, zwłaszcza w niższych położeniach, pióropusznik strusi *Matteucia struthiopteris*. Najniższą warstwę tworzą liczne mszaki oraz porosty krzaczkowate — chrobotki *Cladonia*, chróściki *Stereocaulon*, płucnice *Cetraria* i plechowate, np. pawężniczka *Nephroma arcticum*.

Podążając dalej ku górze obserwujemy zmiany w składzie runa. Pojawia się przejściowo zimoziół, obok bażyny występuje coraz częściej *Phyllodoce coerulea*, podobna do niej z pokroju i liści, nie do pomylenia jednak w stanie kwitnącym dzięki długoszypułkowym, różowofioletowym kwiatom (plansza I). Zaczynamy również dostrzegać paprotnik ostry *Polystichum lonchitis*, przywrotnik alpejski *Alchemilla alpina* o głęboko wcinanych, niemal palczasto złożonych liściach oraz szarotę norweską *Gnaphalium norvegicum*. Na miejscach prześwietlonych wyrasta siódmaczek *Trientalis europaea*, w jarach potoków żółty fiołek dwukwiatowy *Viola biflora* i szcziwior alpejski *Oxyria digyna*.

Brzozowy lasek stopniowo rzednie i oto, od wysokości 250—350 m n.p.m. pozostają już z niego tylko pojedyncze, powyginane drzewka (plansza II). Miejsce leśnego runa zajmują zbiorowiska zarówno z wymienionymi już: bażyną, *Phyllodoce*, borówkami, przywrotnikiem, jak i „nowościami” z kolejnego piętra: storczykiem ozorką zieloną *Coeloglossum viride*, skalnicą nakrapianą *Saxifraga aizoides* (w odmianie żółtej i pomarańczowej), skalnicą gwiazdkowatą *S. stellaris* (zwłaszcza na młakach) oraz poduszkami lepnicy bezłodygowej. Rzecz jasna, nie można tu pominąć dwu interesujących gatunków karłowatych wierzb: żyłkowanej *Salix reticulata*, tudzież prawdziwej rekordzistki miniaturyzacji wśród tego rodzaju — wierzby zielnej *S. herbacea*. Rośnie ona i rozgałęzia się pod powierzchnią warstwą mszaków i porostów, na światło dzienne wystawiając jedynie 1—2 centymetrowe końce gałązek z 2—3 listkami i, ewentualnie, „kotką” kwiatostanu.

W tym miejscu musimy się na chwilę zatrzymać w wędrówce poprzez piętra wysokościowe roślinności Norwegii Północnej. Dalszy bowiem przebieg wycieczki uzależniony będzie od tego, na jaki typ wzniesienia się wspiniemy. W okolicy naszego obozu dało się wyróżnić dwa ich rodzaje. Pierwsze z nich, zwane przez ludność „ås”, są niższe (nie dochodzą do 400 m n.p.m.), o spłaszczonej, rozległych wierzchołkach, wyszlifowanych pokrywającym je niegdyś całkowicie lodowcem. Liczne zagłębienia grzbietu wypełnione są przez zarastające torfowcem i szuwarami jeziora. Roślinność porastająca te płaskowzgórza uzależniona jest mocno od lokalnych stosunków wodnych. Zabagnione obniżenia i brzegi zbiorników wodnych zajmują torfowiska niskie (z rosiczką okrągłolistną, skalnicą gwiazdkowatą, tłustoszem zwy-





I. PHYLLODOCE COERULEA L. Północna Norwegia, Fot. W. Paul





III. ZALOTY SZEJLJNIAKÓW sosnowców *Hylobius abietis* L. Fot. M. Tomalák



czajnym i, rzadszym, alpejskim *Pinguicula alpina* o biało-żółtych kwiatach); torfowiska wysokie lub pośrednie (z rosziczką długolistną, żurawiną, widliczką, modrzewnicą *Andromeda polifolia*). Nieco suchsze miejsca pokrywają bażyniska z udziałem trochę dorodnego niż na nizinach derenia szwedzkiego i niedłycznej trójcy borówek. Na sterczących gdzieniedzie skałkach i w ich otoczeniu, wzniesionym kilka lub kilkanaście metrów ponad przeciętny poziom terenu, widuje się rośliny o jeszcze bardziej alpejskim charakterze. Są to m.in. dwa gatunki z nie występującego u nas rodzaju kasjope z rodziny wrzozowatych: delikatna, przypominająca gałązki mchu *Cassiope hypnoides* oraz okazalsza, o czworograniasto ulistnionej łodydze *Cassiope tetragona*. Często jest tu widlak alpejski *Lycopodium alpinum*, spotkać można także naskalkę *Loiseleuria procumbens*.

A jeśli wybierzemy się w wyższe góry, których kamieniste zbocza i skaliste wierzchołki wznoszą się na 1400 i więcej metrów (ryc. 3). Wspinając się na nie, opuściwszy brzozy lasek, wkraczamy na teren luźno porośnięty przez kępki niskich wierzb i krzewinek, znanych nam już z poprzednich opisów. Wśród roślin zielnych, prócz tych, które widzieliśmy na wierzchołkach „ås”, mamy tu m.in. fioletowoniebieską bartsję *Bartsia alpina*, sybaldię rozestaną *Sibbaldia procumbens*, gnidosz lapoński *Pedicularis lapponica*, maleńką goryczkę śniegową *Gentiana nivalis*, trawy — tymotkę alpejską *Phleum alpinum* ssp. *commutatum*, żyworodne gatunki z rodzaju kostrowa *Festuca* i kilkucentymetrową zaledwie *Phippsia*. Wciśnięte między głazy wyrastają górskie paprotki: zmienka *Cryptogramma crista* i rozrutka *Woodia ilvensis*. Stopniowo pokrycie skalistego gruntu roślinnością maleje. Na silniej eksponowanych stanowiskach bądź w zagłębieniach o długim okresie zalegania pokrywy śnieżnej utrzymać się mogą jedynie formy poduszkowe — jak lepnica bezłodygowa, różowoczerwono kwitnąca skalnica naprzeciwlistna *Saxifraga oppositifolia* czy *Diapensia lapponica* — lub ścielące się ściśle po podłożu — jak *Cassiope hypnoides*.

Wreszcie niemal jedynymi widocznymi reprezentantami flory pozostają porosty. Chociaż obecne w obfitości również w niższych położeniach, tu szczególnie zwracają na siebie uwagę. Skorupiaste, wrośnięte w skałę, jaskrawożółte wzorce *Rhizocarpon*, szare, rude i oliwkowe krążniczki *Lecidea* itp. tworzą gdzieniedzie na kamieniach oryginalną mozaikę. Porosty krzaczkowate, zajmujące załomy i zbliżone do poziomych powierzchnie wyglądają miejscami, dzięki swej różnorodności, jak miniaturowe skalne ogródki. Ukryte w szczelinach i pod okapami większych głazów chrobotki i płucnice zachwycają misternością gałązek, nierzadko ozdobionych krwistoczerwonymi apotecjami (chrobotek strojny *Cladonia bellidiflora*).

I na tym właściwie można by zakończyć przegląd pięter roślinnych północnej Norwegii na przykładzie gór półwyspu Lyngen. Wyżej (ponad 1000 m n.p.m.) w wielu miejscach śnieg zalega cały rok, a w niektórych dolinach tworzą się lodowce — mamy więc do czynienia z prawdziwym piętnem niwalnym. Poza przywartymi do skał plechami porostów z rzadka natrafia się tu jeszcze na odosobnione kępki mchów czy roślin wyższych o pokroju trawiastym, zwykle skarłałych i niekwitających. Najwyżej zebraną przeze mnie rośliną naczyniową była kosmatka *Luzula arcuata* (ok. 1050 m n.p.m.).

Kilka zdań należy się jeszcze dolinom rzecznym wykazującym pewną swoistość warunków naturalnych i roślinności. Rzeki skandynawskie znane są ze swego krót-

kiego biegu i koryta o dużym spadku — jest to wszak doskonale źródło „czystej” energii, wykorzystywane szeroko w Szwecji i Norwegii. O malowniczych, kilkudziesięcio-, a nawet ponad stumetrowych wodospadach była już mowa, w niektórych jednak miejscach — zwłaszcza w dolinach polodowcowych — górskie rzeki mają stosunkowo wyrównane odcinki. W miesiącach letnich wśród głazów i żwiru zaścielającego płaskie dna Ukształtanych dolin potoki rozdzielają się na dziesiątki i setki małych strumyczków, czasami ukazując się, innym razem niknąc. Jedynie cichy szum i chłopot dochodzący spod kamieni przeczy wrażeniu, że pod nogami mamy tylko suchy piarg. Dopiero w okresie przyborów (np. roztopowych) łatwiej uświadomić sobie, jakie siły znoszą z gór, rozdrabniają nieustannie i wygładzają te tysiące ton materiału skalnego. Takie warunki nie sprzyjają utrzymaniu się zbyt wielu roślin. Stąd wyraźnie widoczne zubożenie florystyczne den dolin w porównaniu nawet z dużo wyżej położonymi środowiskami. Pojedyncze, poskręcane i uczepione kurczowo niegościnnego podłoża krzewy brzozy czy wierzb skąpo pojawiają się wśród głazów. Rozproszone barwne akcenty tworzą kępki smółki alpejskiej *Viscaria alpina*, bartsji, skalnicy nakrapianej bądź czerwono nabiegłej łodyżki warzuchy lekarskiej *Cochlearia officinalis*. Wysokogórski charakter tej niezwykle ubogiej roślinności podkreślają jeszcze okazy takich gatunków jak różeniec górski *Rhodiola rosea* i jaskier lodnikowy *Ranunculus glacialis*, których nasiona znoszone są tu przez wodę z wyżej położonych stanowisk. Zagłębienia opanowują mchy, a wśród nich rozwijają się: skalnica gwiazdkowata, szczawiór, rogowca alpejska *Cerastium alpinum*. Są również fragmenty wywierające wrażenie zupełnej, kamienistej pustyni.

W zagrodzonych zwalami moreny odcinkach niektórych z opisanych dolin oraz w karach — kotłach lodowcowych — spotkać można uroczę polodowcowe jeziora. Ich barwa, to zwykle znany nam z większości tatrzańskich czy karkonoskich stawków przejrzysty, ciemny granat. Bywają jednak i takie, które budzą zdumienie, a nawet zachwyt swym mlecznobłękitnym, fioletowym kolorem, wywołanym prawdopodobnie specyficznym rozproszeniem światła na cząstkach stale unoszącej się w ich wodzie delikatnej, mulistej zawiesiny. Jeszcze jednym obserwowanym przez nas zjawiskiem przyrodniczym, występującym w krajach polarnych, była tzw. segregacja mrozowa materiału skalnego. Wielokrotne zamrażanie i odmarzanie gliniasto-kamienistego gruntu powoduje stopniowe przesuwanie okruchów skał, w rezultacie czego powstaje rodzaj plastrowatej siatki wielokątów (o średnicy do kilku m). Drobniejszy materiał wewnątrz tych ostatnich jest wystarczającym substratem dla ubogiej, inicjalnej gleby, która po pewnym czasie zarasta np. mchem, mącznicą alpejską czy dębikiem osmiopłatkowym *Gryas octopetala*. Widoczny pozostaje tylko geometryczny wzór jak gdyby sztucznie ułożony z grubszych kamieni. W ten sposób tworzą się gleby zwane poligonalnymi lub strukturowymi.

Przeznaczone na badania 4 tygodnie minęły niezwykle szybko. Liście na drzewach poczerwieniały, pożółkły i zaczęły opadać. Zrudziałe po nocnych przymrozkach runo świadczyło o tym, że jesień rozpoczyna się w tamtych stronach na dobre już z początkiem września i czyni szybko postępy. Z prawdziwym żalem i uczuciem pewnego niedosytu likwidowaliśmy obozowisko i pakowaliśmy zbiory.

Nie ma tu już, niestety, miejsca na sprawozdanie z drogi powrotnej przez Norwegię (ryc. 1.) — byłoby ono zre-



sztą w wielu miejscach powtórzeniem opisów zawartych w pierwszej części artykułu.

Po przebyciu 7100 km zakończyliśmy w Krakowie pod Instytutem Zoologii macierzystego Uniwersytetu Jagiellońskiego naszą 45-dniową wyprawę.

Wpłynęło 22.VIII.1988

Wojciech Paul jest studentem III roku Biologii UJ.

ANTONI ŻYŁKA (Oświęcim)

## ŻÓŁWIE OZDOBNE

Żółwie ozdobne stanowią wąską grupę gatunków należących do rodziny żółwi błotnych (*Emydidae*). Termin „żółwie ozdobne” wprowadzono na określenie żółwi wodnych najczęściej i najchętniej trzymany w hodowlach amatorskich. Definiuje się je jako typowe żółwie błotne zamieszkujące przeważnie Amerykę Północną z kilkoma wyjątkami zamieszkującymi również Amerykę Środkową i Południową. Odnaczają się one płaskim, owalnym i sztywnym pancerzem i dobrze rozwiniętymi płetwiastymi nogami. Przynajmniej u młodych osobników na miękkich częściach ciała (głowa, szyja, kończyny) widoczna jest „ozdoba” w postaci rysunku złożonego z barwnych linii. Spośród licznych żółwi błotnych do tej grupy zaliczane są gatunki należące do rodzaju *Chrysemys*: *Chrysemys picta* (Schneider, 1783), *Ch. scripta* (Schoepff, 1793), *Ch. terrapen* (Lacépède, 1788), *Ch. concinna* (Le Conte, 1830), *Ch. floridana* (Le Conte, 1830) i *Ch. rubriventris* (Le Conte, 1830). Każdy z nich obejmuje jeszcze po kilka podgatunków.

Rodzaj *Chrysemys* został podzielony na trzy podrodzaje. I tak do podrodzaju *Chrysemys* należy tylko pierwszy z tych gatunków, zamieszkujący północną i północno-wschodnią część Ameryki Północnej od Kanady do południa USA. Do podrodzaju *Trachemys* zalicza się następnie dwa gatunki. Zasięg tego podrodzaju rozciąga się od północnej części Ameryki Północnej do Ameryki Południowej (wschodnia połowa kontynentu). Zamieszkuje również Antyle. Podrodzaj *Pseudemys*, obejmujący trzy ostatnie gatunki, zamieszkuje wschodnią część Ameryki Północnej. Obecnie pozycja systematyczna niektórych podgatunków nie jest jeszcze w pełni ustalona i niektórzy autorzy traktują je jako oddzielne gatunki, wyodrębniając jednocześnie kolejne podgatunki. O tym, że granice między poszczególnymi podgatunkami, a nawet gatunkami są jeszcze dość płynne, świadczą krzyżówki międzygatunkowe, do których najczęściej dochodzi w podrodzaju *Trachemys* (np. między różnymi podgatunkami *Ch. concinna* i *Ch. floridana*).

