

 WSZECHŚWIAT
PISMO PRZYRODNICZE

TOM 85 NR 2

LUTY 1984



TREŚĆ ZESZYTU 2 (2242)

M. Śmiałowska, Histofluorescencyjne metody badania monoaminowych neuroprzekazników w mózgu	25
J. Romanowski, Organizacja społeczna naczelnych	28
R. Kaźmierczakowa, Len włochaty <i>Linum hirsutum</i> L. — rzadki i zagrożony wyginięciem składnik kserotermicznej flory Polski	30
B. Nosol, Przemysłowe pola elektryczne a środowisko przyrodnicze	33
W. Stęślicka-Mydlarska, Spory o wiek Lucy	36
M. Czekalski, M. Morozowska: Rośliny strączkowe w życiu człowieka	38
Cz. Wronkowski, Linus Carl Pauling — jeden z twórców chemii kwantowej i badacz budowy białek	40

Drobiazgi przyrodnicze

Szczepionka przeciw trądowi (J. G. V.)	43
Wpływ cyjanku na metabolizm (G. Bartosz)	43
Jak powstają rafy koralowe (A. Krzanowski)	44
Wszechświat przed 100 laty	45
Różnorodności	46

Recenzje

M. Witkowska: Palmy (M. Czekalski)	47
J. Jakál i in.: Praktická speleológia (Z. Wójcik)	48

Spis plansz

- I. FLUORESCENCJA MONOAMIN w mózgu szczura. Powiększenie 300 ×. A — komórki katecholaminowe w rdzeniu przedłużonym należące do grupy A7. Silna fluorescencja w cytoplazmie ciał komórkowych otacza ciemne, niefluoryzujące jądro. Widoczne są również słabiej fluoryzujące wypustki; B — fluoryzująca komórka katecholaminowa w substancji siateczkowej śródmózgowia. Krótkimi wypustkami dochodzi ona do przechodzących obok włókien serotoninowych; C — typowy obraz paciorkowatych zakończeń katecholaminowych w podwzgórzu; D — fluorescencja w pęczkach aksonów serotoninowych w śródmózgowiu
- IIa. PANORAMA Z GRZESIA. Tatry. Fot. M. Ferchmin
- IIb. WIDOK ZE SZCZYTU ŚNIEŻNIKA. Sudety. Fot. M. Ferchmin
- III. SAN koło Sanoka. Dno rzeki przy niskim stanie wody. Fot. J. Korpala
- IV. SKAŁA W REJONIE KOMINIARSKIEGO WIERCHU. Fot. H. Vogel

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

TOM 85
(ROK 103)

LUTY 1984

ZESZYT 2
(2242)

MARIA SMIAŁOWSKA (Kraków)

HISTOFLUORESCENCYJNE METODY BADANIA MONOAMINOWYCH NEUROPRZEKAŹNIKÓW W MÓZGU

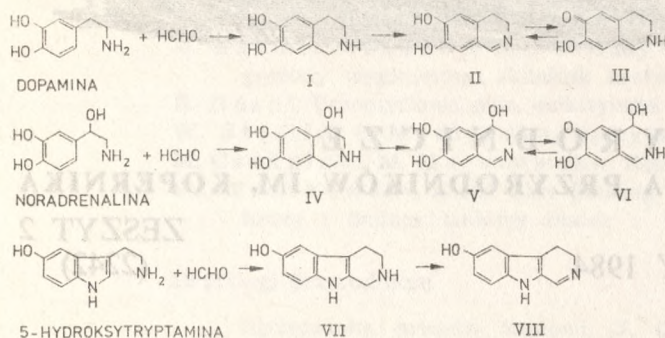
Substancjami pełniącymi szczególną rolę w funkcji mózgu są neuroprzeźniki — związki chemiczne pośredniczące w przekazywaniu impulsów elektrycznych pomiędzy neuronami. Do początku lat 60. nie umiano wykazywać ich metodami histochemicznymi. Obecnie można już uwidaczniać niektóre z nich. Jednymi z najwcześniej i najlepiej poznanych są neuroprzeźniki monoaminowe: katecholaminy (noradrenalina i dopamina) oraz indolamina 5-hydroksytryptamina (serotonina). O monoaminach tych wiedziano w latach 50. i 60., że występują w mózgu, są nierównomiernie rozmieszczone i pełnią ważną rolę w jego funkcji. Stwierdzono, że biorą one udział w regulacji ruchów dowolnych, temperatury, snu, odczucia bólu, stanów emocjonalnych i wydzielania hormonów. Zaburzenia funkcji neuronów monoaminowych występują w schorzeniach neurologicznych i psychicznych.

Próby histochemicznego wykazania monoamin w systemie nerwowym nie przynosiły początkowo pozytywnych rezultatów. Zastosowana w tym celu reakcja chromafinowa, przy pomocy której obserwowano występowanie i rozmieszczenie adrenaliny i noradrenaliny w rdzeniu nadnerczy okazała się w przypadku tkanki nerwowej nieprzydatna. Jeszcze w 1932 roku niezależnie od siebie Erös i Hamperl, a w 1959 roku Eränko stwierdzili w komór-

kach chromafinowych nadnerczy utrwalonych w formaldehydzie, fluorescencję pod wpływem światła ultrafioletowego. Badania nad możliwością zastosowania formaldehydu w celu histochemicznego wykazania monoamin w systemie nerwowym prowadziła następnie grupa badaczy szwedzkich: Falck, Hillarp, Carlsson, Thieme, Torp, Corrodi i Johnsson, a później także inni. Badania te doprowadziły do opracowania metody histofluorescencyjnej opublikowanej w latach 1962—1964 przez Falcka i współpracowników, pozwalającej na uwidocznienie monoamin w komórkach, włóknach i zakończeniach nerwowych zarówno obwodowego, jak i ośrodkowego układu nerwowego. Podstawą chemiczną metody histofluorescencyjnej Falcka jest kondensacja monoamin z formaldehydem (ryc. 1). Katecholaminy kondensują przy tym do pochodnych izochinolinowych o intensywnej zielonej fluorescencji, a 5-hydroksytryptamina do pochodnych karbolinowych, fluoryzujących żółto.

Wykonanie metody histofluorescencyjnej dla monoamin zostało dokładnie opisane; jest to dość żmudne i wymaga ścisłego przestrzegania wielu parametrów takich, jak wilgotność, temperatura, czas reakcji, sposób przygotowania i przechowywania tkanki oraz odpowiedniego układu filtrów w mikroskopie. Zaletą jej jest bardzo wysoka czułość i swoistość. Dodatkowe

zastosowanie środków farmakologicznych i pomiarów mikrospektrofluorymetrycznych umożliwiło rozróżnienie pomiędzy podobnie fluoryzującą noradrenaliną a dopaminą. Stwierdzenie zależności pomiędzy natężeniem fluorescencji a stężeniem wykazanej aminy pozwoliło na ściśle anatomicznie zlokalizowane badanie zmian zawartości monoamin w poszczególnych neuronach, a nawet częściach neuronu, pod wpływem różnych czynników fizjologicznych, środków farmakologicznych i leży.



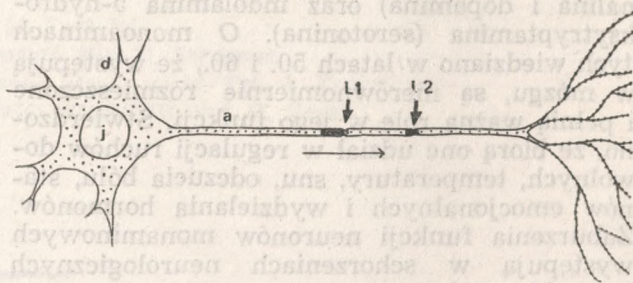
Ryc. 1. Tworzenie się fluoroforów w reakcji histochemicznej pomiędzy monoaminami a formaldehydem (HCHO). Katecholaminy: dopamina i noradrenalina kondensują do tetrahydroizochinolin (I i IV), które następnie ulegają dehydrogenacji do dihydroizochinolin (II i V). W środowisku obojętnym lub lekko zasadowym (pH 7–10) fluorofory te występują w tautomerycznej formie chinoidalnej (III i VI) o silnej fluorescencji. Podobnej reakcji ulega 5-hydroksytryptamina, która kondensuje z formaldehydem do odpowiednich pochodnych — karbolinowych: tetrahydro (VII), a następnie dihydro (VIII).