Rodzina *Emydidae* jest stosunkowo młoda, ale już w eocenie i oligocenie istniały dwa centra rozwojowe tych żółwi — jedno w dzisiejszej Eurazji, a drugie w obecnej Ameryce Północnej. Obecnie podrodzina *Emydinae* (do której należy rodzaj *Chrysemys*) jest charakterystyczna dla południa Ameryki Północnej i północnej części Ameryki Środkowej. Z kolei z osadów eocenu i oligocenu zachodniej Europy, a także Republiki Kazachskiej są opisywane fragmenty pancerza jako gatunki *Chrysemys*. Gdyby przy dalszych znaleziskach okazało się, że te szczątki faktycznie należą do przedstawicieli tego rodzaju, byłyby to dowód, że w Starym Świecie żyli przedstawiciele

jeszcze jednego rodzaju z podrodziny *Emydinae* (obok żółwia błotnego *Emys orbicularis* Linné 1758). Dlaczego natomiast te żółwie wymarły w Eurazji (podczas gdy w Ameryce są grupą ekspansywną), niewiele możemy powiedzieć. Po fakcie, że odgraniczenie wielu form żółwi ozdobnych jako oddzielne gatunki czy tylko podgatunki jest trudne, można sądzić, że ta grupa żółwi ciągle jeszcze się rozwija. Z reguły żółwie traktuje się jako grupę archaiczną o ograniczonym już rozwoju ewolucyjnym. Tymczasem żółwie ozdobne są przykładem, że w tej grupie gadów w dalszym ciągu mamy do czynienia z procesami gatunkotwórczymi i stąd ostatnie słowo w ich systematyce nie zostało jeszcze powiedziane. Wiadomo, że dla powstawania odrębnych podgatunków, a w dalszej konsekwencji gatunków, mają olbrzymi wpływ procesy izolacji geograficznej, do której w Ameryce Północnej przyczyniła się epoka lodowa (np. sądzi się, że posuwający się lodowiec rozdzielił stykające się populacje *Ch. picta*). Następnie dochodzi do zerwania kontaktów genetycznych między wędrującymi grupami i wytworzenie mechanizmów izolacji płciowej, co przeszkadza mieszanii się gatunków. Czas jest czynnikiem, który z kolei stabilizuje te mechanizmy i tendencje. Żółwie ozdobne zamieszkujące różne wyspy Antyli są przykładem działania izolacji wyspowej i ta izolacja wpływa na szybsze wykształcenie różnic morfologicznych, czego przykładem są podgatunki *Ch. terrapen* (*Ch. t. granti*, *Ch. t. felis* i *Ch. t. malonei*). Również na silnie rozczłonkowanych wyspach, np. przez rozdzielające ruchy górskie, izolowane są dalekie populacje, które mogą się utrwalić do podgatunków geograficznych, czego przykładem na Kubie są podgatunki *Ch. t. decussata*, *Ch. t. angusta* i *Ch. t. plana*, a na Haiti *Ch. t. decorata* i *Ch. t. vicima* ryc. 1).

Pancerz ich ma kształt typowy dla żółwi błotnych. Jest stosunkowo płaski i symetrycznie uformowany. Karapaks jest owalny, stosunkowo szeroki, natomiast płastron jest wąski i wydłużony. Obie części pancerza są połączone ze sobą szerokim silnym mostem kostnym. U młodych zwierząt z reguły widać wyraźny wierzchołek pancerza albo lekko garbaty centralny kil na karapaksie, natomiast u dorosłych pancerz grzbietowy jest najczęściej gładki, pozbawiony kilu.

Bardzo charakterystyczne jest ich ubarwienie i rysunek, z czego wzięła się nazwa zwyczajowa — żółwie ozdobne. Szczególne znaczenie dla oznaczania poszczególnych gatunków i podgatunków ma rysunek i ubarwienie głowy. Podstawowym schematem ubarwienia jest wzór jasnych i ciemnych wzdłużnych pasków. Boczne paski przebiegają od oczu aż do części szyi. Równolegle



do nich biegną od górnej strony głowy, jak również przez gardło pojedyncze paski, względnie odchodzące od nich odgałęzienia albo szeregi plam, które mogą tworzyć nawet rysunek siatkowy. Spośród tych pasków najważniejszy jest z taksonomicznego punktu widzenia pasek zaoczny (jest on charakterystyczny dla gatunków względnie podgatunków). Czasem może on być nieco rozszerzony albo oddzielony do jednej lub kilku plam zaocznych. Od oczu przebiega ukośnie na dół pasek oczny, który również rozszerza się i może się podzielić na boczne odnogi. Mniej więcej w środku każdej dolnej szczęki zaczynają się nieznacznie rozszerzone paski dolnoszczękowe. Na gardle przebiega centralnie wychodzący od szpica brody pasek gardłowy, który również może być rozszerzony lub podzielony na plamy. Barwa pojedynczych pasków jest biała, intensywnie żółta, pomarańczowa, a nawet czerwona. Spotykane są wśród nich także osobniki albinotyczne i melanistyczne.

Różne gatunki tych żółwi zamieszkują różne typy zbiorników wodnych, jednakże preferowane są wody stojące lub wolno płynące. Wielkość zbiorników jakie zamieszkują jest różna. I tak *Ch. picta* częściej jest spotykany w małych zbiornikach, jak kałuże, jamy bagienne albo spokojne rowy, inne natomiast gatunki preferują większe stawy, jeziora, spokojne rzeki (zwłaszcza starorzecza). *Ch. concinna* i *Ch. floridana* częściej od innych zamieszkują powolne i głębokie rzeki i jeziora. Niektóre z nich (np. *Ch. concinna* czy *Ch. rubriventris*) można spotkać w wodach słonawych (deltę rzeczne, słonawe bagna na wybrzeżach czy laguny).

Duży wpływ na ich rozwój mają lokalne warunki środowiskowe. Obserwowano np. w pewnej populacji, że ograniczenie wód przez system chłodzący reaktora atomowego sprzyjało wzrostowi roślin wodnych oraz zwierząt będących pokarmem żółwi i niezwykle przyspieszało wzrost żółwi. Istotnym czynnikiem wpływającym na ich rozwój jest wielkość lub głębokość wód, które zamieszkują. Duże znaczenie dla wszystkich tych żółwi ma roślinność wodna, która pokrywa powierzchnię i stanowi pewne miejsce kryjówek. W południowej części ich arealu rolę tę spełniają szczególnie rośliny z rodzaju *Eichhornia* i *Pistia* mające liście pływające i tworzące kobierzec na powierzchni wody. Gatunki żywiące się w większej mierze pokarmem roślinnym (*Ch. concinna* i *Ch. floridana*) są częściej spotykane w habitatach obfitujących w rośliny. Obecność miejsc do kąpiele słonecznych i bliskość brzegów, gdzie mogą być składane jaja, jest czynnikiem wpływającym na wybór ich miejsca bytowania.

Różna jest liczebność populacji tych żółwi. Na przykład w południowo-zachodniej części stanu Michigan w jednym obszarze bagiennym znaleziono populację *Ch. picta* liczącą około 1000 zwierząt. Proporcja płci w tej populacji wynosiła w przybliżeniu 1:1, zarówno wśród osobników dorosłych, jak i młodocianych, przy czym mniej więcej połowę wszystkich żółwi stanowiły osobniki jeszcze nie dojrzałe. W tym obszarze samice razem składały około 6000 jaj w roku, z czego tylko 20% przeżyło wylęg. Przyczyn tak dużej śmiertelności doszukiwano się w niezaplodnieniu jaj, niekorzystnych warunkach w czasie inkubacji i niszczeniu jaj przez rabusi gniazd. Dla tego samego gatunku dokonano pomiarów liczebności na jednostkę powierzchni i otrzymano różne wyniki. Otóż w jednym stawie w stanie Nowy Jork stwierdzono 2—3 osobniki na 1000 m<sup>2</sup>, natomiast w innym stawie w stanie Michigan było 58 żółwi na 1000 m<sup>2</sup>. Samce osiągają dojrzałość płciową przy długości pancerza 80—100 mm, natomiast samice przy długości 110—



Ryc. 1. Rozmieszczenie podgatunków *Chrysemys terrapen*: 1 — *angusta*, 2 — *terrapen*, 3 — *vicina*, 4 — *felis*, 5 — *plana*, 6 — *decorata*, 7 — *decussata*, 8 — *malonei*, 9 — *granti*, 10 — *stejnegeri* (według Obsta 1985),

120 mm, co odpowiada wiekowi 7—10 lat.

Żółwie te kontrolują obszerne terytorium, np. w Panamie obserwowano 9 oznaczonych dorosłych żółwi, które wędrowały w rzece na odległość 140—150 m między dwiema obserwacjami. To, jak wyliczono, odpowiada powierzchni 1,6—13 ha, która jako rewir może być kontrolowana. Przeciętnie wielkość rewiru dla jednego dorosłego *Ch. scripta* obliczono na 3,6 ha, natomiast niedawno wylęgłe osobniki miały rewir około 0,4 ha. Obserwacje wykazały, że z przybywającym wiekiem ich zmysł orientacji doskonalili się i rewir może zostać znacznie rozszerzony.

Różna jest zgodliwość osobników poszczególnych gatunków, zarówno w obrębie tego samego, jak i w stosunku do innych gatunków. Przyjmuje się, że osobniki z podrodzaju *Pseudemys* są bardziej zgodliwe i towarzyskie, natomiast przedstawiciele podrodzaju *Trachemys* są bardziej agresywni, zarówno w stosunku do żółwi własnego, jak i obcych gatunków. Szczególnie jest to widoczne w populacjach *Ch. terrapen* żyjących na małych wyspach, gdzie występują braki pożywienia.

Oprócz żółwi ozdobnych w wodach tego rejonu żyją jeszcze przedstawiciele innych rodzin (*Chelydridae*, *Kinosternidae*, *Dermatemydidae* — tylko w Meksyku oraz *Trionychidae*). Jednak wymagania środowiskowe i sposób zachowania żółwi ozdobnych różnią się od pozostałych żółwi wodnych, np. zamieszkują typy wód, które nie odpowiadają żółwiom ozdobnym bądź też występują w innych habitatach tego samego zbiornika (np. głębsze, ciemniejsze części zbiornika, podwodne jamy czy warstwy mułu). Również ich rytm aktywności jest inny. W porównaniu z żółwiami ozdobnymi są one w dużo większym stopniu zwierzętami aktywnymi o zmierzchu i w nocy. Wobec tego są one dla żółwi ozdobnych mniejszymi konkurentami zarówno pod względem niszy siedliskowej, jak i rytmu aktywności. Jedynie żółwie z rodziny *Chelydridae*, będące największymi drapieżnikami wśród żółwi słodkowodnych, polują również na żółwie ozdobne, ale straty przez nie powodowane w populacjach są nieznaczne i nie zagrażają im.

W wielu okolicach żółwie ozdobne mają wspólne miejsca wygrzewania się i składania jaj z innymi żółwiami wodnymi.

Temperatura wywiera znaczny wpływ na aktywność tych żółwi. Po spoczynku zimowym już temperatura 8—11°C powoduje aktywność *Ch. picta*. W czasie kąpiele słonecznych szczególne znaczenie dla pochłaniania ciepła ma wielkość żółwia, jego waga i kształt ciała. Często ustawiają się one ukośnie do promieni słonecznych z daleko wyciągniętymi nogami i głową. Wygrzewanie się na słońcu ma również znaczenie higieniczne — temperatura i promienie ultrafioletowe działają niszcząco na mikroorganizmy żyjące na pancerzu (np. bakterie i grzyby).



Aktywność płciowa tych żółwi zaczyna się na wiosnę zaraz po zakończeniu spoczynku zimowego, przy czym samce są prawdopodobnie nieco wcześniej aktywne niż samice. Jeśli idzie o zachowanie przy łączeniu się w pary, wyróżnia się dwa typy zachowania — jeden dla przedstawicieli podrodzajów *Trachemys* i *Chrysemys*, a drugi dla podrodzaju *Pseudemys*. Różnice te działają jako mechanizmy izolacyjne między gatunkami zaliczanymi do tych podrodzajów. Dół do składania jaj jest wygrzebany do głębokości 10–20 cm. Liczba jaj składanych jednorazowo jest różna, np. dla *Ch. picta* wynosi 2–10 sztuk, a u *Ch. rubriventris* dochodzi nawet do 35 sztuk. Na czas inkubacji ma wpływ nie tylko położenie geograficzne złoża, ale również jego właściwości mikroklimatyczne, np. dla jaj *Ch. scripta* w Panamie czas inkubacji wynosił 73–84 dni, a w stanie Mississippi 45–130 dni. W warunkach hodowlanych zależy on przede wszystkim od temperatury (dla jaj tego samego gatunku inkubowanych w temperaturze 22–25°C wynosił 112 dni, a przy temperaturze 25–30°C tylko 69 dni). Zdarza się, że osobniki młodociane zimują w gnieździe — pod dużą pokrywą śniegu wytrzymują temperaturę zewnętrzną – 2°C.

Jako pokarm służą tym żółwiom stawonogi, robaki i larwy płazów. Niektóre gatunki zjadają również dużo pokarmu roślinnego, a nie gardzą też padliną (zwłaszcza ryb).

W ich przewodzie pokarmowym pasożytuje kilkanaście gatunków nicieni i przywr, przy czym w cieplejszych miesiącach stopień zakażenia jest wyraźnie wyższy niż w porze chłodnej. Co więcej, starsze egzemplarze są częściej wolne od pasożytów niż młode zwierzęta. Niektórzy autorzy sądzą, że u starszych osobników mogło wytworzyć się uodpornienie przeciwko pasożytom. Do wrogów przedstawicieli rodzaju *Chrysemys* należą aligatory, duże osobniki żółwi sępich i aligatorowych oraz ptaki drapieżne. Osobniki świeżo wylęgle i młodociane są atakowane przez opsy, szopy, kunowate, liczne ptaki wodne i błotne, duże węże, żaby-woły i różne ryby drapieżne. Z kolei w czasie wędrówek lądowych dorosłe żółwie padają ofiarą dużych ssaków drapieżnych. Zagrożeniem dla nich są też ludzie — w niektórych okolicach USA spożywany jest *Ch. rubriventris*. Również działania gospodarcze (chemizacja środowiska, budowa kanałów, melioracje itp.) przyczyniają się do ich zagrożenia (ale nie w sensie Konwencji Waszyngtońskiej). Jedynie byt niektórych podgatunków na małych wyspach jest zagrożony — np. *Ch. terrapen malonei* z wyspy

Inagua jest umieszczony w Czerwonej Księdze (jego stan jest obecnie liczony na około 500 egzemplarzy).

Żółwie te są jednymi z najczęściej hodowanych form wodnych z tego rzędu gadów, przy czym trzymając je w niewoli należy uważać, aby nie zarazić się bakteriami z rodzaju *Salmonella* czy *Arizona*, które u dużej ilości osobników występują w przewodzie pokarmowym. W ciepłym okresie letnim mogą być hodowane również w zbiornikach na wolnym powietrzu. Jako pokarm podaje się im owady wodne i ich larwy, skorupiaki, mączniki, kijanki żab, a także mięso (najlepiej serca, wątrobę, płuca); konieczny jest też dodatek wapnia i witamin. Żółwie ozdobne dosyć długo żyją w niewoli: *Ch. picta* osiąga wiek 11–20 lat (na wolności ponad 40 lat), *Ch. scripta* — 25–30 lat (na wolności 50–75 lat), *Ch. concinna* — 12,5 lat. Żółwie te odgrywają pewną rolę w mitologii i religii Indian północno-amerykańskich.

Tekst został opracowany na podstawie popularnej monografii żółwi ozdobnych\*. Książka ta obok wielu interesujących danych z biologii czy ekologii tych żółwi, opartych na wynikach najnowszych badań, zawiera obszerną część poświęconą hodowli z cennymi wskazówkami dla terrarystów. Całość książki uzupełniają bardzo dobre ilustracje. Są to zarówno schematyczne rysunki pewnych szczegółów budowy czy też dotyczących różnych zachowań, jak i fotografie biotopów, wyglądu żółwi czy ilustrujące różne sytuacje z ich życia. Barwne fotografie pancerza grzbietowego i brzuszego ułatwiają oznaczenie poszczególnych podgatunków (zwłaszcza osobników młodocianych), tym bardziej, że w książce są zamieszczone klucze do oznaczania podgatunków. Szkoda tylko, że brakuje kluczy do oznaczania poszczególnych gatunków. Na mapach ukazano rozmieszczenie wszystkich form. Podano też pochodzenie łacińskich nazw żółwi i zamieszczono bogatą bibliografię, co pozwala czytelnikowi dotrzeć do oryginalnych źródeł informacji.

Książka, będąca małą monografią wąskiej grupy żółwi, jest kopalnią informacji o tych popularnych zwierzętach dla szerokiego kręgu czytelników. Można tylko zazdrościć, że publikacje takie nie ukazują się u nas.

Wpłynęło 18.V.1988

mgr Antoni Żyłka jest nauczycielem biologii.

WIESŁAW STAWIŃSKI (Kraków)

## OD STRATEGII DO DZIAŁANIA: 17. ZGROMADZENIE GENERALNE IUCN

Pod hasłem „From Strategy to Action” odbywało się w dniach od 1 do 10 lutego 1988 roku 17. Generalne Zgromadzenie Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody i Jej Zasobów (IUCN) w stolicy Kostaryki, San Jose, w dalekiej Ameryce Środkowej.

IUCN należy obecnie do największych międzynarodowych organizacji działających na rzecz ochrony przyrody i ochrony środowiska. Według danych opublikowanych w sprawozdaniu z działalności IUCN organizacja ta zrzesza łącznie około 630 instytucji i organizacji z ca-

łego świata. W komisjach IUCN działa także wiele indywidualnych osób interesujących się różnymi zagadnieniami ochrony. Dominują liczebnie członkowie reprezentujący kraje zachodnio-europejskie i północno-amerykańskie. Na tym tle bardzo skromnie przedstawia się udział krajów wschodnioeuropejskich w pracach IUCN. Łącz-

\* Fritz Jürgen Obst: *Schmuckschildkröten* (Die Neue Brehm Bücherei nr. 549), Wittenberg-Lutherstadt 1985, A. Ziemsen Verlag, II wydanie.



nie reprezentuje je 21 instytucji i organizacji (w tym tylko 3 z Polski). W 17 Generalnym Zgromadzeniu IUCN uczestniczyło ponad 900 osób, głównie z krajów amerykańskich, azjatyckich i zachodnio-europejskich. W nielicznej grupie uczestników reprezentujących kraje wschodnio-europejskie były 4 osoby z Polski. Ze względu na liczebność uczestników uważano powszechnie tę konferencję za największą imprezę w przeszło 40-letniej działalności IUCN.

Władze Kostaryki z jej prezydentem p.H.E. Oscarem Ariasem Sanchesem na czele oraz władze IUCN zapewniły Konferencji bardzo dobre warunki, jednak nadmierne luksusowe i kosztowne. W toku formalnych posiedzeń Generalnego Zgromadzenia IUCN, konferencji technicznych i obrad Komisji IUCN przeanalizowano i oceniono działalność IUCN w ostatnim trzyleciu, tj. w latach 1985—1987, uchwalono kilkadziesiąt rezolucji i rekomendacji oraz wytyczono główne zadania i kierunki pracy IUCN na lata 1988—1990.

Za podstawowe programowe dokumenty IUCN, wokół których koncentrowała się dyskusja i które przyjmowano za podstawę przyszłych działań, należałoby uznać teksty „Perspektywy środowiskowe do roku 2000 i na dalsze lata” (Environmental perspective to the year 2000 and beyond) oraz „Od strategii do działania” (From Strategy to Action. How to implement the report of the World Commission on Environment and Development).

W pierwszym z nich scharakteryzowane zostały główne przejawy niekorzystnych zmian zachodzących współcześnie w środowisku i ich źródła oraz pewne pozytywne tendencje uzewnętrzniające się w dążeniu ludzkości do pokoju i międzynarodowej współpracy na rzecz ochrony środowiska, wynikających z pogłębiającej się świadomości zagrożeń podstaw bytu ludzkiego i innych organizmów. Zwraca się m.in. uwagę na nasilanie się presji wzrastających liczebnie populacji ludzkich na środowisko, znaczące przekraczające pojemność tego środowiska. W efekcie dochodzi do gwałtownej deforestacji i degradacji gleby, masowej migracji ludności ze wsi do miast i monstrualnego powiększania się aglomeracji miejskich, co szczególnie w krajach trzeciego świata wiąże się z bytowaniem w niewłaściwych warunkach — koczowaniem na ulicach tych miast, brakiem zdrowej wody pitnej i środków żywnościowych, stałym pogarszaniem jakości „zasobów ludzkich” oraz niebezpieczeństwem licznych epidemii. Nie bez winy są kraje wysoko uprzemysłowione, które „eksportują” najbardziej uciążliwe dla środowiska obiekty przemysłowe do krajów rozwijających się, nie przygotowanych zarówno pod względem finansowym, jak i technicznym do zapobiegania ujemnemu oddziaływanu tej produkcji na środowisko.

W obu tych dokumentach podkreśla się konieczność intensyfikacji działań edukacyjnych, skierowanych na podwyższanie ogólnego intelektualnego rozwoju ludzi, zwłaszcza w krajach rozwijających się, poziomu ich higieny i warunków sanitarnych oraz świadomości środowiskowej.

Poprzez systematyczne środowiskowe kształcenie dostosowane do poziomu intelektualnego społeczeństw lokalnych (często charakteryzujących się przewagą analfabetów) oraz intensywne ćwiczenie można będzie nasilić czynny ich udział w realizacji programów ochrony i rozwoju, a także przygotować całą ludzkość do zasadniczych zmian zachodzących w świecie.

W trudnej obecnie sytuacji należy przeciwdziałać nastrojom katastroficznym poprzez ukazywanie możliwości i dróg prowadzących do przezwycięzania zagrożeń. Za-

gadnienia ochrony i rozwoju muszą być obecnie globalnie rozpatrywane i rozwiązywane przy przezwycięzaniu różnorodnych barier i podziałów (politycznych, ekonomicznych i społecznych) w klimacie wzajemnego zaufania. Stały rozwój społeczeństw ma zapewnić zaspokajanie potrzeb dzisiaj żyjących i przyszłych pokoleń. Konieczne jest jednak dla utrzymania równowagi ekologicznej akceptowanie wielu ograniczeń i godzenie sprzecznych interesów państw i społeczeństw, przemysłu i rolnictwa itd.

Postuluje się działania na rzecz zachowania i zwiększenia bezpiecznych źródeł energii oraz zapobiegania dalszej deforestacji. Podkreśla się konieczność przykładania większej wagi do tradycyjnych praw i obyczajów, wiedzy i umiejętności, które stosowane przez wiele wieków przez lokalne społeczności pozwalały na zachowanie równowagi między rozwojem i przyrodą. Proponuje się więc opracowywanie takich projektów działań na rzecz ochrony i rozwoju, w których umiejętnie wiązać się będzie osiągnięcia współczesnych nauk technicznych i przyrodniczych z tradycyjną wiedzą i doświadczeniem tubylczej ludności.

By zachować przed zniszczeniem biologiczną różnorodność organizmów konieczne jest ograniczenie dalszej presji hodowli zwierząt i upraw rolnych na środowisko, wyrażającej się w zajmowaniu przez nie nowych obszarów, m.in. przez podwyższanie wydajności gospodarki rolnej. Konieczne jest określenie wielkości obszarów, jakie winny być objęte ochroną oraz ich powiązań z planami rozwoju. Nieodzowne jest podwyższenie powierzchni chronionych z 4% do 10% całej powierzchni lądów. Równocześnie projektuje się kontynuowanie badań mających na celu inwentaryzację rodzimej flory i fauny (lądów, wybrzeży i mórz) oraz badań nad efektami eksploatacji zasobów morskich.

Planuje się nasilenie działań IUCN zmierzających do ochrony wielkich ekosystemów, a szczególnie ekosystemów przybrzeżnych i wysp oraz terenów górskich, a także do ich rekultywacji („rehabilitation”). Nasilone mają być prace o charakterze globalnym, dotyczące np. ochrony mórz i oceanów, ochrony atmosfery czy ochrony Antarktydy. Zagadnienia ochrony mają być rozwiązywane z uwzględnieniem ich ekonomicznych aspektów. Sugeruje się również nowe ekonomiczne podejście w ocenie wartości przyrody i jej zasobów oraz wspomaganie form gospodarowania zgodnych z zasadą trwałego rozwoju.

Eksploatacja zasobów odnawialnych ma być ustalona na poziomie umożliwiającym stałą ich regenerację. Koszty drewna, produktów rolnych i energii muszą odzwierciedlać rzeczywistą ich wartość. Subsydia winny być kierowane na zachowanie i regenerację zasobów przyrody warunkujących produkcję rolną. Natomiast wszelkiego rodzaju skażenia środowiska winny być uwzględniane jako koszty krajowej produkcji, a zakłady przemysłowe zainteresowane ekonomicznie inwestowaniem w urządzenia zapobiegające skażeniu lub silnie je ograniczające.

IUCN proponuje także dokonanie zasadniczych zmian w zakresie międzynarodowego handlu, tak by był on skoordynowany z ochroną zasobów, a subwencje wspomagały programy rozwoju. Tym celom mają także służyć badania naukowe, wymiana informacji i propaganda zasad ochrony przyrody powiązanych z trwałym rozwojem, a w sposób szczególnie edukacja środowiskowa — kształcenie i szkolenie. Stąd też dużo czasu i miejsca poświęcono w San Jose zagadnieniom etyki ochrony. Dyskutowane były projekty pt. „Kształtować światową etykę ochrony” i „Program kształcenia i ćwiczenia”



(Education and Training Programme 1933–1990).

Zmieniono nazwę Komisji Edukacji IUCN dostosowując ją do nowych zadań. Nazywa się ona obecnie „Commission on Education and Training”. Jej działalność ma wspomagać realizację planów działania IUCN przez przygotowywanie ludzi do udziału w konkretnych pracach na rzecz ochrony i rozwoju. IUCN apeluje o ożywienie i pogłębienie prac regionalnych i krajowych Komitetów Komisji Edukacji.

Nie sposób przy tej okazji nie wyrazić zdziwienia i żalu z powodu braku zainteresowania odpowiednich Ministerstw sprawą powołania Polskiego Komitetu Komisji Edukacji IUCN. Podjęte przed prawie 10 laty przez zespół osób inicjatywy nie zostały dotychczas formalnie zaakceptowane.

W najbliższych trzech latach IUCN będzie intensywnie pracować nad kolejną II wersją Światowej Strategii Ochrony (World Conservation Strategy II). Ma ona się ukazać w 1990 roku, to jest w 10 lat po opublikowaniu pierwszej. W Kostaryce przedstawiono zarówno koncepcję całości WCS II, jak i projekty treści poszczególnych rozdziałów.

Przedstawiciele wielu państw informowali nie tylko o opracowaniu, lecz również i realizacji ich własnych krajowych strategii. Niestety, polska strategia nie została dotychczas opublikowana.

Za priorytetowy odcinek działalności IUCN uznano ożywienie współpracy z krajami wschodnio-europejskimi. Władze IUCN powołały zespół tzw. „East European Task Force” i opracowały ogólny projekt programu jego

działania. W pierwszych dniach maja 1988 roku koordynatorzy powołani w poszczególnych wschodnioeuropejskich państwach mieli odbyć w siedzibie IUCN w Szwajcarii w Gland naradę poświęconą przedyskutowaniu szczegółów dotyczących tej działalności.

IUCN przewiduje pozyskanie nowych członków spośród instytucji i organizacji, zajmujących się ochroną przyrody i ochroną środowiska w tych państwach, dzięki możliwości wpłacania składek członkowskich w niewymienialnych walutach, w tym i w złotych polskich. W tej nowej sytuacji autor przedstawia propozycję przystąpienia Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika do IUCN.

Organizatorzy Konferencji zapewнили uczestnikom możliwość zaznajomienia się z piękną przyrodą Kostaryki organizując szereg wypraw do tamtejszych rezerwatów i parków narodowych, oczywiście za pełną odpłatnością.

Autor artykułu, uczestniczący na własny koszt w tej Konferencji jako członek Komisji Edukacji IUCN, mógł wziąć udział jedynie w dwu wyprawach, a mianowicie do rezerwatu lasu tropikalnego Carara (Carara Biological Reserve) i rezerwatu górskiego lasu deszczowego Rio Macho stanowiącego część rezerwatu biosfery (Talamanca Man and the Biosphere Reserve).

Wpłynęło 25.V.1988

Doc. dr hab. Wiesław Stawiński jest kierownikiem Zakładu Dydaktyki Biologii Instytutu Biologii WSP w Krakowie.

## NOWOCZESNE METODYKI FIZYKOCHEMICZNE

### Zastosowanie dyfraktometrii rentgenowskiej we współczesnej analizie strukturalnej

#### 1. Wstęp. Przykłady zastosowań badań strukturalnych w inżynierii materiałowej

W raporcie „Status i przyszły potencjał krystalografii” opracowanym pod redakcją prof. Jerome Karle w roku 1976 dokonano oceny perspektyw udziału krystalografii w rozwoju takich dziedzin, jak biologia molekularna, chemia ciała stałego, fizyka dyfrakcji, geologia, geochemia i mineralogia oraz współczesna nauka o materiałach. Jedno ze stwierdzeń cytowanego raportu mówi: „W głębokim sensie — techniki badawcze i wyniki krystalografii łączą się z odpowiednimi technikami badawczymi i rezultatami różnych innych dyscyplin naukowych stymulując znacząco, a niekiedy dramatyczny rozwój tych dziedzin”.

W ostatnich latach rozwój badań struktury makromolekuł, powstanie strukturalnej biologii molekularnej, oznaczanie struktury wirusów czy też szczegółowe badanie rozkładów gęstości elektronowych ukazujące rozmieszczenie elektronów walencyjnych w atomach, potwierdzają słuszność cytowanych przewidywań.

Bliska współczesnej technologii inżynieria materiałowa coraz szerzej stosuje strukturalne metody badań już nie tylko do identyfikacji związków, lecz i do projektowania

materiałów o zadanych własnościach.

Można tu mnożyć wiele przykładów; i tak rozpoczęte w 1960 roku badania ciekłych krystalizacji znajdują zastosowanie w projektowaniu najnowszych materiałów kompozytowych dla przemysłu lotniczego. Jednym z nich są włókna p-aramidowe o technicznej nazwie Kevlar. Włókna te laminowane z aluminium tworzą aral materiał o wysokich parametrach wytrzymałościowych i niskiej gęstości. Badania stosowane nad stopami glinowo-litowymi, finansowane przez przemysł lotniczy, doprowadziły po raz pierwszy do krystalizacji monoquasikryształu o pokroju triacontahedralnym (wielościan z 32 ścianami rombowymi, 32 wierzchołkami i 60 krawędziami z symetrią pentagonalną). Wielościan, który odpowiada kształtowi otrzymanego „monoquasikryształu” posiada elementy symetrii — osie obrotu o krotności 5, których istnienie wyklucza krystalografia geometryczna. W odróżnieniu od poprzedniego przykładu jest to sytuacja, w której implikacje istotne dla współczesnej teorii krystalografii biorą początek z czysto użytkowych badań materiałoznawczych.

Innym przykładem osiągnięć inżynierii materiałowej, opartych na badaniach strukturalnych, może być modyfikowanie krystalizacji ceramiki szklanej  $\text{Si}_2\text{O}-\text{Li}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$  dodatkiem  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Powstała ceramika o niskim współczynniku rozszerzalności  $145 \times 10^{-7}$  deg  $10^{-1}$  jest znakomitym spoiwem dla stali nierdzewnej o identycznej krzywej rozszerzalności cieplnej. Badania strukturalne pozwoliły wyjaśnić także niezwykle niską rozszerzalność



cieplną kordierytu ( $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$ ) znoszącego ogromne obciążenia termiczne. Krystalografia ma także swój udział w syntezie nowego materiału o akronimie HPNS (hot pressed silicon nitride) służącego do łożyskowania turbin gazowych o potencjalnym zastosowaniu w konstrukcji adiabatycznego silnika spalinowego.

Znane w krystalografii i metalografii przejście fazowe  $ZrO_2$  wykorzystano do poprawy własności porcelany dentystycznej poprzez zmianę mechanizmu krystalizacji (utwardzenie transformacyjne).

Szczególony udział w burzliwym interdyscyplinarnym rozwoju krystalografii ma analiza strukturalna. Obiektem jej zainteresowań jest oznaczanie struktury związku, a więc wzajemnego rozmieszczenia atomów, molekuł, identyfikacja i wyznaczanie długości wiązań oraz analiza drgań termicznych. Postęp w badaniach strukturalnych związany jest z możliwością uzyskania obrazu dyfrakcyjnego w kontrolowanym otoczeniu poprzez udoskonalenie wysokociśnieniowych komór diamentowych oraz pomiary w wysokich i niskich temperaturach. Wykorzystano nowe źródła promieniowania rentgenowskiego o intensywności 100 do 10 000 raza większej od uzyskiwanych dotąd w mikroogniskowej lampie rentgenowskiej. Dzięki temu śledzić można przemiany strukturalne zamrożone w krótkim czasie i małych obszarach. Umożliwia to badania materiału poprzez mikrodyfrakcję na wybranych ziarnach krystalicznych.

Naturalną ciekawość każdego, kto nawet tylko wyrywkowo śledzi osiągnięcia analizy strukturalnej, budzi odpowiedź na pytanie: w jaki sposób zbierane są obserwacje, których przetworzenie wnosi tak wiele do rozwoju współczesnej nauki.