W późniejszych latach powstało kilka modyfikacji metody Falcka, których celem było jej uproszczenie lub wzrost efektywności. Wszystkie jednak opierają się na tej samej reakcji chemicznej — kondensacji monoamin z grupą aldehydową. Jako dawcy grupy aldehydowej używano w tych metodach kwasu glioksalowego, aldehydu glutarowego lub ich mieszanin z formaldehydem. Różne też było traktowanie tkanki przed reakcją. Bardzo prostą i szybką metodę opracował De La Torre i współpracownicy, stosując do kondensacji katecholamin roztwór kwasu glioksalowego. Ze świeżej tkanki można było uzyskać gotowe, fluoryzujące preparaty w kilkanaście minut.

Opracowanie metody histofluorescencyjnej przez Falcka wprowadziło ogromny i szybki postęp w wielu dziedzinach związanych z badaniami budowy i funkcji mózgu. Poznano i opisano anatomiczną lokalizację komórek nerwowych, dróg i zakończeń, w których występują neuroprzekaźniki — noradrenalina, dopamina i serotonina. Stwierdzono również, że wyróżnione grupy komórek niezupełnie pokrywają się z jądrami komórkowymi opisanymi w klasycznej neuroanatomii. Najwięcej badań wykonano na mózgach szczurów, ale badano również tą metodą mózgi innych gryzoni, psów, kotów, małp, a także człowieka. U człowieka i ssaków obserwowano ponadto tworzenie się i rozwój neuronów monoaminowych podczas rozwoju osobniczego (ontogenezy). Ba-

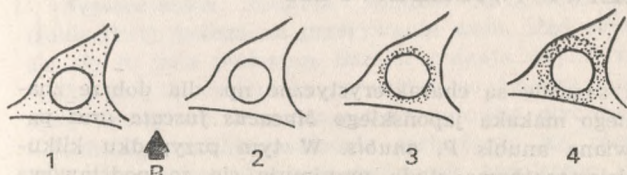
dania anatomiczne rozmieszczenia neuronów monoaminowych przeprowadzono również na niższych kręgowcach: rybach, płazach i gadach. Stwierdzono przy tym, że zasadniczy plan budowy i połączeń struktur monoaminowych jest u wszystkich kręgowców podobny, co świadczy o tym, że struktury te są ewolucyjnie stare, wspólne dla całej gromady kręgowców. Neuroprzekaźniki monoaminowe występują również w komórkach nerwowych bezkręgowców i opisywano je między innymi u ślimaków, owadów i wirków. Wydaje się więc, że monoaminy są jednymi z podstawowych, filogenetycznie bardzo starych przekaźników nerwowych, wspólnych dla wielu organizmów zwierzęcych.

Oprócz neuroanatomii, metoda histofluorescencyjna Falcka znalazła też zastosowanie w niektórych dziedzinach neurofizjologii, neurofarmakologii i neuropatologii. Stosowano ją na przykład do badania syntezy i transportu monoamin w neuronach. I tak w latach 1966–1967 Annica Dahlström (należąca do grupy badaczy szwedzkich, współtwórców metody) badała przy jej pomocy transport noradrenaliny w nerwie kulszowym kota i szczura. Stosowała w tym celu podwiązanie nerwu (ligację), pojedyncze lub podwójne. Metoda ta, wprowadzona wcześniej przez Lubińską i współpracowników z Instytutu Biologii Doświadczalnej PAN im. M. Nenckiego w Warszawie do badania transportu w nerwach cholinergicznym, pozwalała na wybiórcze przerwanie ciągłości aksonów bez uszkodzenia otaczających tkanek. Następnie Dahlström obserwowała w mikroskopie fluorescencyjnym gromadzenie się noradrenaliny przed każdym podwiązaniem (ryc. 2). Obserwacje zasięgu gromadzenia się aminy w różnym czasie po podwiązaniu pozwoliły na stwierdzenie jej transportu z ciała komórkowego do zakończeń i określenie jego szybkości na 5–10 mm/godz. Stwierdzono również, że mechanizm tego transportu nie jest bezpośrednio zależny od łączności z ciałem komórki i zakończeniem, gdyż zachodzi również w odcinku pomiędzy podwiązaniami. Ilość gromadzącej



Ryc. 2. Schemat ukazujący typowe rozmieszczenie fluorescencji monoaminowej w neuronie noradrenar-gicznym oraz zmiany zachodzące po podwiązaniu aksonu (ligacji); j — jądro komórkowe, d — dendryty, z — rozgałęzione zakończenie z typowymi paciorkowatymi fluoryzującymi zgrubieniami. Amina (kropki) transportowana jest z ciała komórki poprzez akson (a) do zakończeń i gromadzi się po kilku godzinach (obszary zaczerpnione w aksonie) przed pierwszą ligacją L1 i na krótszym odcinku przed drugą ligacją L2. Bardzo nieznaczne gromadzenie fluorescencji obserwuje się też za ligacjami, co może świadczyć o niewielkim transporcie wstecznym aminy

się noradrenaliny jest tam jednak znacznie mniejsza niż przed pierwszym podwiązaniem, gdyż brak dopływu świeżej aminy z ciała komórki. Innym sposobem badania syntezy i transportu monoamin było zastosowanie rezerpiny, środka farmakologicznego powodującego nieodwracalne wypłukanie monoamin z ziarnistości neuronalnych. Po dootrzewnowej iniekcji rezerpiny w dużej dawce (dla szczurów 10 mg/kg ciężaru ciała) monoaminy muszą być na nowo zsintetyzowane przez neuron. Badania te prowadzili głównie Dahlström i Fuxe, zarówno w obwodowym, jak i w ośrodkowym układzie nerwowym szczurów, wykazując, że po początkowym zaniku fluorescencji po rezerpinie pojawia się ona ponownie najpierw tylko w obszarze okołojądrowym neuronu, a następnie stopniowo rozprzestrzenia się na cały neuron i jego wypustki (ryc. 3). Świadczy to o tym, że nowo syntetyzowana amina pojawia się najpierw w rejonie okołojądrowym i następnie transportowana jest do dalszych części neuronu.



Ryc. 3. Schemat zmian fluorescencji monoaminowej w neuronie po wypłukaniu monoamin z ziarnistości przez rezerpinę (R), na przykładzie komórki nerwowej z grupy A1 w rdzeniu przedłużonym. Fluorescencję oznaczono kropkami; 1 — neuron normalny, 2 — około trzech godzin po podaniu rezerpiny, zupełny zanik fluorescencji, 3 — około 8 godzin po rezerpinie, 4 — około 15 godzin po rezerpinie

Obserwacje zmian zawartości katecholamin prowadzono także po lokalnych uszkodzeniach kory mózgowej. W eksperymentach tych czynnikiem uszkadzającym było lokalne niedokrwienie wywołane zaciśnięciem jednej z tętnic mózgowych. U zwierząt doświadczalnych poddanych takiemu zabiegowi stwierdzono rozległe zmiany natężenia fluorescencji katecholaminowej w zakończeniach nerwowych w obszarach kory leżących poza miejscem uszkodzenia oraz w ciałach komórkowych neuronów wysyłających swe zakończenia do kory, a skupionych w miejscu sinawym na dnie komory IV mózgu. Obserwowano początkowo spadki (po 5 dniach), a potem wzrosty (po 40 dniach) natężenia fluorescencji. W świetle tych wyników autorzy przypuszczają, że apatia i spowolnienie ruchowe opisywane u ludzi po niektórych uszkodzeniach mózgu mogą być związane z rozległymi zmianami fizjologicznymi w neuronach katecholaminowych.

Metodę histofluorescencyjną dla monoamin stosowano również do badania mechanizmów pobierania neuroprzekazników przez komórki nerwowe. Zwłaszcza interesujące wyniki uzyskali Kałuza, Szydłowska, Kowalska i Vetulani z Instytutu Farmakologii PAN w Krakowie, obserwując zmiany wychwyty noradrenaliny przez komórki nerwowe i glejowe w onto-

genezie. Badania prowadzone w hodowli tkankowej na materiale pobranym od szczurów w różnym wieku, od 1 do 36 dni, wykazały między innymi, że u noworodków komórki glejowe są zdolne do wychwyty noradrenaliny, prawdopodobnie chroniąc w ten sposób komórki nerwowe przed ewentualnym nadmiarem tej aminy, która u zwierząt bardzo młodych może przechodzić z krwi do mózgu, gdyż w tym okresie tzw. bariera krew—mózg nie jest jeszcze wykształcona.