## 2. Obraz dyfrakcyjny — zakodowana informacja o budowie kryształu

W rentgenograficznej analizie strukturalnej nośnikiem informacji o strukturze kryształu jest odpowiednio zarejestrowany obraz dyfrakcyjny — powstający w wyniku oddziaływania próbki krystalicznej z promieniowaniem rentgenowskim. Kryształ, ze swym trójwymiarowym uporządkowaniem, spełnia dla promieniowania rentgenowskiego rolę trójwymiarowej siatki dyfrakcyjnej. Gdyby udało nam się centrycznie otoczyć kryształ kliszą fotograficzną o kształcie powłoki kulistej, wówczas moglibyśmy równocześnie zarejestrować ślady promieniowania ugiętego na kryształ — miałyby one postać zaczerpniętych plamek na kliszy. W żargonie naukowym plamki te nazywamy refleksami. W praktyce dysponujemy jednakże tylko dwuwymiarową kliszą, stąd rejestracja refleksów wiąże się z ich dwuwymiarowym odwzorowaniem. Zamiast kliszy możemy użyć do rejestracji promieniowania licznika promieniowania rentgenowskiego. Jeżeli jest on punktowym detektorem, musimy kolejno naprowadzić go na kierunki ugiętych wiązek. Zarówno historia odkrycia zjawiska dyfrakcji na kryształach, jak i niezwykle interesujący rozwój rejestrowania tego zjawiska doczekał się odrębnych monografii. Już w pierwszych pracach eksperymentalnych klisza fotograficzna konkurowała z licznikiem promieniowania rentgenowskiego w rejestracji refleksów rentgenowskich. W wyrafinowanej formie — klisza fotograficzna wraz z automatycznym densytometrem sterowanym komputerem i automatyczny dyfraktometr rentgenowski są stosowane do dzisiaj. W ostatnich latach powstały konstrukcje łączące zalety obu metod; „równoczesności” rejestracji obrazu na kliszy i wysokiej precyzji, charakterystycznej dla pomiaru licznikiem kierunkowym. Są to detektory liniowe i polowe, umożliwiające równocze-

sną rejestrację wzdłuż pewnej linii lub z określonej powierzchni. Trwają prace nad konstrukcją odwracalnego urządzenia pamiętającego obraz dyfrakcyjny z wykorzystaniem jako sensora substancji krystalicznej — zastępującego błonę fotograficzną o niespotykanej czułości i rozdzielczości.

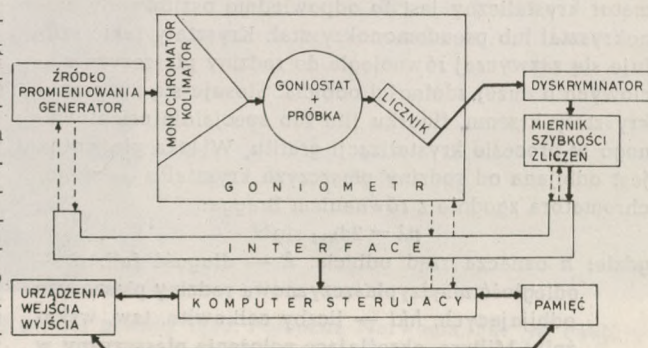
Standardowym urządzeniem badania struktur pozostaje jednak dalej stale ulepszany dyfraktometr automatyczny. Począwszy od słynnego eksperymentu Bragga w 1913 roku poprzez konstrukcję Furnesa w drugiej połowie lat 60. powstał współczesny czterokołowy dyfraktometr rentgenowski.

## 3. Budowa dyfraktometru monokrystalicznego

Zajmiemy się teraz zwięzłym opisem działania takiego przyrządu. Dyfraktometr rentgenowski jest urządzeniem pomiarowym rejestrującym kierunek i intensywność promieniowania rentgenowskiego rozproszonego przez próbkę monokrystaliczną. Budowę współczesnego dyfraktometru ilustruje schemat blokowy na ryc. 1. Przed omówieniem funkcji poszczególnych bloków, należy kilka zdań poświęcić samemu zjawisku dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego na próbce monokrystalicznej. Próby szczegółowego opisu złożonego zjawiska dyfrakcji aż do dzisiaj rozwija teoria dyfrakcji i fizyka ciała stałego. Znajomość tej teorii jest niezbędna przy projektowaniu i racjonalnej eksploatacji dyfraktometru, jednakże do zrozumienia zasad pomiaru i celu przeprowadzenia eksperymentu wystarczy ogólna znajomość zasad dyfrakcji. Czytelnikowi „Wszelchświata” polecam artykuł dr Barbary Oleksyn, zamieszczony w tomie 87, nr 7—8, str. 161—169 tegoż czasopisma 1986 r. Tutaj ograniczymy się jedynie do tych elementów opisu zjawiska dyfrakcji, które są niezbędne do zrozumienia obiegu informacji składających się na zbiór danych. Nasz opis będzie zatem towarzyszył drodze wiązki promieniowania w dyfraktometrze począwszy od źródła promieniowania aż do zarejestrowanego i przetworzonego refleksu.

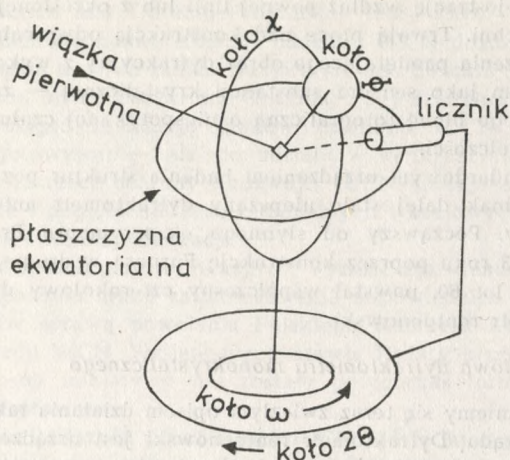
## 4. Wiązka pierwotna — źródło promieniowania

Wiązkę pierwotną promieniowania rentgenowskiego charakteryzują: intensywność i skład spektralny promieniowania, polaryzacja i rozkład intensywności w przekroju poprzecznym wiązki oraz jej rozbieżność. Większość tych parametrów jest związana z użytym źródłem promieniowania — może nim być klasyczna lub zmodyfikowana lampa rentgenowska, wiązka promieniowania rentgenowskiego wyprowadzona z synchrotronu lub rezonansowe promieniowanie powstałe w efekcie Mössbauera. Większość stosowanych w eksperymencie dyfrakcyjnym lamp rentgenowskich posiada możliwość regulacji intensywności promieniowania, która jest jed-

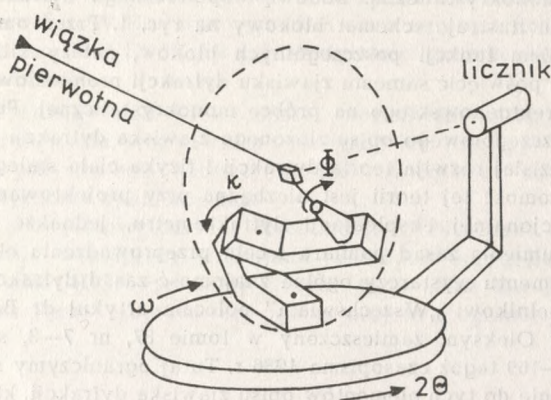


Ryc. 1. Schemat blokowy dyfraktometru monokrystalicznego. Linie pogrubione: obieg i przetworzenie informacji pomiarowej; linie przerywane: sterowanie systemem





Ryc. 2a. Goniometr 4-kołowy zrealizowany z tzw. kołami Eulera



Ryc. 2b. Goniometr 4-kołowy zrealizowany w „geometrii kappa”

nak ograniczona głównie przez wytrzymałość termiczną materiału anody. W stosowanych w dyfraktometrii warunkach pracy lampa rentgenowska emituje szerokie pasmo białego promieniowania, na którym nałożone są linie promieniowania charakterystycznego  $K_{\beta}$ ,  $K_{\alpha 1}$ ,  $K_{\alpha 2}$ . Linie te są emitowane przy powrocie wzbudzonych elektronów z wyższych poziomów energetycznych do najniższej powłoki  $K$  o głównej liczbie kwantowej  $n=1$ .

Wiele technik dyfrakcyjnych, a w tym dyfraktometria rentgenowska monokryształów, wymagają wiązki zmonochromatyzowanej. Istnieje szereg sposobów monochromatyzowania wiązki: użycie filtrów absorpcyjnych z materiałów o określonej liczbie porządkowej, monochromatorów krystalicznych i elektronicznych dyskryminatorów. Obecnie najczęściej stosuje się elektroniczne dyskryminatory, osłabiające niepożądane składniki widma, razem z monochromatorami krystalicznymi. Monochromator krystaliczny jest to odpowiednio oszlifowany monokryształ lub pseudomonokryształ. Kryształy takie szlifuje się zazwyczaj równoległe do rodziny płaszczyzn sieciowych o dużej zdolności odbicia. Stosuje się np. monokryształy krzemu, fluorku litu lub specjalnie orientowanego w procesie krystalizacji grafitu. Wiązka pierwotna jest odbijana od rodziny płaszczyzn kryształu — monochromatora zgodnie z równaniem Bragga:

$$n\lambda = 2d_{hkl} \sin\theta$$

gdzie:  $n$  oznacza rząd odbicia,  $\lambda$  — długość fali,  $d$  — odległość międzypłaszczyznowa rodziny płaszczyzn odbijających,  $hkl$  — liczby całkowite, tzw. wskaźniki Millera, określające położenie płaszczyzny w krystalograficznym układzie odniesienia,  $\theta$  — kąt odbicia.

Ponieważ kąt odbicia równy jest kątowi padania i  $d_{hkl}$

dla danego monochromatora jest znane, możemy wyliczyć, pod jakim kątem ustawić monochromator w stosunku do wiązki pierwotnej tak, aby najintensywniej odbijał wybraną linię promieniowania charakterystycznego. Współcześnie najczęściej stosuje się jako monochromator pseudomonokryształ grafitu, który od rodziny płaszczyzn o wskaźnikach Millera 002 odbija wiązkę pierwotną z „wydajnością” 50 procent. Po odbiciu od monochromatora wiązkę pierwotną kolimujemy tak, aby badana próbka kryształu była „zanurzona” w rdzeniu wiązki o stałej intensywności.

### 5. Goniostat — precyzyjne urządzenie reorientujące kryształ

Wiązka pierwotna ulegnie dyfrakcji na badanej próbce, jeśli orientacja próbki umożliwi spełnienie równania Bragga (podobnie, jak miało to miejsce w kryształach monochromatora). Ponieważ w kryształach istnieje wiele rodzin płaszczyzn sieciowych o różnych odległościach  $d_{hkl}$  i różnych orientacjach, istnieje potrzeba wielokrotnej reorientacji próbki, tak aby zarejestrować możliwie pełny obraz dyfrakcyjny.

Reorientacja badanego kryształu następuje w goniostacie, zaznaczonym na schemacie 1 jako część goniometru. W goniostacie 4-kołowym umożliwia zmianę 3 współrzędnych kątowych kryształu względem wiązki pierwotnej. Wprawdzie do zmiany orientacji w przestrzeni 3-wymiarowej wystarczyłaby zmiana dwu współrzędnych kątowych, jednakże wprowadzenie trzeciej osi obrotu umożliwia dyfrakcję z trzecią współrzędną kątową swobodną. Pozwala to ominąć przy rejestracji promieniowania ugiętego obszary zacienione mechanizmem goniostatu. Warto zauważyć, że równanie Bragga ustala jedynie kąt padania dla danej długości fali, a kąt taki może być realizowany przy równoczesnym obrocie rodziny płaszczyzn odbijających wokół normalnej. Podobne zjawisko możemy obserwować na zwykłym lusterku, kiedy puszczany „zajaczek” nie zmienia kierunku przy obrocie wokół prostopadłej padania. Tutaj jednak analogia się kończy, ponieważ odbicie Braggowskie następuje tylko pod określonym kątem padania dla określonej długości fali, zaś zwierciadło odbijające niemonochromatyczne promienie słoneczne nie ma takich ograniczeń.

Po omówieniu roli goniostatu zajmiemy się konstrukcją goniometru. Czwarte koło, znajdujące się już poza goniostatem (a właściwie oś obrotu), służy do ustawiania licznika promieniowania ugiętego pod zadaniem kątem. Ryc. 2a, b pokazuje dwa typy goniostatów pracujące w tzw. geometrii ekwatorialnej. W geometrii takiej licznik ma tylko jeden stopień swobody umożliwiający zmianę kąta  $\theta$  wokół osi pionowej. Licznik porusza się wówczas jak gdyby po „równiku” — stąd nazwa geometria ekwatorialna. Goniostat z tzw. pełnymi kołami eulerowskimi, tj. kołem  $\theta_E$ ,  $\omega_E$  i  $\chi_E$  przedstawiono na ryc. 2a (według tej zasady pracują dyfraktometry firm Siemens, Philips, Nicolet, Regaku). Nowocześniejszym rozwiązaniem jest konstrukcja pracująca w tzw. geometrii  $\kappa$  (kappa) (ryc. 2b) zastosowana w dyfraktometrach firm Enraf-Nonius i dyfraktometrze KM-4 polskiej produkcji.

Procedura orientacji kryształu i licznika realizowana jest automatycznie w czasie pomiaru pod kontrolą systemu operacyjnego komputera. Odpowiednie obroty wokół osi są wykonywane przez silniki krokowe, bądź silniki zwykłe, sprzężone z pilotującymi je tzw. enkoderami elektrycznymi lub optycznymi. Podobne urządzenia, których zadaniem jest wykorzystanie sygnału opty-





II. BRZOZA OMSZONA *Betula pubescens* Ehrh, powyżej górnej granicy lasu, Północna Norwegia. Fot. W. Paul





IV. KRĘTOGLÓW *Jynx torquilla* L. Fot. D. Karp



cznego lub elektrycznego do zmiany współrzędnych kątowych, są stosowane przy sterowaniu rakiet. Wprowadzenie automatyki pomiaru jest tutaj szczególnie ważne, ponieważ ilość obserwowanych refleksów (zależna od symetrii, parametrów komórki elementarnej krystalu i użytego promieniowania) wynosi często kilka tysięcy, a warunkowany intensywnością źródła, zdolnością rozpraszania krystalu i statystyką zliczeń czas pomiaru 1 refleksu sięga kilku minut. Daje to całkowity czas rejestracji obrazu dyfrakcyjnego dla jednego krystalu rzędu setek godzin ciągłej pracy dyfraktometru. Przy standardowych wymiarach krystalu rzędu 0,3 mm, tj. dostosowanych do przekroju poprzecznego wiązek pierwotnych lamp mikroogniskowych, konieczna jest wysoka precyzja wykonania goniostatu. Jednym z warunków osiągniętych we współczesnych goniometrach jest minimalny obszar przecięcia 4 osi goniometru mniejszy od 0,01 mm. W standardowym pomiarze dopuszczalna przypadkowa dewiacja krystalu od pierwotnej orientacji wynosi  $< 0,08$  stopnia katowego. Po przekroczeniu tej wartości następuje automatyczna reorientacja próbki.