Metoda histofluorescencyjna pozwoliła na stwierdzenie wybiórczego wpływu niektórych leków na zmiany zawartości lub szybkości zużycia poszczególnych monoamin w niewielkich strukturach mózgu. I tak na przykład posługując się tą metodą w badaniach prowadzonych w Instytucie Farmakologii PAN w Krakowie, stwierdziłam, że kwas gamma-hydroksymasłowy i kilka związków o podobnym hamującym działaniu, podnoszą zawartość katecholamin w zakończeniach w mózdku i nowopąrkowiu, nie zmieniając jej w sposób widoczny w innych okolicach mózgu. Innym przykładem może być stwierdzenie zmian fluorescencji 5-hydroksytryptaminowej po chloroimipraminie, związku o działaniu przeciwdepresyjnym. Związek ten powoduje zanik żółtej fluorescencji serotoninowej w komórkach nerwowych i równocześnie pojawienie się jej pozakomórkowo. Wynik ten przemawia za hamowaniem przez chloroimipraminę zwrotnego wychwyty wydzielonej serotonininy.

W niektórych doświadczeniach wykonuje się wybiórcze uszkodzenia określonych grup komórek nerwowych mózgu przy pomocy związków neurotoksycznych, w celu badania roli tych struktur w funkcji mózgu oraz ich połączeń anatomicznych. Metoda histofluorescencyjna Falcka umożliwia określenie zasięgu i swoistości uszkodzenia w obrębie struktur monoaminowych. Jedną z neurotoksyn stosowanych do badań neuronów monoaminowych jest 6-hydroksydopamina, niszcząca wybiórczo neurony katecholaminowe. Podana domózgowo w okolicy istoty czarnej, powoduje zanik neuronów dopaminowych położonych w części zbittej istoty czarnej i w konsekwencji liczne zaburzenia ruchowe. Wspomnieć przy tym warto, że degeneracje tej grupy komórek dopaminowych obserwuje się u ludzi cierpiących na zaburzenia ruchowe zwane chorobą Parkinsona. Neurony dopaminowe istoty czarnej wysyłają swoje aksony do nowopąrkowia i droga ta stanowi fragment tzw. układu pozapiramidowego, biorącego udział w koordynacji ruchów dowolnych. W ostatnich kilku latach Björklund i współpracownicy dokonywali u szczurów przeszczepów embrionalnej istoty czarnej do mózgów szczurów dorosłych pozbawionych uprzednio tej struktury i stwierdzili metodą histofluorescencyjną przyjmowanie się przeszczepu i odtwarzanie przez niego brakującej drogi dopaminowej do nowopąrkowia. Wraz z regeneracją struktury powracały prawidłowe funkcje ruchowe. Być może stoimy więc u progu nowej ery neurochirurgii, w któ-

rej można będzie leczyć niektóre schorzenia związane z degeneracją różnych grup neuronów przy pomocy przeszczepów odpowiednich fragmentów mózgu.

Metoda histofluorescencyjna nie jest jedynym sposobem wykrywania obecności monoamin w mózgu. Szeroko stosowane są również metody biochemiczne, które pozwalają na dokładny pomiar ilościowy badanej monoaminy we fragmentach mózgu. Można przy tym metodami biochemicznymi oznaczać również ilość powstających metabolitów i w ten sposób wnioskować o aktywności neuronów. Jednak metodami biochemicznymi oznacza się te substan-

cje w homogenatach lub subfrakcjach komórkowych z różnej wielkości wycinków tkanki, zawierającej różnego typu komórki. Natomiast metodą histofluorescencyjną można obserwować rozmieszczenie badanych amin w poszczególnych komórkach i subtelne zmiany tego rozmieszczenia, które mogą często być nieuchwytnie w badaniu biochemicznym, a niezwykle istotne dla zrozumienia natury procesów zachodzących w ośrodkowym układzie nerwowym.

Dr Maria Smałowska jest adiunktem Instytutu Farmakologii PAN w Krakowie.

JERZY ROMANOWSKI (Warszawa)

ORGANIZACJA SPOŁECZNA NACZELNYCH

Wielu badaczy zajmujących się życiem społecznym konkretnych gatunków naczelnych, próbowało następnie wyniki swych badań uogólnić. Żadna z tak powstałych teorii swym zasięgiem nie objęła wszystkich naczelnych, a coraz szersze obserwacje wskazywały, że problem jest bardziej złożony. Posługiwanie się tymi teoriami wymagało podawania coraz większej ilości wyjątków, co wynikało z dwóch podstawowych przyczyn. Po pierwsze, wśród naczelnych mamy dużo zwierząt prowadzących samotny tryb życia: wiele małpatek, część naczelnych Nowego Świata. Drugim powodem jest duża różnorodność organizacji społeczeństw naczelnych. Krótki przegląd typów tych organizacji społecznych ustrzeże nas przed przyjęciem jednego lub dwóch prostych uniwersalnych mechanizmów społecznych. Pomijając zwierzęta samotnicze, naczelne tworzą najróżniejsze grupy: tak małe, jak para rodziców z potomstwem i tak duże, jak liczące kilkaset osobników stada pawianów. Przykładem najmniejszych są monogamiczne grupy rodzinne gibbonów. Grupa gibbona białorekiego *Hylobates lar* składa się z pary rodziców i ich potomstwa i liczy od dwóch do sześciu zwierząt. Młode przed osiągnięciem dojrzałości płciowej, tzn. w wieku około 7 lat opuszczają grupę. Inne gibbony mogą żyć w większych grupach, liczących u huloka *H. hoolock* około 20 osobników, lecz zawsze są to grupy monogamiczne.

Inną charakterystyczną jednostką społeczną naczelnych jest grupa jednego samca (one male unit). Tworzy ją kilka (kilkanaście) dojrzałych samic i jeden dorosły samiec oraz potomstwo. Właśnie w takich grupach żyje afrykański huzar zwykły *Erythrocebus patas*. Grupy jednego samca mogą być podstawą wyższego poziomu organizacji społecznej. Na przykład samce pawianów płaszczowych *Papio hamadryas* gromadzą wokół siebie kilka samic, tworząc swego rodzaju haremy, które z kolei skupiają się w większe gromady, wspólnie zdobywając pożywienie.

Stada składające się z wielu dorosłych samic

i samców są charakterystyczne np. dla dobrze znanego makaka japońskiego *Macacus fuscata* oraz pawiana anubis *P. anubis*. W tym przypadku kilkudziesięcioposobowe stado przyjmuje się za podstawową jednostkę społeczną, uważając, że powstające w jego obrębie grupy zaprzyjaźnionych samców, matek z dziećmi czy też grupy bawiących się młodych nie są jakościowo jednostkami społecznymi.

Warto tutaj wspomnieć o jeszcze jednym, wyższym poziomie organizacji społecznej naczelnych. Tak na przykład badając porządek społeczny pawianów płaszczowych, wyróżniono trzy poziomy organizacji: grupy jednego samca, gromady utworzone z tych grup oraz stada zbierające się na nocleg (sleeping troops). Przy tym każdy z wyższych poziomów nie jest przypadkową aglomeracją, a posiada swą własną organizację.

Oczywiście, haremowy typ organizacji pociąga za sobą powstawanie pewnej nadwyżki samców, które nie są dopuszczane do rozrodu. Zwykle zbierają się one w odrębne grupy — tzw. bandy kawalerów, różniące się od heteroseksualnych grup spójnością i organizacją.

Podstawę organizacji społecznej naczelnych stanowią dwa systemy. Jeden z nich oparty jest na hierarchii dominacji, drugi na podziale funkcji wśród członków stada. Chciałbym omówić te systemy na przykładzie społeczeństwa makaka japońskiego.

Najbardziej uderzającą cechą behawioru społecznego tych małp jest występowanie hierarchii dominacji. Na jej szczycie znajduje się dorosły samiec. Dominuje on nad pozostałymi członkami stada i dlatego nazywany jest dominantem lub samcem α . Bezpośrednio pod nim w hierarchii stada znajduje się kilka samców o wysokiej pozycji (subleaders), dominujących wyraźnie nad pozostałymi samcami, określanych jako peryferyjne, gdyż w naturalnych warunkach żyją na peryferiach stada. Zarówno w grupie subleaders, jak i wśród samców peryferyjnych ustalają się stosunki dominacji. Prowadzi to do powstania w zasadzie liniowej struktury hierarchicz-

nej. Jednym z wariantów dominacji w stadzie jest trójkąt. W tym przypadku osobnik A dominuje nad B, osobnik B nad C, a ten z kolei dominuje nad osobnikiem A. Trójkąt może występować na dowolnym poziomie społeczeństwa. Wśród samców występuje odrębna hierarchia dominacji. Pozycja samicy zależy między innymi od tego, czy jest ona atrakcyjna płciowo lub czy została matką (w takich sytuacjach pozycja samicy podnosi się).