### 6a. Mozaika w kryształach — badanie jakości próbki

Tak więc śledząc drogę promieniowania w dyfraktometrze doszliśmy do zamocowanej w goniometrze badanej próbki. Próbka ta jest monokrystalem, a jej kształt, rozmiary i jakość mają decydujący wpływ na precyzję i czas pomiaru. Jeżeli jesteśmy w tej szczęśliwej sytuacji, że dysponujemy kilkoma monokrystalami badanej substancji, możemy dokonać wyboru właściwej próbki. Ze względu na potrzebę uwzględnienia wielu często przeciwnych wymagań jest to proces złożony i wymagający hierarchizacji kryteriów. Najważniejszym z nich jest jakość monokrystalu — korzystając z mikroskopu polaryzacyjnego możemy wyeliminować próbki o nieprawidłowej budowie, zawierające zrosty oraz zbliźniczenia. Warto tu zauważyć, że rzeczywisty kryształ różni się od idealnego modelu reprezentowanego przez sieć przestrzenną o doskonałym uporządkowaniu. Składa się on z ogromnej liczby małych bloków o wymiarach zwykle  $10^{-6}$ — $10^{-4}$  cm. Bloki te są lekko (w granicach sekund) zdezorientowane względem siebie. Strukturę taką nazywamy strukturą mozaikową krystalu. Charakteryzuje ją tzw. rozrzut mozaikowy. Jest on większy dla większej dezorientacji bloków. Do oceny rozrzutu mozaikowego (tj. standardowego odchylenia bloków krystalitu od gaussowskiego rozkładu orientacji wewnątrz monokrystalu) konieczne jest już wykonanie zdjęć rentgeno-

wskiego. Kształt i szerokość kątowa zaobserwowanych na kliszy zaczerwień jest związana z rozrzutem mozaikowym — szersze, bardziej rozmyte refleksy odpowiadają większemu rozrzutowi. Jednakże kryształ nie może być także zbyt doskonały. Znany jest z doświadczenia British Museum przykład, kiedy uzyskanie obrazu dyfrakcyjnego z diamentów pochodzących z Indii wymagało raptownego zanurzenia ich w ciekłym azocie, aby poprzez szok termiczny wprowadzić rozrzut mozaikowy. Przed zanurzeniem budowa krystalu diamentu była tak doskonała, że znikoma szerokość refleksu dyfrakcyjnego uniemożliwiała jego obserwację. Z kolei musimy dokonać wyboru wielkości próbki. Maksymalny jej rozmiar nie może przekroczyć obszaru, w którym wiązka pierwotna ma jednorodną intensywność. Jeśli warunek ten nie będzie spełniony, najmniejsza niedokładność orientacji próbki przesunie ją w obszar o zmiennej intensywności, co obniży znacznie precyzję pomiaru.

### 6b. Absorpcja w kryształach — źródło błędów i dodatkowe informacje

Istnieje jeszcze inne ograniczenie wielkości krystalu — wynikające z absorpcji promieniowania — któremu to zjawisku musimy teraz poświęcić nieco więcej uwagi.

Kiedy równoległa wiązka dokładnie zmonochromatyzowanych promieni rentgenowskich o intensywności  $I_0$  przechodzi przez warstwę jednorodnego materiału o grubości  $t$  cm, jej intensywność spada do wartości  $I$ . Wartość  $I$  określa równanie:

$$I = I_0 \exp(-\mu t)$$

które definiuje zarazem całkowity liniowy współczynnik absorpcji  $\mu$  ( $\text{cm}^{-1}$ ) dla wiązki pierwotnej. Fizycznie, osłabienie wiązki fotonów rentgenowskich w absorbencie zachodzi poprzez trzy procesy: absorpcji fotoelektrycznej, polegającej na utracie energii przez wzbudzenie elektronów napotkanych na drodze fotonu oraz rozpraszanie Comptonowskie, zachodzące w akcie zderzenia fotonu z luźno związanym elektronem i rozpraszanie Rayleigha zachodzące podczas kolizji mechanicznej fotonu z atomem. Szersze omówienie wymienionych zjawisk znajdzie czytelnik w opracowaniach podręcznikowych spektroskopii.

Tak więc całkowity współczynnik absorpcji  $\mu$  jest sumą absorpcji fotoelektrycznej  $\tau$  i czlonu rozpraszania  $\sigma$

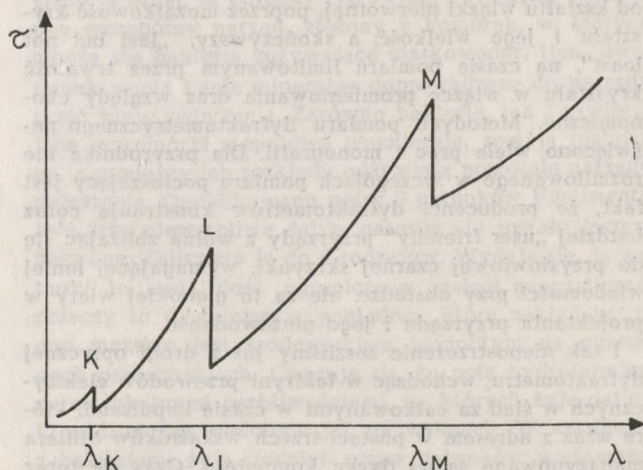
$$\mu = \tau + \sigma$$

Warto zauważyć, że udział składnika rozpraszania  $\sigma$  w całkowitym współczynniku absorpcji jest niewielki, z wyjątkiem bardzo lekkich pierwiastków i długich fal rentgenowskich. Fotoelektryczny współczynnik absorpcji  $\tau$  wykazuje niemonotoniczną zależność od długości fali. Ryc. 3 przedstawia wykres tej zależności.

Przez  $\lambda_K$ ,  $\lambda_L$ ,  $\lambda_M$  oznaczono długości fal odpowiadające krawędziom pochłaniania powłok K, L, M atomu absorbenta. Strukturę subtelną krawędzi pochłaniania pominięto.

Znając skład chemiczny próbki, poprzez dobór źródła promieniowania o odpowiedniej długości fali  $\lambda$ , staramy się zminimalizować efekt absorpcji w miarę możliwości dla wszystkich, a zwłaszcza dla ciężkich atomów wchodzących w skład próbki. Mówiąc bardziej obrazowo, unikamy rejonów ostrza zębów piły na naszym wykresie. Poza specjalnymi pomiarami, które omówimy w części poświęconej anomalnej absorpcji i rozpraszaniu, staramy się „ominać” krawędzie pochłaniania, aby zminimalizować dodatkowe efekty zaburzające pomiar, takie jak wysoka absorpcja i fluorescencja.

Możemy teraz powrócić do punktu, z którego zaczęliśmy



Ryc. 3. Zależność absorpcji promieniowania rentgenowskiego  $\tau$  od długości fali.  $\lambda_K$ ,  $\lambda_L$ ,  $\lambda_M$  oznaczają długości fal odpowiadające tzw. krawędziom pochłaniania K, L, M



nasze rozważania o absorpcji, tj. do wielkości próbki. Najpierw, znając wzór chemiczny badanej substancji, obliczamy jej współczynnik absorpcji. Korzystamy tu z zależności, że absorpcja masowa preparatu  $\tau/\rho$  [g/cm<sup>2</sup>] stanowi średnią ważoną absorpcji masowych pierwiastków wchodzących w skład próbki. Znając  $\tau$  staramy się tak dobrać średni rozmiar próbki  $R$  [cm], aby  $\mu R < 2$ . Im większa jest absorpcja próbki, tym bardziej istotna jest jednorodność jej kształtu. Chodzi o to, aby droga promieniowania padającego i odbitego wewnątrz próbki dla danego kąta dyfrakcji była możliwie taka sama.

Niestety, kryształy często wykazują znaczną anizotropię kształtu (pokroje igłowate, blaszkowate). Konieczna jest wtedy korekta ich postaci poprzez szlifowanie lub zabiegi mechaniczne wykorzystujące łupliwość kryształu. Do obróbki kryształów zaprojektowano specjalne urządzenia — takie, jak piły z ultracienkim drutem wolframowym pokrywanym pastą diamentową, mikroskopowe szlifierki tarczowe, czy też pneumatyczne młynki, w których kryształ, poruszając się po torusie z materiału ściernego, nabiera kulistego kształtu. Do szlifowania kryształu można także stosować zwykły pasek bibuły nasycony rozpuszczalnikiem lub roztworem macierzystym, z którego pochodzi kryształ.

Warto zauważyć, że często dla trudno krystalizujących substancji musimy zadowolić się jednym kryształem, jaki z wielkim nakładem czasu i kosztów udało się wykrystalizować. Można tu zacytować autentyczną historię opowiadaną mi przez I. Karle, o badaniu w wykrywalizowanej formie składnika śluzu pewnego gatunku żab żyjących w Amazonii. Dla otrzymania jednego małego kryształka konieczna była preparatyka i ekstrakcja śluzu z około 6000 osobników. I wtedy o sukcesie rozwiązania struktury rozstrzyga mistrzostwo krystalografa, któremu najczęściej pomaga komputer wykorzystując programy wprowadzające poprawki absorpcyjne na podstawie analizy kształtu próbki.

Jednym z najtrudniejszych zadań preparacyjnych jest krystalizacja makromolekuł. Mała odporność mechaniczna kryształów makromolekuł, ich niestabilność termiczna i duża ilość związanego w sieci krystalicznej rozpuszczalnika powodują konieczność zamknięcia badanego preparatu w kapilarze na czas eksperymentu. Kapilary takie produkowane są ze szkła o małej absorpcji, zawierającego tlenki pierwiastków o możliwie niskiej liczbie porządkowej.

## 7. Pomiar niewidzialnego — detekcja promieni X

W naszej wędrówce po drodze optycznej dyfraktometru doszliśmy w ślad za wiązką ugiętą na próbce do licznika promieniowania rentgenowskiego. Najogólniej można powiedzieć, że jest to podzespół, który zamienia sygnał w postaci kwantów promieniowania rentgenowskiego na impulsy elektryczne. Przetwarzanie to jest w często używanym liczniku scyntylacyjnym dwustopniowe. Kryształ scyntylatora np. jodek sodu dotowany talem zamienia kwanty promieniowania rtg na widzialne błyski. Za kryształem scyntylatora znajduje się fotopowielacz, skleiony z nim olejem immersyjnym. Fotopowielacz rozmnaża błyski scyntylacyjne i zamienia je na impulsy elektryczne. Najczęściej fotopowielacz połączony jest już w obudowie licznika z przedwzmacniaczem. Sygnał powinien być tak ukształtowany, aby amplituda impulsu była proporcjonalna do energii zarejestrowanego promieniowania. Energię można łatwo obliczyć ze wzoru  $E[\text{keV}] = \frac{12,39}{\lambda}$ , gdzie  $\lambda$  jest długością fali wyrażoną w angstrmach. Przykładowo, energie promienio-

wania  $\text{CrK}_\alpha$ ,  $\text{CuK}_\alpha$  oraz  $\text{MoK}_\alpha$  wynoszą odpowiednio 5,41, 8,04 oraz 17,44 keV.

Zastanówmy się teraz, skąd bierze się szerokość impulsu. Jest ona spowodowana skończoną szerokością energetyczną nawet podwójnie monochromatyzowanego promieniowania. Przed wejściem do licznika nastąpiły bowiem dwa odbicia braggowskie, jedno w kryształach monochromatora, drugie w próbce. Dodatkowe poszerzenie impulsu powoduje skończona rozdzielczość licznika. Rozdzielczość licznika odzwierciedla jego zdolność do wyprodukowania impulsu elektrycznego o określonej amplitudzie po otrzymaniu monoenergetycznego sygnału promieniowania rentgenowskiego. W praktyce mamy do czynienia z ogromną ilością kwantów trafiających do licznika, które są monochromatyczne w pewnym niewielkim przedziale. Konwersja promieniowania rentgenowskiego w impulsy elektryczne ma zatem naturę statystyczną. Rozkład impulsów jest w przybliżeniu gaussowski, jego maksimum odpowiada średniej wartości amplitudy. Rozrzut tego rozkładu wokół średniej jest praktyczną miarą rozdzielczości zdefiniowanej jako stosunek szerokości połówkowej krzywej rozkładu do energii promieniowania padającego. Dyskryminator, który znajduje się w bloku pomiarowym przyjmującym impuls z licznika, obcina tło od strony niskich i wysokich energii, tzw. „ogony”, pozostawiając przedział energii (tzw. „okno”), którego środek pokrywa się z wartością średnią energii mierzonej. Tak ukształtowane impulsy trafiają do miernika szybkości zliczeń, który mierzy ilość impulsów w ustalonym czasie. Ilość impulsów z kolei jest proporcjonalna do natężenia rejestrowanego, a więc i odbitego przez próbkę promieniowania. Wystarczy zatem ustawić kryształ w położeniu refleksu, licznik w drodze promieniowania odbitego i poczekać wystarczająco długo, aby zebrać dostateczną statystykę zliczeń. Ten sposób pomiaru, tzw. stationary crystal — stationary counter, stosowany dawniej, a w szczególnych przypadkach i obecnie, jest bardzo czasochłonny ze względu na potrzebę starannego centrowania kryształu. Taki pomiar „nie dostrzeża” jednak szerokości spektralnej i mozaikowej refleksu odbijanego przez próbkę. Współcześnie stosuje się dynamiczny pomiar refleksu, tzw. skanowanie — kryształ w czasie odbicia wykonuje ruch obrotowy, a ruch licznika jest sprzężony z ruchem kryształu. Można dobrać różne stosunki prędkości kątowych obrotu kryształu i licznika. Dobór kątów obrotu, wzajemnych prędkości kątowych, a wreszcie szerokości szczeliny wejściowej licznika musi uwzględnić wiele parametrów, począwszy od kształtu wiązki pierwotnej, poprzez mozaikowość kryształu i jego wielkość, a skończywszy, „last but not least”, na czasie pomiaru limitowanym przez trwałość kryształu w wiązce promieniowania oraz względy ekonomiczne. Metodyce pomiaru dyfraktometrycznego poświęcono wiele prac i monografii. Dla przyrodnika nie rozmiłowanego w szczegółach pomiaru pocieszający jest fakt, że producenci dyfraktometrów konstruują coraz bardziej „user friendly” przyrządy z wolną zbliżając się do przysłowiowej czarnej skrzynki, wymagającej mniej wiadomości przy obsłudze, ale za to głębokiej wiary w projektanta przyrządu i jego niezawodność.

I tak niepostrzeżenie zeszliliśmy już z drogi optycznej dyfraktometru, wchodząc w labirynt przewodów elektrycznych w ślad za całkowanymi w czasie impulsami, które wraz z adresem w postaci trzech wskaźników Millera magazynowane są na dysku komputera. Czas się teraz zastanowić, jakie informacje zawierają już zgromadzone dane eksperymentalne.



## DROBIAZGI PRZYRODNICZE

## Fauna głębokomorskich źródeł

W roku 1986 w grudniowym zeszytcie „Wszechświata” znalazły się wiadomości o niezwykłym środowisku życia, jakie niedawno odkryto na dnie oceanów. Pomimo tego że badanie organizmów żyjących na dnie mórz wymaga stosowania bardzo kosztownej aparatury, między innymi specjalnych łodzi podwodnych, wiedza o nich dość szybko wzrasta. Wiemy obecnie, że podmorskie źródła są bardzo zróżnicowane. Tworzą one zwykle grupy oddalone od siebie o setki metrów. Grupy źródeł ciągną się wzdłuż styków płyt kontynentalnych, tworząc pola o długości od 10 do 50 km. Odległości dzielące poszczególne pola wynoszą nieraz setki kilometrów. Woda wypływająca z niektórych źródeł jest gorąca, może osiągać 350°C. Na ogół im szybciej oddalają się od siebie płyty kontynentalne, tym wyższa jest temperatura źródeł, tym są one obfitsze i tym krócej żyją. Woda najgorętszych źródeł zawiera wiele siarkowodoru i soli różnych metali. Ochładzając się pozostawia osad budujący kominy sięgające paru metrów średnicy i przeszło 15 m wysokości. Ściany kominów są czarne, ich grubość wzrasta z szybkością paru cm na dobę, wewnątrz kominów zawiera płataninę kanałów. Źródła nieco chłodniejsze, o temperaturze od 100° do 250°C, budują kominy jasne. Ich ścianę tworzy głównie siarczek cynku. Nieraz brak jest wyraźnego kanału centralnego, woda przesącza się przez dość luźny osad. Dokoła źródeł leżą ułożone koncentrycznie osady złożone ze szczątków rurek, w których żyły zwierzęta o robakowatym kształcie, oraz z muszli małży i ślimaków i pancerzy skorupiaków. Na powierzchni osadów znajdują się żywe organizmy. Na każdym polu są źródła czynne i wygasłe. Działanie poszczególnych źródeł nie przekracza, jak się zdaje, kilkudziesięciu lat. Producentami pierwotnymi tego środowiska są bakterie czerpiące energię z utleniania składników zawartych w roztworach, głównie siarki. Pokłady bakterii żyją na powierzchni kominów i osadów, pokrywają ściany rurek budowanych przez zwierzęta. Ponadto bakterie samodzielną żyją też w tkankach niektórych zwierząt, szczególnie u *Vestimentifera* i u małży. *Vestimentifera* to organizmy nie żyjące nigdzie poza gorącymi źródłami podmorskimi, nie zaproponowano jeszcze ich nazwy polskiej. Ze względu na osobliwości budowy musiano je uznać za odrębny typ świata zwierząt. Posiadają one szczególny narząd, złożony z komórek, w których mnożą się bakterie zużywające siarkowodor, tlen, dwutlenek węgla i sole mineralne doprowadzane do narządu przez krew zwierzęcia. Zarówno bakterie, jak i zawierające je komórki stopniowo obumierają, zostają rozłożone, a produkty ich rozkładu odżywiają pozostałe narządy zwierzęcia. Opublikowano opisy 9 gatunków *Vestimentifera*, trzy niewątpliwie dalsze gatunki nie zostały jeszcze nazwane. Zaliczono je do 6 rodzajów. Wydaje się, że gatunki te mają dość ograniczone zasięgi geograficzne; przeczy to dawniejszym poglądom, które zakładały, że dno morskie jest środowiskiem jednolitym na ogromnych przestrzeniach. Okazuje się, że pola hydrotermiczne są lokalnymi osobliwościami, na których żyją gatunki endemiczne, podobnie jak na wyspach. W symbiozie z bakteriami żyje również grupa gatunków wieloszczetów tworząca rodzinę *Alvinellidae*. Bakterie pokrywają ich powierzchnię, nie wnikać w głąb tkanek. Trzecią grupę symbiontów tworzą małże, sięgające 18 cm dłu-

gości, z rodzaju *Bathymodiolus*. Zwierzęta te zawierają bakterie w niektórych komórkach, wydaje się jednak, że pobierają one również pożywienie podobnie do innych małży filtrując wodę morską. Pelagiczne larwy tych małży pływają swobodnie przez co najmniej 3 tygodnie, a więc unoszone morskimi prądami mogą pokonywać znaczne odległości, zapewne setki kilometrów. W otoczeniu źródeł żyją również typowe filtratory, jak np. wąsonóg *Neolepas zeviniae*, małż *Bathypecten vulcani*, grupa wieloszczetów, które zaliczono do rodziny *Serpulidae*. Wiele z tych gatunków nie występuje w innych środowiskach i zajęło szczególne pozycje w systematyce jako żywe skamieniałości”. *Vestimentifera* i wieloszczety są pożywieniem wielu drapieżników: ryb, głowonogów, skorupiaków i ślimaków. Wśród tych bardziej ruchliwych organizmów osobliwości i niespodzianki systematyczne są mniej częste. W niektórych miejscach, na przykład w okolicy Archipelagu Galapagos i w Zatoce Kalifornijskiej, ciepłe źródła przenikają przez grube warstwy osadów, które pod wpływem ciepłej wody ulegają rozmaitym przemianom chemicznym. Nie tworzą się tam typowe kominy, ale w wypływających wodach żyją również bakterie wykorzystujące energię utleniania różnych składników roztworów.

Bull. Soc. Zool. France 1987, 122 : 495.

H.S.

## Życie społeczne i seksualne delfinów

60 milionów lat temu rozeszły się drogi rozwoju przodków współczesnych dwóch grup ssaków o wielkim mózgu: małp człekokształtnych i delfinów. W ciągu tego długiego okresu w obu tych grupach wraz z rozwojem mózgu doszło do wytworzenia bogatego życia społecznego. O małpach, zwłaszcza szympanсах, wiemy obecnie dość dużo, przede wszystkim dzięki pracom Jane Goodall nad szympanсами w rezerwacie Gombe nad brzegami jeziora Tanganika. Zaslugą Goodall było nawiązanie „personalnych” stosunków z szympanсами, ich oswojenie przez karmienie bananami, co umożliwiło przeprowadzenie obserwacji, jakich „obiektywni” badacze nie byli w stanie dokonać.

O delfinach wiemy znacznie mniej, ale — stosując techniki „oswajania” — dowiadujemy się coraz więcej. Delfiny oswajają się łatwo; przy brzegach Zatoki Rekinów w Zachodniej Australii osiem osobników, należących do dużego, liczącego ok. 200 zwierząt stada, stale przypływa do brzegu, gdzie bawią się na zaledwie półmetrowej głębokości pozwalają turystom głośno się i karmić mrożonymi rybami, czasem nawet odwiedzając się im i ciskając w nich żywym śledziem lub garścią smakowitych (dla delfinów) wodorostów. Badania nad życiem społecznym delfinów, prowadzone w Zatoce Rekinów, są ułatwione przez to, że wody są tam czyste, a delfiny lubią pływać w odległości tylko paru metrów od łodzi i często przewracać się na wznak, co pozwala ustalić ich płeć.

Innym, pierwszym na świecie obszarem intensywnych badań nad delfinami, są ciepłe, porośnięte roślinnością płycizny przy wybrzeżach Florydy, opodal Sarasota. Badania rozpoczęła tam w 1970 r. (będąc jeszcze gimnazjalistką!) Randy Wells. Wody te są, niestety, nieprzezroczyste i badacze muszą delfiny chwycić na krótki czas,



aby je kolczykować, zakładać im mininadajniki i pobierać próbki krwi. Te ostatnie, dzięki technikom „odciśków DNA” (*DNA fingerprinting*) służą do ustalania pokrewieństwa i oceny sukcesu reprodukcyjnego poszczególnych osobników.

Obraz życia społecznego i obyczajów delfinów zaczyna się powoli wyłaniać z masy nagromadzonych badań i obserwacji. W wielu aspektach przypomina on stosunki społeczne u szympanśów. Tak jak małpy, delfiny żyją w dużych grupach, zajmując określone terytoria. Stado z Sarasota, liczące ok. 100 osobników, zajmuje terytorium o powierzchni 100 km<sup>2</sup>, ciągnące się wzdłuż czterdziestokilometrowego odcinka przybrzeżnych plaż. Podobnie jak u szympanśów, społeczeństwo to prowadzi życie bardzo swobodne i określane jest terminem *fission-fission society*: składa się z licznych większych i mniejszych grup, pomiędzy którymi istnieje duży przepływ osobników — nie ma tam grup o ustalonym składzie, związanych z sobą w trwalszy sposób. Samice przebywają raczej w okolicach wewnętrznych terytorium, samce często pływają po jego oboczach i zapuszczają się poza jego granice, prawdopodobnie mając tam szanse kopulacji z samicami innych społeczności i w ten sposób przeciwdziałając groźbie izolacji reprodukcyjnej stada.

Samice przebywają w ścisłym kontakcie z potomstwem przez cały okres karmienia, trwający 3—4 lata, a i potem obserwuje się, że dzieci przyplwają do matki, zwłaszcza w okresie następnego porodu, jakby chciały obejrzeć przychodzące na świat rodzeństwo. Poza tym jednak w obrębie społeczeństwa delfinów w zasadzie istnieje tendencja grupowania się według płci. Samice ściśle współpracują ze sobą, często nawet tworząc żywe „kojce”, w których bezpiecznie może bawić się ich przychówek. Obserwowano także przykłady chwilowej opieki nad dzieckiem koleżanki, która musiała odpłynąć w swoich sprawach.

Samce również gromadzą się razem, a szczególnie in-

trygujący jest fakt tworzenia stałych męskich par lub trójek, zwanych przez badaczy „koalicjami”. Jedną taką nierozłączną męską parą obserwowano już przez 12 lat. Jak się wydaje, delfiny w parze razem polują, chronią przed napastnikami, a także współpracują ze sobą w zalotach, oddzielając wybraną samicę „na siłę” z grupy żeńskiej. Jak się przypuszcza, po separacji wybranki kopulują z nią wszystkie delfiny z koalicji.

System seksualny u delfinów, podobnie jak i szympanśów, jest promiskuitystyczny: nie tworzą się trwalsze pary heteroseksualne, samice kopulują z wieloma samcami i vice versa. Samce przejawiają dużą aktywność seksualną, która wydaje się mieć nie tylko aspekt reprodukcyjny, ale i czysto socjalny czy rekreacyjny: onaniują się zarówno w warunkach hodowlanych, jak i naturalnych, częste są grupowe kopulacje homoseksualne, próby kopulacji z samicami w okresie poza rują, oraz z przedmiotami nieożywionymi, np. łodziami. Delfiny butelkonose, które stanowiły główny obiekt badań Wells, są zresztą biologicznie dobrze wyposażone do takiej aktywności — mają one niezwykle wielkie jądra, a stężenie plemników w ejakulacie przekracza 300-krotnie stężenia w ejakulacie ludzkim. Pierwsze objawy aktywności seksualnej obserwuje się niemal od powicia: erekcje obserwowano już u dwudniowych delfiniątek. Behawior seksualny rozwija się wcześniej, na kilka lat przed osiągnięciem dojrzałości. Wydać się więc, że życie erotyczne odgrywa u delfinów istotną rolę. Podobnie zresztą, jak zauważyła współpracowniczka Jane Goodall, Barbara Smuts, podkreślająca podobieństwa organizacji społeczeństwa szympanśów i delfinów, dzieje się wśród wyższych naczelnych. Jak się wydaje, ze zwiększonymi wymiarami mózgu dochodzi do zwiększenia ilości zachowań seksualnych wychodzących poza obszar celów ściśle reprodukcyjnych.

Science 1988, 240 : 1273

J. Latini

## WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

### Jak naprawdę rozwija się nauka?

Studując podręczniki, przedstawiające jedynie sumarycznie wyniki nauki i jej postępow, aż nazbyt łatwo możemy nabrać fałszywego pojęcia o istotnych warunkach, od jakich postępy te zależą. Często, na przykład, upodabniają je pochodowi armii ku pewnemu określonymu celowi; zdaje mi się jednak, że nie jest to rzeczywistością drogą, po jakiej naprzód kroczy nauka, taką wydaje się ona tylko kompilatorowi, spoglądającemu wstecz na bieg jej dziejów, który po największej części nie dostrzega wcale owego faktycznego zamieszania, owę różnicę zdań i ruchu wstecznego oddzielnych osobników, stanowiących ciało armii i pokazuje nam jedynie tych, którzy, rozważani z obecnego punktu jego widzenia, wydają mu się być na właściwej drodze. Porównanie biegu postępow nauki do pochodu armii, postusznej na rozkazy naczelnego wodza, zawiera tedy więcej fałszu, niż prawdy i, jakkolwiek wszelkie porównania mniej lub więcej kuleją, ośmielę się wam nasunąć inne, mniej zapewne szlachetne, ale zato być może trafniejsze. Chcąc wyobrazić sobie bieg postępu nauki, pomyślcie raczej o poruszającym się tłumie poszukiwaczy, którego ruch, jako całości, odbywa się pod wpływem niezależnych od siebie bodźców pojedynczych osobników. Tłum taki podobny jest do stary psów tropiących zdołbycz, która koniec końców być może jej dosięgnie, lecz będąc zbitą z tropu, rozprasza się: każdy osobnik biegnie wtedy własną swoją drogą, jeden naprzód, inny wstecz, kierując się przy tem więcej węchem niż wzro-

kiem; głośniej ujadający pociąga za sobą wielu towarzyszy, chociaż również często w fałszywym, jak w prawdziwym kierunku, a nawet nie rzadko się zdarza, że cała stora zmyli drogę. Będzie to ilustracja bardziej trywialna, ale uwzględniająca pewną prawdę, która nie była uwzględniana przez piszących podręczniki.

Bądźjakkądy, ruch nauki nie zawsze był postępowym, lecz czasami wstecznym i to w takim stopniu, że nie wyrobicie sobie o tem należytego pojęcia z podręcznika lub encyklopedyi. Z rzadkimi wyjątkami, kroki wsteczne — to jest błędy i fałsze, które stanowiły w rzeczywistości prawie połowę, a w pewnych okresach nawet więcej niż połowę, całego dorobku naukowego — bywają pomijane w historii nauki; czytelnik zaś, wiedząc, że popełniano błędy, nie uprzytamnia sobie jednak, jak ściśle błęd i prawda męszały się z sobą, na kształt składników jakiegoś połączenia chemicznego, nawet w dziełach wielkich badaczy.

S.P. Langley. *Historia rozwoju nauki o ciepłym promienistym*. Tłum. H. Silberstein. *Wszechświat* 1889, 8: 309 (19 V)

### Rekord botaniczny przed wiekiem

W Kalifornii, w pobliżu rzeki Kameah odkryto niedawno okaz wellingtonii (*Wellingtonia gigantea*), która w wysokości 1½ m nad ziemią posiada olbrzymi obwód 53 m. Byłoby to zatem najpotężniejsze drzewo na ziemi.

A. Olbrzymie drzewo. *Wszechświat* 1889, 8: 340 (26 V)



**Skąd się wzięła świnka morska?**

Podobnie, jak wielu zwierząt domowych, niewiadomym jest pochodzenie świnki morskiej (*Cavia cobaya* Marc.). Ze przywiezioną została z Ameryki południowej, o tem nikt z zoologów nie wątpi. Pozostaje do wyjaśnienia pytanie, od jakiego dzikiego gatunku pochodzi świnka morska. Wielu za dziki szczep tego zwierzęcia uważa gatunek zwany *Prea* czyli *Preya* (*Cavia aperca* Exrl.) pospolity w Brazylii, Paragwaju i rzeczypospol. Argentynskiej.

Prace prof. A. Nehringa przekonują, że jedyną ojczyzną świnki morskiej może być Peru i że pierwotnym mieszkańcom Peru zawdzięczamy oswojenie tego małego, osobliwego domowego zwierzęcia. W Peru pospolity jest dziki gatunek *Cavia Cutleri* King, bardzo blisko spokrewniony z gatunkiem brazylijskim. Pierwotni mieszkańcy Peru byli jedynym narodem Ameryki połudn., który posiadał zdolność hodowli zwierząt, między innymi, hodowali lamę i alpaka. Dr. Nehring wykazuje, że pierwotni peruwijanie prowadzili również hodowlę świnki morskiej i że ją trzymali jako zwierzę domowe przed zawojowaniem przez hiszpanów.

A.S. (Słóarski). Pochodzenie świnki morskiej. *Wszczęświat* 1889, 8 : 291 (5 V)

**Koniec wszechświata**

Gdy temperatura tak nisko upadnie, że życie organiczne zniknie z oblicza ziemi, gdy atmosfera i woda wejdą w trwałe połączenia z częściami stałymi, gdy wszystkie powinowactwa chemiczne zostaną nasyczone, a związki zostaną ugrupowane wedle swych ciężarów właściwych, natenczas wskutek kompromisu pomiędzy ciężeniem, spójnością i powinowactwem chemicznym utworzy się agregat mas krystalicznych, w którym zniszczoną zostanie ostatnia reszta wolnej energii, a materyja całkowicie stanie się bezwartościową.

Podobnie jak trudno nam sobie wyobrazić, że jedynie tylko nikła ziemia nasza pomiędzy niezliczonym mnóstwem znacznie większych ciał niebieskich zamieszkaną jest przez istoty myślące i czujące, tak też zaledwie pogodzić się możemy z myślą, że życie organiczne wraz ze wszystkim, co z niem jest związane, stanowić ma tylko znikomie krótki epizod w nieskończenie długim czasie, którego potrzeba było materyi w jej rozwoju od mgławicy aż do kryształu.

W ten sposób ostateczny los materyi przynajmniej w zarysie da się przewidzieć, chyba, że nagle jakiś deus ex machina we właściwym czasie przerwie konsekwencje drugiego głównego prawa mechanicznej teorii ciepła.

M. Flaum. O przyszłości materyi. *Wszczęświat* 1889, 8 : 301 (12 V)

**Królik kontra królik**

M. W. Rodier z Tambu (Nowa Walia płd.) przesłał p. Sclaterowi członkowi towarzystwa zoologicznego w Londynie, broszurę, w której podaje sposób zupełnie oryginalny wytępienia królików w Australii. Sposób ten nie opiera się wcale na mikrobach: polega on na użyciu samychże królików za narzędzia tępienia. Oto jak postępuje p. Rodier. Ma on siadła i siatki do łapania królików, zabija samice, a samców puszcza na wolność.

Z powodu więc, że wielka ilość samic ginie, samcy przeważają, a następstwem tego jest że „udręczają pozostałe samice swemi zabiegami” i przeszkadzają im wydać potomstwo, które nadto jeśli się urodzi, pożerają: zabijają swe samice zbytkiem czułości. Nieopatrzne te

zwierzęta własnowolnie pozbawiają się radości ojcowskich i macierzyńskich. P. Sclater radzi poddać próbom na większą skalę system Rodiera, który o ile się zdaje udał się doskonale tam gdzie go zastosowano.