Istnienie hierarchii społecznej ma olbrzymie znaczenie adaptacyjne: prowadzi do łagodzenia nieporozumień i zatargów w stadzie, określa funkcje pełnione przez każdego jego członka.

Wielu ciekawych wiadomości o roli osobnika w grupie w kontekście jego pozycji socjalnej dostarcza artykuł G. Eaton *Porządek społeczny makaka japońskiego*. Rola dominanta polega głównie na ochronie stada i kierowaniu jego ruchami. W badanym stadzie obserwowano wielokrotnie jak dominant przewodzący 1 lub 2 samcom o wysokiej pozycji i kilku samicom bronił poszczególnych członków stada przed pielegniarzami. Pozostali przywódcy cofali się z resztą stada.

Najważniejsza funkcja samców drugorzędnych (subleaders), polega na przerywaniu walk, stąd określa się ją jako policyjną. Samiec reaguje zwykle na walkę innych osobników, przeganiając zwierzę bardziej agresywne. Przyczyną tego pozornie etycznego z ludzkiego punktu widzenia zachowania się może być fakt, że np. ekspresje zwierzęcia broniącego się łagodzą agresję samca-policyjanta, podczas gdy pokazy atakującego — wzmagają ją.

Okazyjnie dominant gra drugoplanową rolę w epizodach policyjnych. W jego obecności „policyjanci” zachowują się niezdeterminowane, na przemian strasząc walczących i oglądając się w stronę dominanta. Jeśli ten grozi w ich stronę — odchodzą nie ingerując w walkę, gdy gestykuje zachęcająco — przerywają natychmiast walkę.

Główna rola samców peryferyjnych to ostrzeganie stada przed wrogami i pomoc przy obronie stada. Często bawią się z młodymi; w czasie tych zabaw młode uczą się sporo o życiu w stadzie. Samce peryferyjne nie są tak ściśle związane ze stadem, jak inni jego członkowie, często wędrują ze stada do stada; zapewniając w ten sposób wymianę materiału genetycznego między różnymi stadami — chronią je przed zbytnią wsobnością.

W swym artykule Eaton próbuje również odpowiedzieć na pytanie, od jakich czynników zależy pozycja socjalna osobnika w stadzie makaka japońskiego. Warto jednak zaznaczyć, że badane stado nie żyło w naturalnych warunkach, a w specjalnej, obszernej zagrodzie. Oznaczało to pewną stabilizację warunków, w jakich żyły małpy i nie mogło pozostać bez wpływu na ich zachowanie. Wyniki badań wskazują, że w obserwowanym stadzie wysoka pozycja nie zależała od siły fizycznej, wielkości zwierzęcia i jego agresywności. Dominant był jednym z najmniejszych samców, utracił ząb i oko. Pozostałe samce o wysokiej pozycji również nie miały często kłów i były mniej agresywne od reszty. Jednak obserwacje Eaton i współpracowników dotyczą stada o organizacji w wysokim stopniu ustabilizowanej: w ciągu 6 lat badań nie było żadnych prób obalenia dominanta. Tak więc nie wiemy, czy w momencie zdobywania przez zwierzę wyższej pozycji agresyw-

ność rzeczywiście nie ma znaczenia. Z całą pewnością natomiast po zdobyciu przez danego osobnika wyższej pozycji jego agresywność się zmniejsza, gdyż otrzymując więcej oznak szacunku nie musi ciągle wspierać swej pozycji grożeniem lub atakowaniem.

Prowadzone w naturalnych warunkach obserwacje stad makaków japońskich pozwoliły stwierdzić, że pozycja zwierzęcia jest ściśle związana z pozycją matki. Im wyższą pozycję posiada matka, tym wyższa będzie pozycja jej dzieci. Może mieć to związek z tym, że dzieci wiele uczą się od matek przez naśladownictwo. Należy się spodziewać, że dzieci samców dominujących częściej przyjmują postawę dominującą w stosunku do rówieśników. Walki młodzieńcze są często przerywane przez zaniepokojone krzykami swych dzieci samice, przy czym z pola bitwy ucieka z dzieckiem ta o niższej pozycji. Gdy taka sytuacja się powtarza, dziecko samicy znajdującej się niżej w hierarchii stada ucieka przed grożącym rówieśnikiem, nawet gdy w pobliżu nie ma matki-dominantki.

Wysoka pozycja zwierzęcia w dużym stopniu zależy od jego doświadczenia. Wskazuje na to między innymi fakt, że pozycję dominanta zdobywają na ogół 19-letnie samce, mimo że już w wieku 4 lat są one dojrzałe płciowo, a pełnię sił fizycznych osiągają w wieku 10 lat.

Nasuwa się pytanie, czy pozycja osobnika w społeczności zależy tylko od tych czynników i czy zawsze od tych samych, w ten sam sposób, u różnych naczelników? Oczywiście, że nie. Po pierwsze, oprócz wymienionych: pozycji matki, doświadczenia, agresywności i siły fizycznej, pewne znaczenie mają także czynniki jak posiadanie rodzeństwa lub przyjaciół, inteligencja, tzw. dążenie do dominacji. Po drugie, określone czynniki u różnych gatunków mają różny wpływ — u jednych większy, u innych mniejszy. Można powiedzieć, że u różnych gatunków czynniki decydujące o pozycji zwierzęcia tworzą różnorodne kombinacje.

Czas zastanowić się nad przyczynami powstawania społeczności naczelników. Pytanie, co daje łączenie się w grupy, lub dlaczego zwierzęta łączą się w grupy, nie jest pytaniem nowym. Dzisiaj rozpatrujemy to pytanie w kategoriach adaptacyjnych i dlatego formułujemy je inaczej: dlaczego organizacja społeczna ma pozytywną wartość przystosowawczą. Niewątpliwie organizacja społeczna rozwinęła się z powodu wpływu na zwiększanie przeżywalności poszczególnych osobników i ich potomstwa, a tym samym gatunku. Mechanizmy socjalne, związane z takimi zachowaniami jak obrona przed drapieżnikami, rozmnażanie, opieka nad potomstwem, wykorzystanie zasobów środowiska, mają łatwy do zauważenia związek z przeżywalnością członków społeczeństwa. Naczelnice, przystosowując się do różnych środowisk i w oparciu o różne podstawy biologiczne, wykształciły wiele typów organizacji społecznych o odmiennej strukturze i liczebności, co ukazano na początku artykułu. Różnice pomiędzy gatunkami dotyczą również mechanizmów społecznych i odpowiadających im zachowań. Na przykład, bardzo ważnym obok iskania, zachowaniem społecznym, utrwalającym spójność grupy, jest zbieranie się członków małpich społeczności (przed wszystkim samic) przy matce z noworodkiem. Zwierzęta przyglądają się z uwagą noworodkowi, starają się go dotknąć i wziąć na ręce. Matki wielu gatunków, np. pawiana anubis, pozwalają innym sami-

com brać na ręce swe dziecko. Natomiast samice huzara zwykłego, również afrykańskiego gatunku, żyjącego w podobnym środowisku, nigdy nie oddają swego dziecka ani nie pozwalają mu się oddalić. Ta z pozoru nieistotna różnica ma duże znaczenie dla bezpieczeństwa dzieci i wiąże się z różnymi mechanizmami obrony stada przed wrogami. Gdy w pobliżu stada pawianów pojawia się wróg, rozlega się ostrzegawcze szczekanie młodych samców, otaczających stado. Jeśli tym wrogiem jest szakal, kilka samców rusza mu naprzeciw. Gdy stado atakuje groźniejszy leopard, pawiany reagują inaczej: grupa dominantów i starszych samców próbuje odeprzeć drapieżnika, podczas gdy reszta stada ucieka w bezpieczne miejsce. Jeśli stado zagraża lew, pawiany rzucają się do ucieczki nie próbując walczyć. Dominanci i najsilniejsze samce zamykają ucieczkę.