R.S. Tępienie królików w Australii. *Wszczęświat* 1889, 8 : 292 (5 V)

**Gdzież podziiała się nasza nafta?**

W czwartek d. 28 Marca nastąpił w Rudawce w „Jadwidzie” w głębokości 245 m wybuch ropy aż do wysokości szczytu wieży wiertniczej. Mnóstwo wylało się na pole i popłynęło do Wisłoka.

Ostatnik 18 m pogłębiał się świder w „żwirku z łupkiem”, który zaledwie zadraśnięty bo tylko 70 cm natychmiast spowodował pierwszy wybuch. W piątek skonstatowano 18 m ścisłego zasypu. Przygotowano blaszanki dziurkowane, lecz zaledwie zapuszczono na próbę świder, powstały tak szalone gazy i taki huk, jakiego nawet we Wietrzem nie słyszano. Gazy strasznie gryzące, oślepiające ludzi i zawracające głowę w kilku minutach. W sobotę o g. 3 popołudniu zaczął się huk, a z nim i gazy zwiększać; ponieważ hełm do zamknięcia jeszcze był nie nadszedł, przeto zabito otwór klockiem silnym. W chwili, gdy nadjeżdża fura z hełmem, gazy wysadzają kłoczek aż pod szczyt wieży i słup ropy o sześciociałowej średnicy sady jak wściekły, wyrzucając kamienie i miał z 18 m zasypu. Potrzeba było tak szalonej odwagi, jaką mają nasi górnicy, aby zakręcić hełm na gwinty.

E. Dunikowski. Nowe obilne źródło naftowe. *Wszczęświat* 1889, 8 : 307 (12 V)

**Starożytne korzenie bakteriologii**

Terentius Varro (50 r. przed Chr.) w dziele swoim „o rolnictwie” pisze w księdze 1 rozdz. 20: „Trzeba także rozejrzeć, czy miejsce to nie jest błotniste, bądź z tych samych (co wyżej) powodów, bądź też dlatego, że w miejscach takich żyją pewne małe zwierzątka, których nie można dostrzedz okiem, a które z powietrza przenikają do ciała przez usta i nos, powodując poważne choroby.” W dalszym ciągu jest mowa o miejscach nieocienionych. „Zdrowem jest takie położenie, ponieważ drobne zwierzątka, żyjące w sąsiedztwie i unoszące się w powietrzu, zostają porwane przez wiatr albo w suszy szybko giną”.

M. Fl. (Flaum). Bakteriologia z przed 20 wieków. *Wszczęświat* 1889, 8 : 307 (12 V)

**Korzenie naszego zacołania w telekomunikacji**

Ilość biur pocztowych wynosi obecnie w Stanach Zjednoczonych 57 346, w Anglii 17 587, w Niemczech 17 347, we Francji 7296. Poczta amerykańska przewiozła w roku 2277 milionów listów i druków, angielska 2279 milij., niemiecka 1716 milij., francuska 1400 milij., — co czyni średnio na jednego mieszkańca w Stanach Zjednoczonych 71, w Anglii 61, w Niemczech 41, a we Francji 37 posyłek pocztowych rocznie. Według zaś statystyki urzędowej państwa rossyjskiego za rok 1885 liczba posyłek pocztowych wewnątrz państwa wynosiła 269 730 140, a zagranicznych 33 417 867, co razem czyni w roku przytoczonym blisko 3 posyłki na mieszkańca.

T. R. Statystyka poczt. *Wszczęświat* 1889, 8 : 323 (19 V)

**ROZMAITOŚCI**

**Kto kogo? — czyli walka larw moskitów z orzęskami.** Wśród rozmaitych przystosowań ewolucyjnych zdarza się nie tak znów rzadko, że pożarta ofiara przeżywa w przewodzie pokarmowym napastnika, a nawet rozmnaża się tam i staje się pasożytem. Inne zwierzęta posiadają mechanizmy obronne, uruchamiane tylko w obecności

prześladowcy. Najczęściej obniżają one wartość ofiary dla napastnika (ofiara staje się niejadalna) lub utrudniają jej zdobycie (np. przez tworzenie kolców, otoczek itp.). Tę taktykę przyjął niektóre organizmy wodne, które przechodzą w formę „obronną” w obecności substancji chemicznych, uwalnianych do otoczenia z orga-



nizmu napastnika. Ostatnio grupa entomologów z Berkeley odkryła skrajne przystosowanie tego rodzaju: potencjalna ofiara może sama przekształcić się w napastnika. Rzecz dzieje się w wypełnionych wodą dziuplach drzew w zachodnich poaciach Ameryki Płn. Wśród fauny tego środowiska występują orzęski *Lamborella clarki*, żywiące się bakteriami i innymi mikroorganizmami. Często w tych samych dziuplach składają jaja komary *Aedes sierrensis*, a larwy ich w ciągu ok. 40 h po wylęgnięciu stają się drapieżnikami i pożerają orzęski. Metoda obrony *Lamborelli* jest dość nieoczekiwana; po „wykryciu” obecności larw komara wolno pływające, przypominające pantofelki formy, zwane trofontami, dzielą się, a w wyniku podziału powstają kuliste, nie posiadające otwożeń do kutikuli larw komara i penetrujące do hemocelu. ru gębowego theronty, nie pływające, ale przyczepiające. Tutaj theronty rozwijają się gwałtownie, doprowadzając do śmierci larwy, poczem w formie swobodnie pływających trofontów opuszczają zwłoki. Część trofontów może znów przekształcić się w theronty i atakować te larwy, które przeżyły pierwszy atak. Badania w warunkach kontrolowanych wykazały, że nawet w wodzie, w której nie było larw *A. sierrensis*, tworzy się niewielka ilość pasożytniczych threontów *L. clarki*. W normalnych warunkach nie przeżywają one ponad 24 h, jeżeli nie dostaną się do organizmu napastnika, ale w przypadku pojawienia się w międzyczasie larw komara, threonty mają wyraźnie korzystniejszą sytuację niż swobodnie pływający współbracia. Jak się okazuje, w walce komara z orzęskiem ten ostatni w końcowym rozrachunku jest górą i często orzęski całkowicie wyniszczają populacje komarów rozmnażających się w wypełnionych wodą dziuplach.

Science 1988, 240 : 1193

J. Latini

**Nowe neurony w ptasim mózgu.** Jedną z kanonicznych prawd neurobiologii było stwierdzenie, że komórki nerwowe (neurony) u zwierząt stałocieplnych, ptaków i ssaków, tracą zdolność do dzielenia się, i z tymi neuronami, z którymi wyszliśmy z okresu wczesnego dzieciństwa musimy dotrwać aż po kres życia. Faktycznie, ponieważ neurony nie rozmnażają się, ale stale giną w dużych ilościach, nasz zapas ulega systematycznemu zmniejszaniu (zresztą naturalny proces utraty neuronów jest uważany za korzystny dla rozwoju naszych funkcji umysłowych). Z wielkim niedowierzaniem przyjęto przeto opublikowane w 1983 r. doniesienie, że u samczyków kanarka następuje tworzenie się nowych neuronów w przedmózgowiu, co miałyby być związane głównie z uczeniem się nowych melodii. W odróżnieniu od większości ptaków, które wycuzają się swoich pieśni w bardzo wczesnej młodości i nie zmieniają ich później, kanarek zachowuje plastyczność swego śpiewu przez kilka pierwszych lat życia. Podobnie przez całe życie mogą uczyć się nowych melodii zięby. I właśnie niedawno, 5 lat po oryginalnym i jakby nieco zapomnianym odkryciu neurogenezy u kanarka przez Goldmana i Nottebohma, Katy i Ernest Nordeen donieśli, że nowe neurony tworzą się również w mózgu australijskiej zebarki *Poephila guttata* (Zebra Finch), szczególnie u samczyków w czasie uczenia się nowych melodii. Sporo tych neuronów powstaje w nadprążkowie brzusznej (*hyperstriatum ventralis*), które pełni funkcje najwyższego ośrodka integracyjnego informacji słuchowej i motorycznej zawiadującej śpiewem ptaków, a również, jak o tym pisał na naszych łamach Steven Rose (Wszczęświat 1987, 88: 199) jest strukturą w pewien sposób związaną z uczeniem się. Jak się więc wydaje, nowe neurony mogą powstawać w mózgu ptaków i w znacznej mierze są one właśnie związane ze śpiewem. Nie wiadomo jeszcze na pewno czy neurogeneza aktywnie pomaga w uczeniu, czy też jest konsekwencją udziału neuronów w procesie uczenia

się nowych melodii i odpowiedniego rozwoju motoryki.

Warto tu dodać, że neurogeneza zachodzić może również u ptaków nie śpiewających, chociaż w znacznie mniejszym stopniu. Obserwowano ją np. w mózgu samczek kanarków i zeberek, a także nie śpiewających gatunków, takich jak synogarlica. Nottebohm przypuszcza, że neurogeneza jest mechanizmem umożliwiającym ptakom uporządkowanie i unowocześnianie magazynu pamięci. Jak na razie zjawisko neurogenezy u ptaków jest wciąż tajemnicze, ale można je już uważać za udowodnione. Być może okaże się, że w pewnych warunkach neurogeneza będzie można też pobudzać w mózgu ssaków.

Nature 1988, 334, 106

J. Latini

**Szansa Don Juana.** Większość ptaków jest w zasadzie monogamistami, ale „pozamażeńskie” stosunki, oznaczane skrótem EPC (*extrapair copulation*), obserwowane są często, mimo tego że „legalny” samiec stara się zapewnić sobie sukces reprodukcyjny, strzegąc samicy i często z nią kopulując. Jakże wobec tego ma szansę na ojcostwo „ten trzeci”? Otóż okazuje się, że przynajmniej u australijskiej zebarki *Poephila guttata* (Zebra Finch) bardzo duże.

U ptaków może dochodzić do silnej rywalizacji między plemnikami różnych partnerów, gdyż aktywne plemniki żyją długo w drogach rodnych samicy i mogą tam współlistnieć ejakulaty różnych samców. Rywalizacja plemników zachodzi nie tylko u gatunków poliantrycznych, ale także u monogamicznych często zmieniających partnera lub w przypadku EPC. U żyjących dziko w rodzinnej Australii zeberek obserwowano EPC, a badania przeprowadzone na oswojonych ptakach wykazały, że w okresie przed jednym lęgiem zebarka kopuluje średnio 12 razy, a efektem tego jest zwykle 5—6 jaj. Kto był ojcem wylęgających się piskląt, można było łatwo stwierdzić, gdyż upierzenie zeberek może być bądź szare (u dzikich ptaków, dominujące, GG u samców, Gg u samic), bądź płowe (recesywne, g ff, g fo). Płowe samice (fo) kryte homozygotycznymi szarymi samcami dawały pisklęta szare, po samcach zaś płowych — płowe. Tak więc upierzenie potomstwa było takie, jak ojca.

Obserwacje prowadzone na 7 parach w ciągu 3 dni wykazały 23 kopulacje „legalne” i aż 31 usiłowań EPC, z czego 7 skutecznych, mimo aktywnej obrony własnych partnerek przed intruzem. W 5 wypadkach „zdradzony” partner natychmiast kopulował z „niewierną małżonką” i to, jak się wydaje, przy użyciu przemocy, tylko bowiem w tych przypadkach obserwowano, że w trakcie kopulacji samiec trzymał partnerkę dziobem za pióra na głowie. Mimo tego w 11% lęgów wykazano, że przynajmniej część potomstwa została spłodzona w wyniku EPC. Dalsze badania wykazały, że jeżeli samicę łączono kolejno z dwoma samcami, mimo tego że pierwszy samiec kopulował częściej, 74% potomstwa było dziećmi drugiego partnera. Dalej okazało się, że jeżeli drugi samiec kopulował tylko raz, i tak jego sukces reprodukcyjny był znacznie wyższy niż oczekiwany. Tak więc okazuje się, że w przypadku ptaków największe szanse mają te plemniki, które pojawiły się na miejscu ostatnie.

Ostateczne obliczenia wykazały, że „intruz” ma zadowalające duże szanse na ojcostwo, nawet jeżeli uda mu się zdobyć cudzą partnerkę tylko raz, ale za to późno. Jeżeli była to ostatnia kopulacja, EPC prowadzi do zapłodnienia 54—84% jaj składanych przez samice. Interwencja właściwego partnera, w wyniku której EPC była tylko przedostatnim stosunkiem partnerki, zmniejsza szanse intruza na zostanie ojcem, ale wciąż pozostawia je na poziomie 16—24%. Stąd samce zeberek walczą o to, aby być ostatnimi kopulującymi, a zjawisko to tłumaczy, dlaczego ptaki, u których występuje EPC, kopulują znacznie więcej niż byłoby to potrzebne do zapłodnienia jaj.

Nature 1988, 334; 61

J. Latini



## RECENZJE

Maria Lisiewska: **Grzyby (Mycota)**. T. XVII. **Podstawczaki (Basidiomycetes)**, **bedkowe (Agaricales)**, **gąskowate I (Tricholomataceae)**, **grzybówka (Mycena)**, str. 132 + 11 tablic, PWN, Warszawa—Kraków 1987, cena zł 300.—

Autorka jest profesorem Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Naukowcy znają ją z licznych naukowych prac mikosocjologicznych, a szerokie kręgi amatorów grzybobrania i pracownicy stacji sanitarno-epidemiologicznych jako współautorkę *Przewodnika grzyboznawczego*.

Rodzaj *Mycena* należy do dużej rodziny *Tricholomataceae* i jest licznie reprezentowany w mikoflorze Europy, gdzie dotychczas stwierdzono około 130 gatunków. W Polsce zanotowano około 80 gatunków. Są to grzyby o małych owocnikach i hymenoforze blaszkowatym, o średnicy kapelusza od 0,2 do 6 cm. Wyrastają na martwych szczątkach roślinnych, na ściółce iglastej i liściastej, a także na drewnie, opadłych gałęziach, na korze i szyszkach itp. Owocniki tych grzybów są przeważnie niejedalne, a jeden z gatunków, pospolita grzybówka czysta *Mycena pura* — jest grzybem silnie trującym.

Recenzowana praca jest monograficznym opracowaniem 91 gatunków z rodzaju grzybówka *Mycena*, które występują na terenie Polski lub których występowania można się u nas spodziewać.

Książka podzielona jest na cztery części, z których pierwsza stanowi krótki zarys historii badań nad rodzajem *Mycena* oraz uwagi o budowie owocników, warunkach siedliskowych, a także wskazówki metodyczne.

Druga, zasadnicza część zawiera klucz do oznaczania gatunków i ich opisy. Autorka wprowadziła tu podział rodzaju na pięć sekcji: *Lactipedes*, *Basipedes*, *Glutinipedes*, *Ciliatae* i *Granulatae*. Każdy gatunek jest dokładnie scharakteryzowany pod względem budowy morfologicznej oraz głównych cech mikroskopowych, a także warunków siedliskowych i rozmieszczenia. Cennym elementem składowym tej części są ryciny zarodników i cystyd, zamieszczone przy opisach gatunków. Na końcu rozdziału znajduje się słowniczek ważniejszych terminów mikologicznych odnoszących się do rodzaju *Mycena*.

Trzecią część stanowi skrócony klucz w języku angielskim. Jest to element godny podkreślenia z uwagi na to, że wcześniejsze tomy „Grzybów” w większości nie posiadały takiego klucza, a tym samym były mniej czytelne dla czytelnika zagranicznego.

Na końcu książki załączone są tablice przedstawiające wizerunki 61 gatunków grzybów i ich przekroje. Rysunki te są wykonane przez autorkę i starannie wydrukowane na papierze kredowym. Podaje ona do każdego rysunku grzyba stanowisko i datę zbioru. Dwie ostatnie tablice zilustrowano białoczarzarnymi fotografiami trzech gatunków grzybów wykonanych przez innych autorów.

Czternaście gatunków grzybówek spośród 91 gatunków wymienionych w pracy znalazło się na czerwonej liście grzybów zagrożonych w Polsce, opracowanej przez W. Wojewodę i M. Ławrynowicz (1986). Większość z nich to gatunki określone jako rzadkie np. *Mycena adonis*, *M. belliae*, *M. excisa*, *M. renati* i inne, które znane są tylko z nielicznych stanowisk, *Mycena crocata* i *M. purpureolusca* należą do kategorii gatunków zagrożonych i mogą być w najbliższej przyszłości zaliczone do grupy gatunków wymierających, jeśli czynniki zagrożenia nadal będą działać.