Inną taktykę obrony stosują huzary. W obliczu zagrożenia stado rozprasza się, każde zwierzę ucieka w innym kierunku. Brak jest współdziałania, widocznego w zachowaniu pawianów. Dziecko, które odłączyło się od matki, w takiej sytuacji byłoby skazane na śmierć. Taktyka obrony, polegająca na ataku, w połączeniu z dużą siłą fizyczną i potężnymi klami samców pawianów, okazała się tak samo skuteczna, jak metoda błyskawicznego rozproszenia i ucieczki lekko zbudowanych i szybko poruszających się po ziemi huzarów. Stało się to możliwe również dzięki temu, że mechanizm obrony jest wzajemnie powiązany ze strukturą i organizacją stada. Rozproszenie jest skuteczne, gdy liczebność stada huzarów nie przekracza kilkunastu osobników, tzn. jest dużo mniejsza od liczebności stada pawianów, w którym z kolei

liczba dorosłych samców pozwala odeprzeć leoparda. Grupą huzarów kierują samice, a samiec pełni obowiązki strażnika. Natomiast działalnością stada pawianów kierują przywódcy. Występowanie kilku przywódców pozwala stadu przetrwać, gdy dominant ginie, np. w starciu z leopardem. Jego pozycję natychmiast przejmuje umiarkowany kierować stadem drugi w hierarchii społecznej samiec.

Opisując (oczywiście w sposób bardzo niepełny) organizację społeczną makaka japońskiego, pawiana anubis i huzara zwykłego, chciałem nie tylko ukazać wzajemną zależność pomiędzy mechanizmami społecznymi, środowiskiem, organizacją społeczną i budową ciała. Chciałem również pokazać jak silnie o zachowaniu tych małp, obok czynników biologicznych, decydują czynniki społeczne. Niech o roli czynników społecznych świadczy też fakt, że izolowana ze społeczeństwa małpa nie rozwija się normalnie. Organizacja społeczna naczelnych rozwinęła się w procesie ewolucji z powodu swej wartości adaptacyjnej, wywierając jednocześnie duży wpływ na przebieg ewolucji tej grupy zwierząt. Poznanie życia społecznego jest nieodzowne na drodze do poznania i zrozumienia naczelnych. Wielu badaczy z poznaniem organizacji społecznej małp łączy nadzieje pełniejszego zrozumienia skomplikowanych mechanizmów społeczeństw ludzkich. Tłumaczy to wzrastające zainteresowanie badaniami życia społecznego naczelnych.

Mgr Jerzy Romanowski jest asystentem w Zakładzie Ekologii Kęgowców Instytutu Ekologii PAN w Dziekanowie Leśnym.

ROŻA KAŻMIERCZAKOWA (Kraków)

LEN WŁOCHATY *LINUM HIRSUTUM* L. — RZADKI I ZAGROŻONY WYGINIĘCIEM SKŁADNIK KSEROTERMICZNEJ FLORY POLSKI

Rodzaj len *Linum* L. reprezentowany jest w naszej rodzimej florze przez pięć gatunków. Tylko jeden z nich, a mianowicie len przeczyszczający *Linum catharticum* L., jest rośliną pospolitą, często spotykaną na łąkach i pastwiskach. Pozostałe to rośliny rzadkie. Trzy z nich mają charakter wybitnie kserotermiczny i związane są w swoim występowaniu z fragmentami tzw. roślinności stepowej wyżyn południowej Polski. Są to: len włochaty *L. hirsutum* L., len złocisty *L. flavum* L. oraz len austriacki *L. austriacum* L. Ostatni z występujących w Polsce lnów to gatunek górski — len karpacki *L. extraxillare* Kit. Spotkać go można w murawach naskalnych w wyższych położeniach górskich.

Len włochaty to piękna, okazała bylina dochodząca na żyznym siedlisku do jednego metra wysokości. W niekorzystnych warunkach rośliny osiągają wzrost zaledwie kilku centymetrów, przechodząc jednak pełny cykl generatywny. Ze zdrewniałej szyi korzeniowej wyrasta zwykle kilka pędów, rzadko — u okazów młodych lub słabych — tylko jeden pęd. Część pędów rozwija się z pączków zawieszanych w okresie

lata lub wczesną jesienią poprzedniego roku. Pod koniec okresu wegetacyjnego niektóre z tych pędów osiągają już wysokość kilkunastu centymetrów. Początkowo są one gęsto ulistnione, a pączek szczytowy chroniony jest jak gdyby czapeczką otaczających go liści (ryc. 1, 2). Pędy te wchodzi w okres zimowy w stanie zielonym, choć dolne liście są już w tym czasie niekiedy uschnięte. Znaczna część tych pędów nie przetrzymuje jednak mrozów; szczególnie wiele z nich wymarza podczas okresów bezśnieżnych. Te, które przeżyją zimą, dają latem najsilniejsze pędy kwiatostanowe. Pozostałe pędy rozwijają się z pączków zawieszanych późną jesienią lub na wiosnę, w ciągu kwietnia i maja. Pojawiają się one głównie na szyi korzeniowej, niekiedy także na dolnych częściach łodyg (ryc. 2). Większość z tych pączków rozwija się również w pędy kwiatostanowe, tylko najsłabsze z nich dają pędy płonne.

Okazy lnu włochatego, rosnące na żyznym podłożu, obficie kwitną i owocują (ryc. 3). Kwiatostan jest wielostronną wierzchołką. Kwitnienie rozpoczyna się na przełomie czerwca i lipca, osiągając pełnię

zwykle w drugiej dekadzie lipca. Okres kwitnienia trwa długo; kwiatostan rośnie i rozwija się w miarę kwitnienia rośliny. W razie zniszczenia kwiatostanu, na łodydze wyrastają boczne pędy, które zakwitają jesienią. Ostatnie, pojedyncze kwitnące okazy spotkać można jeszcze w listopadzie.

Kwiaty lnu włochatego są dość duże, pięciopłatkowe, o płatkach 2 do 3 cm długich, niebieskich o odcieniu lawendy. W miejscach licznego występowania roślina podczas pełni kwitnienia nadaje barwę całemu zbiorowisku, tworząc piękny i oryginalny aspekt (ryc. 4).

W związku z długim okresem kwitnienia także dojrzewanie i rozsiewanie nasion trwa dość długo. Większość nasion dojrzewa w ciągu września. Owocem lnu jest torebka pękająca dziesięcioma kłapami. Nasiona są drobne, jajowatego kształtu, spłaszczone, długości około 2 mm. Suche nasiona są bardzo lekkie; masa stu nasion wynosi średnio 100 mg. Po nawilżeniu pojawia się wokół nasienia śluzowata otoczka o dużej lepkości, przytwierdzająca kielkujące nasienie do podłoża. Nasiona produkowane są w dużej liczbie, co ma o tyle istotne znaczenie, że len włochaty rozmnaża się wyłącznie drogą generatywną.

W budowie morfologicznej lnu włochatego widoczne są liczne przystosowania tej rośliny do rozwoju na siedliskach kserotermicznych, a więc przy niskiej wilgotności i wysokich temperaturach. Posiada ona silnie rozbudowany system korzeniowy, co jest szczególnie wyraźne u osobników młodych (ryc. 1). Stosunkowo drobne, łopatkowate, skrętolegle ustawione liście pokrywają łodygę na całej długości. Są one, podobnie jak cała roślina, okryte długimi, srebrzystymi włoskami. Obfite owłosienie, od którego pochodzi nazwa gatunku, nadaje roślinie charakterystyczny, szaroniebieskawo odcień.

Kserotermiczny charakter lnu włochatego znajduje również odbicie w jego rozmieszczeniu geograficznym. Analiza zasięgu pozwala określić ten gatunek jako zachodniopontyjsko-pannoński. Zwarty zasięg obejmuje Azję Mniejszą oraz wschodnią część Półwyspu Bałkańskiego i wzdłuż wybrzeży Morza Czarnego ciągnie się na wschód po Krym i południową część Niżu Wschodnio-Europejskiego między Dnieprem i Donem. Zachodnia część zasięgu obejmuje Nizinę Pannońską. Poza zwartym arealem występowania znajduje się cały szereg stanowisk rozproszonych. Do takich należą właśnie stanowiska w Polsce, wysunięte daleko na północ, o wyraźnym charakterze ekstrasubpolarnym (ryc. 5).

Z terenu naszego kraju znanych jest około 20 stanowisk lnu włochatego. Większość z nich grupuje się w okręgu geobotanicznym miechowsko-pińczowskim, pojedyncze stanowiska znaleziono na zboczach doliny Wisły — w okolicy Sandomierza i Kazimierza. Znane też jest jedno stanowisko z zachodniego krańca Wyżyny Lubelskiej, z okolicy Chodła.

Len włochaty rośnie najczęściej w murawach porastających płytkie gleby nawapienne, rzadziej na głębszych glebach brunatnych lub rędzinach. Niekiedy spotyka się go w sąsiedztwie wychodni gipsu, jednakże unika gleb o większej zawartości siarczanów. Rośnie zwykle na południowych stokach wzgórz lub wzniesień, silnie nasłonecznionych i suchych. Roślina ta nie znosi ocienienia przez drzewa lub krzewy.

Pod względem fitosocjologicznym płaty roślinności,



Ryc. 1. Len włochaty *Linum hirsutum* L. w rezerwacie Wały. Fot. T. Kaźmierczak

w których występuje len włochaty można scharakteryzować jako mezokserofilne murawy typu tzw. stępów kwiatnych, należące do związków *Cirsio-Brachypodium pinnati*. *Linum hirsutum* ma rangę gatunku charakterystycznego dla jednego z zespołów należących do tego związku, a mianowicie dla *Inuletum ensifoliae* — wielogatunkowego, barwnego zbiorowiska związanego w swoim występowaniu z glebami bogatymi w wapń. Len rośnie w różnych stadiach rozwojowych tego zespołu, począwszy od stadiów inicjalnych o skąpej roślinności, z wychodzącą na powierzchnię skałą macierzystą, poprzez płaty o większym



Ryc. 2. Łan lnu włochatego *Linum hirsutum* L. na wzgórzu wapiennym koło Pińczowa. Fot. Z. Denisiuk



Ryc. 3. Zasięg geograficzny lnu włochatego *Linum hirsutum* L. (wg Meusela i in. 1978, uzupełnione): 1 — obszar zwartego występowania, 2 — pojedyncze oderwane stanowiska, 3 — stanowiska wymarłe

zwarcu z licznymi gatunkami murawowymi, aż do płatów w pełni zwartych, reprezentujących zespół *Inuletum ensifoliae* w jego optimum rozwojowym.

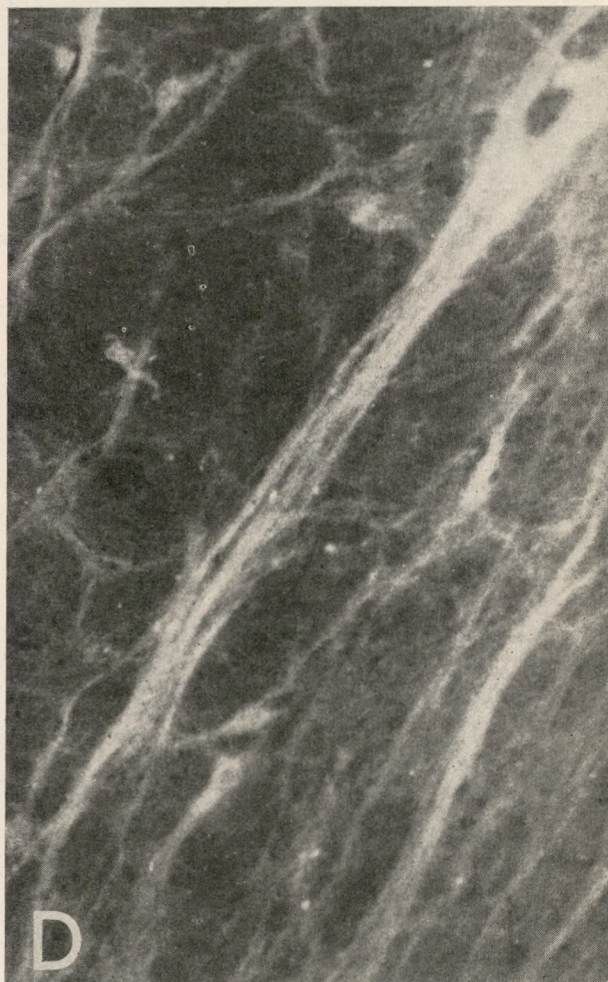
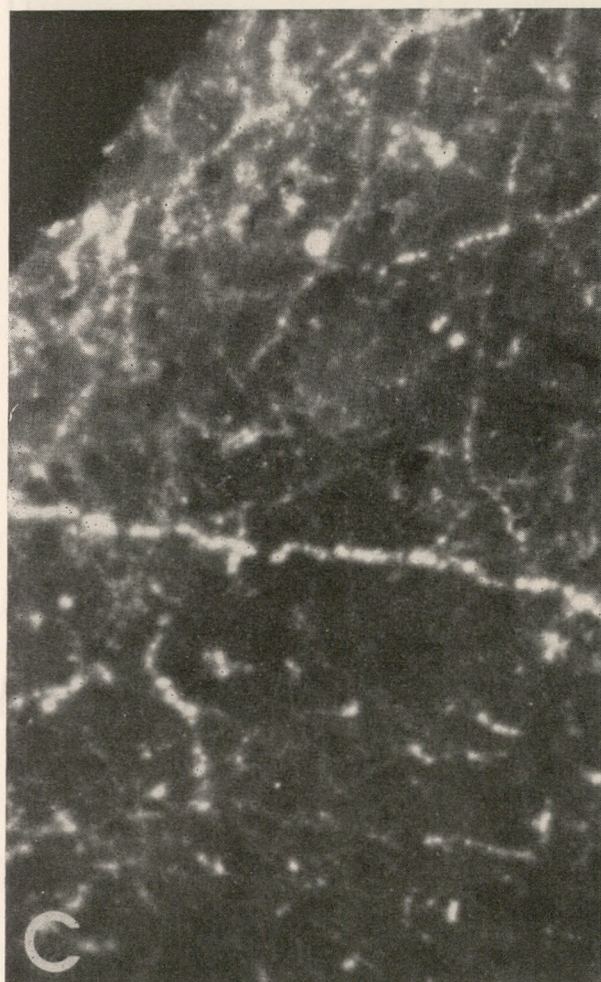
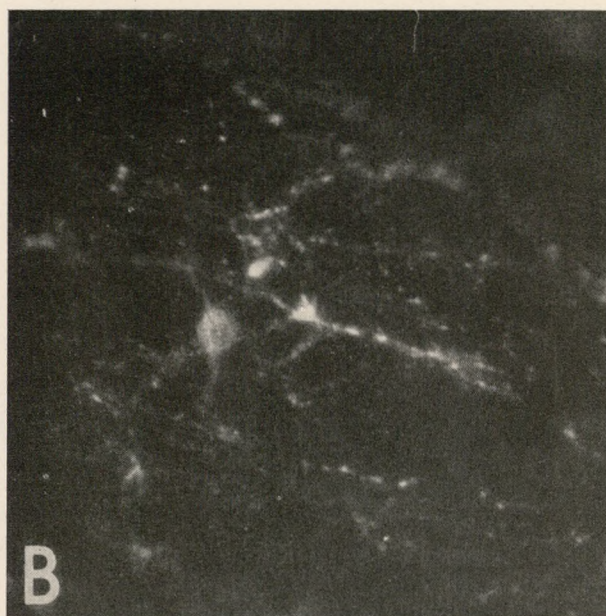
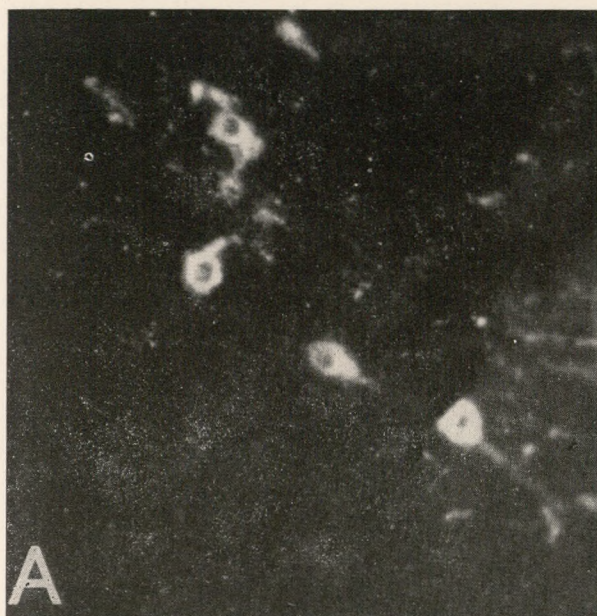
Rzadziej spotyka się len włochaty w murawach rozwijających się na siedliskach żyzniejszych o głębszej glebie, reprezentujących zespoły *Thalictro-Salvietum* i *Adonido-Brachypodietum*, lub też we wtórnych murawach o charakterze zbliżonym do *Origano-Brachypodietum*, zajmujących siedliska pługorowe.