Jest to trzecie monograficzne opracowanie grzybów rzędu *Agaricales*, a pierwsze z rodziny *Tricholomataceae* w języku polskim. Pierwsze dwa stanowiły wyczerpujące studia rodzaju *Cortinarius*, opracowane w dwóch tomach przez niezjącego już świetnego polskiego mikologa A. Nespiaka z Wrocławia. W tytule przy nazwie „gąskowate” zamieszczono rzymską cyfrę jeden, która sugeruje iż będą ukazywały się kolejne tomy poświęcone grzybom z rodziny *Tricholomataceae*. Prezentowany tom zapewnia tylko w części wielką lukę w polskiej literaturze mikologicznej.

Janusz Łuszczynski

Włodzimierz Juszczyk: **Mały słownik zoologiczny. Gady i płazy**. Warszawa 1986, Wiedza Powszechna, wyd. II, str. 319, cena zł. 550.—

Wiadomo jak potrzebne są wszelkie wydawnictwa biologiczne typu słowników czy encyklopedii (o czym świadczy ciągle niezaspokojone zapotrzebowanie na naszym rynku księgarskim). Dobrze się więc stało, że Wydawnictwo podjęło się trudu wydania drugiej edycji słownika płazów i gadów. Obecne wydanie jest znacznie poszerzone w porównaniu z pierwszym (obecnie około 550 haseł, natomiast poprzednio około 450), co znacznie zwiększa zakres informacji herpetologicznej. Mędzy innymi, autor dołączył hasła obejmujące opisy rodzin płazów i gadów. Zwiększyła się też ilość opisów rodzajów i gatunków. Oprócz opisów poszczególnych taksonów zamieszczone są hasła o pewnych charakterystycznych cechach budowy tych zwierząt, rozwoju, ewolucji itp. Autor tak dobierał poszczególne gatunki, aby dać możliwie pełny obraz biologii i ekologii tych grup kręgowców. Opisy jednych gatunków są bardzo obszerne, innych natomiast są lakoniczne. Czasem wiąże się to ze stanem wiedzy o danym gatunku, ale w niektórych przypadkach można było w nich zamieścić więcej informacji. Oczywiście, dobór gatunków do haseł jest indywidualną sprawą autora, ale wydaje się, że można w nich było zamieścić więcej haseł opisujących gatunki spotykane w polskich ogrodach zoologicznych (np. gekon madagaskarski *Phelsuma madagascarensis*) czy gatunki europejskie (np. nie zamieszczono tak popularnych jaszczurek jak *Podarcis muralis* czy *Podarcis sicula*). Stosunkowo mało jest haseł ogólnych odnośnie do biologii, ekologii czy zoogeografii płazów i gadów. Ciekawe byłoby np. informacje zamieszczone pod hasłem wędrówki gadów, czy endemizm. Brakuje też haseł z informacjami o herpetologach, którzy szczególnie przyczynili się do rozwoju tego działu zoologii (np. G.A. Boulenger, E.D. Cope, E.R. Dunn, Nikolski, F. Werner, R. Mertens czy K.P. Schmidt). Dobrze byłoby zamieścić kilka map ilustrujących rozmieszczenie poszczególnych rodzin płazów i gadów, co ułatwiłoby wyjaśnienie różnych problemów zoogeografii tych grup.

Wprawdzie wiele usterek i wydania zostało usuniętych, tym niemniej jest dość dużo błędów dotyczących nomenklatury. I tak na str. 32 powinno być *Hymenochirus* i *Pseudohymenochirus*, a nie *Chymenochirus* i *Pseudochymenochirus*; str. 67 *Sphenodon*, a nie *Sphaenodon*; str. 71 i 125 Instytut Butantan, a nie Butant; str. 76 huskoscórne, a nie huskoscórne; str. 110 *Crotaphytus*, a nie *Crotapythus*; str. 161 *Bufo woodhousei*, a nie *Bufo woodhousii*; str. 177 *Osteopilus*, a nie *Osteophilus*; str. 245 *Natrix tessellata*, a nie *Natrix tesselata*; str. 295 i 309 *Cheloniidae*, a nie *Chelonidae*; str. 281 *Sphenophryne*, a nie *Sphenophrynae*; str. 298 żółw olbrzymi z Seszeli jest obecnie zaliczany do rodzaju *Megalochelys*, a nie do *Geochelone*. Z kolei żółw stoniowy z Galapagos obecnie zaliczany jest do rodzaju *Chelonoidis*, a nie do *Geochelone* (str. 300).

Osobny problem stanowią nazwy polskie. Wiele gatunków egzotycznych, a nawet europejskich, nie ma ustalonych nazw polskich, stąd cenne są próby ich utworzenia. Jednak w przypadku nazw już używanych należy je stosować. Na str. 19 autor używa nazwy aligator missisipski, a przyjęta jest nazwa polska aligator amerykański; na str. 234 powinno być *boipewa Merrema*, a nie wąż *Merrema*. W każdym przypadku autor używa nazwy gekkon, podczas gdy w naszym piśmiennictwie przyjęta jest nazwa gekon. Dla drzewołazów na str. 43 użyto terminu rodzina, a na str. 115 podrodzina (nieprawidłowo). Na str. 289 autor podaje, że zmija zygakowata poza rezerwatami i parkami narodowymi nie podlega ochronie gatunkowej, tymczasem jest ona chroniona na terenie całego kraju. Charakteryzując płazy bezogonowe podano ich liczbę gatunków — 18 000 (zamiast 1800 — str. 150). Przy charakterystyce płazów ogoniastych autor podaje, że niektóre formy żyją w Ameryce Połud-



niowej — dobrze byłoby wymienić jakie to rodzaje (np. *Bolitoglossa*). Na str. 312 dla żółwika malowanego powinna być nazwa łacińska *Chrysemys picta*, a nie *Chrysemys scripta*. Usterki są również w indeksie nazw łacińskich. Błędy te powinny być usunięte przy kolejnych wydaniach słownika. Można też mieć zastrzeżenia do rysunków niektórych gatunków.

Szkoda, że Wydawnictwo zrezygnowało w obecnej edycji z kolorowych slajdów i pocztówki z głosami płazów. Można było zwiększyć ilość slajdów (lub dodać barwne fotografie płazów i gadów) i dodać jeszcze nagrania głosów naszych płazów na pocztówce.

Popyt na takie wydawnictwa w Polsce jest bardzo duży i wypadałoby, aby kolejne wydania słownika ukazywały się częściej niż co 8 lat. W następnych wydaniach powinna być staranniejsza korekta, gdyż wiele wymienionych usterek w nazewnictwie mogło powstać w wyniku błędów drukarskich.

Antoni Żyłka

#### Informator Krajoznawczy 1986—1987. Oddział Wrocławski PTTK

W minionym okresie w zasadzie w każdym już numerze tego ciekawego kwartalnika Redakcja zamieszczała opracowania dotyczące szeroko pojętego przyrodoznawstwa. Trzeba podkreślić ich niezły poziom, a także na-

wet paranaukowy charakter. Ten ostatni wypływa z faktu, iż wiele doniesień, to w istocie przyczynki naukowe, w których autorzy podają nowe, nieznane dotąd obserwacje terenowe i opisy nowych stanowisk. Niektóre opracowania mają z kolei charakter przeglądowy, syntetyzując i udostępniając wiedzę dotyczącą danego regionu. A oto odnotowane artykuły i doniesienia.

*Regiony fizycznogeograficzne północnej części Dolnego Śląska* (42/1986) i *Środowisko okolic Złotoryi* (43/1986) to teksty K.R. Mazurskiego. *O stanowisku błuszczu pospolitego na północnym skraju Wzgórz Trzebnickich* (44/1986) pisał A. Czermak. *Jaskinie, zjawiska pseudokrasowe i niektóre wulkaniczne na Pogórzu i w Górach Kaczawskich* (45/1986) stanowiły temat J. Koszmidera. *Rezerwat przyrodniczy „Wilcza Góra”* (46/1986) omówiła dokładnie E. Korzeniewska, zaś *Nowe rezerваты przyrody w województwie wrocławskim* (48/1987) — J. Załęski. Ten ostatni autor zaprezentował nadto wyniki inwentaryzacji krajoznawczej, jaką już od kilkunastu lat prowadzi w wojew. wrocławskim. Jej podstawowe wyniki, szeroko uwzględniające informacje przyrodnicze (przede wszystkim w zakresie rozmieszczenia ciekawszych i chronionych roślin, ale też glazów narzutowych itp.), ujął w następujących opracowaniach: *Raków w gminie Długołęka* (46/1987) i *Domaszyn w gminie Długołęka* (49/1987). Należy dodać, iż większość tekstów posiada przejrzyste plany i mapki, a także szkice sytuacyjne, pozwalające dokładnie zlokalizować opisywane obiekty czy obszary.

K.R. Mazurski



15-089 Białystok, ul. Kilińskiego 1, Zakład Biologii Ogólnej AM  
85-039 Bydgoszcz, Pl. Weyssenhoffa 11, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych  
40-032 Katowice 2, ul. Jagiellońska 28, Instytut Botaniki, p. 104  
25-518 Kielce, ul. Rewolucji Październikowej 33, WSP, Zakład Biologii  
31-118 Kraków, ul. Podwale 1  
20-090 Lublin, ul. Jaczewskiego 8, Zakład Patofizjologii AM  
90-011 Łódź, Park Sienkiewicza  
10-744 Olsztyn-Kortowo, Instytut Uprawy Roli i Roślin AR, Zakład Łekarstwa, blok 17  
61-777 Poznań, ul. Woźna 10, m. 7, Pracownia Paleobotaniki IHKM PAN (dr Andrzej Dzięczkowski)  
24-100 Puławy, Osada Pałacowa, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa (dr Zygmunt Jakubczak)  
35-010 Rzeszów, ul. Towarnickiego 1a, Instytut Kształcenia Nauczycieli  
76-200 Słupsk, ul. Arciszewskiego 22b, Dziekanat Wydz. Matem.-Przyr. WSN  
71-550 Szczecin, ul. Królewicza 4  
87-100 Toruń, ul. Gagarina 9, Instytut Biologii  
00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki, piętro 19, pok. 16  
50-328 Wrocław, ul. Kanonia 6/8, Instytut Botaniki U. Wr.  
65-231 Zielona Góra, ul. Siemradzkiego 19. Woj. Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska (mgr J. Mendaluk)

## WSZECHŚWIAT

---

*Rada Redakcyjna:* Henryk Szarski (przewodniczący), Jerzy Vetulani (z-ca przewodniczącego), Adam Łomnicki (sekretarz). Członkowie: Stefan W. Alexandrowicz, Aleksander Koj, Adam Kotarba, Halina Krzanowska, Barbara Płytycz, Tadeusz Ruebenbauer, Adam Zajac, Kazimierz Zarzycki.

*Komitet Redakcyjny:* Jerzy Vetulani (redaktor naczelny), Halina Krzanowska (z-ca red. nacz.), Stefan W. Alexandrowicz, Barbara Płytycz, Adam Zajac, Joanna Diak (sekretarz redakcji).

*Adres Redakcji:* Redakcja czasopisma *Wszechświat*, 31-118 Kraków, ul. Podwale 1, tel. 22-29-24

---

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — ODDZIAŁ W KRAKOWIE, UL. SŁAWKOWSKA 14

---

Nakład 3025+115 egz. Format A4. Ark. wyd. 4,5; druk. 3+2 wklejki. Papier druk. sat. 61×86, 70 g, kl. II i kreda kl. III. Cena zł 80,— Oddano do składania w grudniu 1988 r. Podpisano do druku w czerwcu 1989 r. Zamówienie nr 732-K-89. O-20. Druk ukończono w lipcu 1989 r.

---



## WARUNKI PRENUMERATY MIESIĘCZNIKA „WSZECHŚWIAT”

Cena prenumeraty na r. 1989

półrocznie zł 480,—

rocznie zł 960,—

Prenumeratę krajową przyjmują i informacji o cenach udzielają urzędy pocztowe i doręczyciele na Terminy przyjmowania prenumeraty krajowej i za granicę:

wsiach oraz Oddziały RSW „Prasa-Książka-Ruch” w miastach.

do 10 listopada br. na I półrocze roku następnego i cały rok następny.

do 1 czerwca na II półrocze roku bieżącego.

Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę przyjmuje RSW „Prasa-Książka-Ruch”, Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw, 00-958 Warszawa, ul. Towarowa 28, konto PBK XIII OM Warszawa nr 370044-1195-139-11.

Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę pocztą zwykłą jest droższa od prenumeraty krajowej o 50% dla zleceniodawców indywidualnych i o 100% dla instytucji i zakładów pracy.

Bieżące i archiwalne numery można nabyć lub zamówić we Wzorcowej Ośrodku Rozpowszechniania Wydawnictw Naukowych PAN, 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter).

## PRZEPISY DLA AUTORÓW

„Wszechświat” jest pismem popularyzującym wiedzę przyrodniczą, przeznaczonym dla wszystkich przyrodników, zainteresowanych naukami przyrodniczymi, a zwłaszcza młodzieży licealnej i akademickiej.

„Wszechświat” zamieszcza opracowania popularnonaukowe ze wszystkich dziedzin nauk przyrodniczych, ciekawe obserwacje przyrodnicze oraz fotografie i zaprasza do współpracy wszystkich chętnych.

Nadsyłane do „Wszechświata” materiały są recenzowane przez redaktorów i specjalistów z odpowiednich dziedzin, o ich przyjęciu do druku lub odrzuceniu decyduje ostatecznie Komitet Redakcyjny. Początkującym autorom Komitet będzie niósł pomoc w opracowaniu materiałów lub wyjaśniał ewentualne powody nieprzyjęcia do druku publikacji.

„Wszechświat” drukuje materiały w formie artykułów, drobiazgów przyrodniczych, różności, zdjęć na okładce lub wkładce kredowej, a także listów do redakcji. „Wszechświat” może także drukować recenzje z książek przyrodniczych.

Artykuły powinny stanowić oryginalne opracowania na przystępnym poziomie naukowym, napisane żywo i interesująco nawet dla laika; pożądane jest ilustrowanie artykułu interesującymi fotografiami, rycinami lub schematami, odradza się natomiast tabele. Artykuły nie powinny zawierać odnośników do piśmiennictwa. Jeżeli artykuł stanowi opracowanie pojedynczego artykułu naukowego, zamieszczonego w czasopiśmie obcojęzycznym, wymagane jest umieszczenie odnośnika źródłowego. Objętość artykułu winna wynosić 4—8 (9) stron maszynopisu.

*Drobiazgi przyrodnicze* są krótkimi artykułami, liczącymi 1—3 strony maszynopisu. Również i tu ilustracje są mile widziane. „Wszechświat” zachęca do publikowania w tej formie własnych obserwacji.

*Różności* są krótkimi notatkami z bieżącego obcojęzycznego piśmiennictwa naukowego o najwyższym standardzie światowym. Ich objętość wynosi od 0,3 do 1 strony maszynopisu. Obowiązuje podanie źródła (czasopismo, rok, tom, strona).

*Listy do Redakcji* mogą być różnego typu. Tu drukujemy m.in. uwagi co do artykułów i innych materiałów drukowanych we „Wszechświecie”. Redakcja zastrzega sobie prawo selekcji listów.

*Recenzje* z książek muszą być interesujące dla czytelnika, dostarczając mu nowych wiadomości. Objętość nie powinna przekraczać 2 stron maszynopisu.

Materiały wydrukowane honorowane są zgodnie z przepisami prawa autorskiego. Materiały powinny być przesłane jako starannie wykonane maszynopisy (30 linijek na stronę, ok. 60 uderzeń na linijkę, pisane przez czarną, nową taśmę) z jedną kopią. Tabele należy pisać na osobnych stronach. Ryciny winny być numerowane i podpisane. Opis rycin na osobnym arkuszu. Przy artykułach autorzy winni podać dokładny adres, tytuł naukowy, stanowisko i nazwę zakładu pracy, oraz informacje, które chcieliby zamieścić w opracowanej przez Redakcję notce biograficznej.