W murawach rozwijających się na żyznej glebie, o bujnej i zwartej roślinności obserwuje się najczęściej wieloletnie okazy lnu, o czym świadczy zdrewniały i silnie zgrubiały system korzeniowy. Okazy te są dorodne, z dużą liczbą pędów obficie kwitnących i owocujących. Zwarta roślinność utrudnia jednak rozwój siewek, stąd też młode okazy znaleźć tu można niezwykle rzadko. Inny sposób przeżywania populacji lnu włochatego obserwuje się w miejscach o niepełnym zwarcu roślinności, z odsłoniętą powierzchnią gleby niekiedy silnie zerodowanej. Liczne są tu osobniki młode, z których tylko niewielka część dochodzi do stanu generatywnego. Znaczna część roślin ginie podczas zimy, gdy przy braku pokrywy śnieżnej narażone są na wysychanie i wymarzanie. Zamieranie młodych okazów lnu powodowane jest również przez procesy erozji, szczególnie intensywnie zachodzących w marglach senońskich — skałe silnie pęczniącej pod wpływem wody. Pęcznienie skały powoduje wybrzuszanie spękanego materiału skalnego i następnie obsuwanie się go po zboczu, tak że system korzeniowy rośliny ulega niejako wypreparowaniu z podłoża. Na miejscach zerodowanych osobniki lnu, które zakwitły i wydały nasiona, nie przeżywają zwykle do następnego roku. Nie spotyka się tu w ogóle okazów starych, wieloletnich, jakie z reguły występują w płatach zwartych muraw. Jest to interesujący przykład, jak warunki środowiska wpły-

wają na „strategię” gatunku. W zbiorowisku w pełni zwartym, przy silnej konkurencji międzygatunkowej, populacja wykazuje niektóre cechy strategii „K”, a więc rośliny są okazałe, bujne i utrzymują się przez wiele lat. Śmiertelność w populacji jest niewielka. W miejscach zerodowanych natomiast, gdzie konkurencja pomiędzy gatunkami działa znacznie słabiej, ujawniają się cechy strategii „r”. Wymiana osobników jest szybka na skutek wysokiej śmiertelności i krótkiego czasu życia poszczególnych okazów. Są też one znacznie niższe i drobniejsze niż w zwartej murawie.

Len włochaty należy w Polsce do roślin zagrożonych wyginięciem, dlatego też znalazł się on na nowej liście gatunków chronionych (Rozp. Min. Leśn. i Przem. Drzewn. z 30. IV. 1983). Istniejące zagrożenie spowodowane jest kilkoma przyczynami: małą liczbą stanowisk leżących poza granicą zwartego zasięgu, niewielką najczęściej liczbą osobników na poszczególnych stanowiskach oraz przekształcaniem i zanikaniem siedlisk tego gatunku w wyniku naturalnej sukcesji roślinności.

Tylko jedno z istniejących w Polsce stanowisk uważać należy za bardzo obfite. Znajduje się ono na wapiennym wzgórzu pomiędzy Pińczowem a Skowronnem. Len włochaty rośnie tu na obszarze wielu hektarów, tworząc miejscami rozległe łany (ryc. 4). Cała populacja liczy tysiące okazów. Warto dodać, że len utrzymuje się na tym terenie w wielkiej obfitości co najmniej od pięćdziesięciu lat, jak o tym świadczą informacje i zdjęcia fotograficzne zamieszczone w pracy Kaznowskiego z 1929 roku. Obficie rośnie len włochaty na suchym, eksponowanym na południe zboczu kredowym w Racławicach oraz w położonym w niedalekiej odległości rezerwacie Wały. Na wielu stanowiskach populacja lnu jest bardzo nieliczna, składająca się zaledwie z około dwudziestu do



I. FLUORESCENCJA MONOAMIN w mózgu szczura



IIa. PANORAMA Z GRZESIA. Tatry. Fot. M. Ferchmin



IIb. WIDOK ZE SZCZYTU ŚNIEŻNIKA. Sudety. Fot. M. Ferchmin

kilkudziesięciu okazów skupionych na niewielkiej, niekiedy zaledwie kilkumetrowej powierzchni. Do skąpych należy np. stanowisko koło Kaliny Wielkiej w Miechowskim oraz w rezerwatach Przęślin i Krzyżanowice w okolicy Pińczowa. Z niektórych miejsc obfitego niegdyś występowania len włochaty wyparty został na obrzeża powierzchni, które dawniej zajmował. Stało się tak na przykład w rezerwacie Opalunki na skutek zalesienia i ocienienia powierzchni przez rosnące się sosny lub w rezerwacie Sterczów-Scianka zarastającym w procesie naturalnej sukcesji roślinności. Trzeba nadmienić, że teren obecnie rezerwatu Opalunki został zalesiony jeszcze przed objęciem go ochroną. Zalesienie było oczywiście zabiegiem absurdalnym z punktu widzenia zachowania roślinności murawowej. Co najmniej dwa z podawanych w literaturze stanowisk lnu uznać należy za nieistniejące. Jest to stanowisko koło Januszowic w okolicy Działoszyc, opisane przez T. Tacika w 1959 r., którego ostatnio nie udało mi się odnaleźć, oraz w okolicy Sandomierza, skąd podany był w 1925 r., a ostatnio — jak poinformował mnie doc. T. Głazek — nie został odnaleziony.

Już z tych kilku przykładów widać, że ani ochrona gatunkowa (umieszczenie na liście gatunków chronionych wraz z wynikającymi z tego faktu konsekwencjami), ani ochrona rezerwatowa nie wystarczą do zabezpieczenia stanowisk lnu włochatego. Konieczna wydaje się w tym przypadku ochrona czynna, która powinna zmierzać przede wszystkim do ocalenia fragmentów kserotermicznych muraw stwarzających odpowiednie warunki dla rozwoju lnu. Zaro-

śnięcie miejsc występowania tego gatunku krzewami lub drzewami działa podwójnie niekorzystnie: poprzez ocienienie, którego roślina ta nie znosi, oraz poprzez utrwalenie podłoża i znaczne ograniczenie lub nawet całkowite zahamowanie procesów erozji, co obserwowano wielokrotnie nawet na stromych zboczach zbudowanych z margli senońskich. Brak otwartych miejsc, nie porośniętych murawą, znacznie ogranicza możliwości rozmnażania się lnu.

Tak więc dla utrzymania stanowisk lnu włochatego w przyrodzie konieczne jest objęcie ochroną miejsc jego występowania i utrzymywanie na nich roślinności murawowej poprzez hamowanie procesów naturalnej sukcesji. Na niektórych stanowiskach celowe wydaje się wprowadzenie niewielkich odśnieżeń gleby. W warunkach bardziej zbliżonych do naturalnych niż to ma miejsce obecnie, przy liczniejszej faunie, powstawanie luk w zwartej murawie powodowały prawdopodobnie zwierzęta, np. krety przez tworzenie kretowin lub gryzonie przy kopaniu nor.

Len włochaty powinien być również chroniony *ex situ*, np. w ogrodach botanicznych, niewątpliwie jednak znacznie ważniejsza jest ochrona tego gatunku na stanowiskach istniejących, a więc *in situ*. Działalność taka, zmierzająca do zachowania pełnej różnorodności taksonomicznej flory naszego kraju, jest jednym z zadań gatunkowej ochrony roślin.

Dr Róża Kaźmierczakowa jest adiunktem Zakładu Ochrony Przyrody i Zasobów Naturalnych PAN w Krakowie.

BRUNO NOSOL (Wrocław)

PRZEMYSŁOWE POLA ELEKTRYCZNE A ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

W dobie wzmożonej ekspansji elektroenergetyki pojawił się problem wpływu przemysłowych pól elektrycznych, generowanych przez różne urządzenia energetyczne z liniami przesyłowymi włącznie na środowisko przyrodnicze. Szczególne pola elektryczne o częstotliwości 50 Hz, ze względu na swą powszechność w środowisku, mogą mieć istotny wpływ nie tylko na przyrodę nieożywioną, ale również na organizmy żywe z człowiekiem włącznie.

Każde urządzenie gospodarcze zasilane energią elektryczną jest małym generatorem pól elektrycznych o znacznych niekiedy natężeniach (tabela 1).

Wielkoprzemysłowy wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną (w dobie kłopotów paliwowych) oraz względy ekonomiczne przy przesyłaniu jej na znaczne odległości powodują stałe podwyższanie napięć roboczych urządzeń przemysłowo-rozdziałczych (w Europie zachodniej 400 kV, w ZSRR, USA i Kanadzie 750 kV, w przyszłości 1200 kV). Jest oczywiste, że wzrost napięcia tych urządzeń pociąga za sobą zwiększenie natężenia pól elektrycznych generowanych w ich otoczeniu.

Pod linią przesyłową dwutorową o napięciu znamionowym 220 kV, biegnącą na wysokości około 10

metrów nad ziemią, na poziomie trawy mierzono pole elektryczne o natężeniu 3,3 kV/m. Podwyższenie napięcia znamionowego do 400 kV powoduje wzrost generowanego pola do natężenia 5,5 kV/m (ryc. 1). Przyrodnicy zdając sobie sprawę z dużego nasycenia środowiska polami elektrycznymi o częstotliwości 50

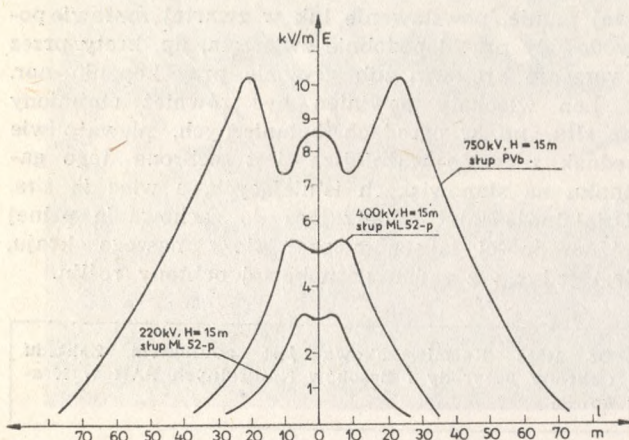
Natężenie pola elektrycznego w otoczeniu urządzeń elektrycznych powszechnego użytku

Rodzaj urządzenia	Natężenie pola elektrycznego w kV/m
Koc elektryczny	0,2—0,25
Terma elektryczna	0,13
Żelazko	0,06
Mikser ręczny	0,05
Toster	0,04
Suszarka do włosów	0,04
Gramofon	0,04
Odbiornik telewizyjny	0,03
Zegar elektryczny	0,015
Dzwonek	0,004

Hz prowadzą intensywne badania nad ich wpływem na otoczenie.

Oddziaływanie pól elektrycznych na przyrodę nieożywioną (głazy, skały, glebę itp.) wiąże się z zagadnieniem potencjałów statycznych, które mogą poprzez przeskok ładunku wtórnie wpływać na organizmy żywe.

Jednak szczególnie ważnym zagadnieniem wydaje się wpływ tych pól na przyrodę ożywioną (rośliny, zwierzęta, ludzie). Obserwując szatę roślinną w pobliżu „silnych” urządzeń elektroenergetycznych można zauważyć pewne anomalie we wzroście i budowie anatomicznej rosnących tam roślin. Te często obserwowane zjawiska stały się bodźcem do laboratoryjnych badań wpływu pól elektrycznych na organizmy roślinne (ryc. 2). Badano zmiany anatomiczne



Ryc. 1. Rozkład natężenia pola elektrycznego pod linią 220 kV, 400 kV i 750 kV

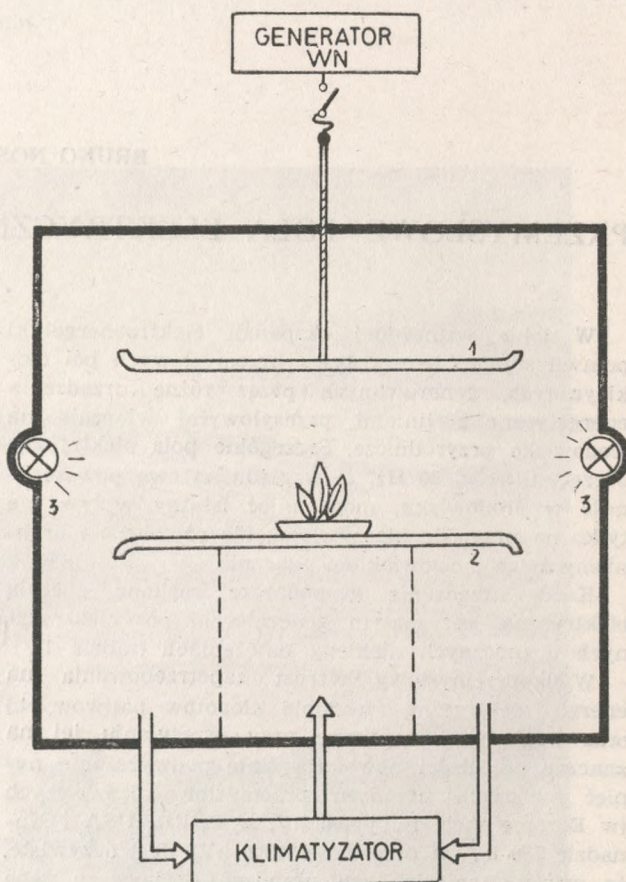
fizjologiczne i biochemiczne u roślin eksponowanych w wybranych wartościach natężeń zewnętrznych pól elektrycznych o częstotliwości 50 Hz. Stwierdzono, że w przeważającej większości natężeń (w przedziale od 1 kV/m do 100 kV/m) pola te działają na badane organizmy roślinne destrukcyjnie. Wzrost roślin eksponowanych w tych polach był wyraźnie opóźniony w stosunku do roślin kontrolnych, rosnących w środowisku bez pola. Co za tym idzie, ich sucha masa była również wyraźnie niższa w stosunku do kontroli. Liście roślin eksponowanych traciły naturalny kształt, wykazując miejscowe nekrozy, spowodowane pękaniem naskórka. Tkanki roślin poddawanych działaniu pól elektrycznych traciły częściowo jędrność i wykazywały niższą zawartość chlorofilu. Badania biochemiczne pozwoliły stwierdzić, że aktywność wielu enzymów (szczególnie fotosyntezy i oddychania) u roślin eksponowanych w polu elektrycznym jest niższa w stosunku do roślin kontrolnych. Przeprowadzone badania pozwalają sądzić, że oddziaływanie pól elektrycznych o częstotliwości 50 Hz na rośliny ma charakter promieniowania wnikającego w głąb struktury — pole elektryczne wpływające na zmianę czynności metabolicznych roślin pośrednio decyduje o ich anormalnym wyglądzie. Jednakże w szerokim przedziale wartości zewnętrznego pola elektrycznego o częstotliwości 50 Hz są i takie, które stymulują wzrost i rozwój roślin. Przykładowo, autor stwierdził, że natężenie pola równe 38–40 kV/m stymuluje wzrost pszenicy.

Badania prowadzone w Instytucie Energoelektryki Politechniki Wrocławskiej wykazy, że impulsowe

dawki silnych pól elektrycznych o przemysłowej częstotliwości (400 kV/m) mogą być stosowane w agrofizyce jako stymulatory biologicznej aktywności zbóż. Tak więc kontrolowana ekspozycja ziaren lub całych roślin w zewnętrznym polu elektrycznym może przynieść znaczne korzyści ekonomiczne.

Ze zrozumiałych względów interesujący i ważny wydaje się i jest problem oddziaływania pól elektrycznych na świat zwierząt i ludzi. Wyniki szeregu badań lat 50 i 60 niepokoiły społeczeństwo wizją nowego czynnika fizycznego, będącego przyczyną zmian patologicznych w organizmach zwierzęcych i ludzkich, eksponowanych w polach elektrycznych. Szczegółowe badania laboratoryjne prowadzone w ostatnich latach na ssakach doświadczalnych (myszy, szczury, chomiki, świny, małpy), a dotyczące wpływu zewnętrznego pola elektrycznego o częstotliwości 50 Hz na funkcjonowanie ich organizmów, potwierdziły negatywny wpływ wymienionych pól jedynie w długotrwałej ekspozycji ciągłej (miesiące) w bardzo silnych polach elektrycznych (ok. 100 kV/m). U badanych zwierząt, po długotrwałej ekspozycji w silnym polu, obserwowano zaburzenia neurologiczne, w krwioobiegu, obrazie krwi, wzroście i żywotności. Po upływie około 6 miesięcy ekspozycji, gwałtownie spadała zdolność reprodukcyjna badanych zwierząt, co w konsekwencji prowadziło do wymarcia populacji.

Należy zaznaczyć, że pola elektryczne o natężeniu ok. 100 kV/m są w praktyce mało spotykane, gdyż urządzenia elektroenergetyczne, generujące po-



Ryc. 2. Schemat stanowiska do badania wpływu zewnętrznych pól elektrycznych o częstotliwości 50 Hz na organizmy roślinne; 1 — okągła metalowa elektroda górna (Ø 50 cm), 2 — okągła metalowa elektroda dolna, 3 — oświetlenie żarowe (12 000 lux)

la o natężeniach powyżej 20 kV/m, muszą być, w myśl ogólnoswiatowych przepisów ochronnych, doładnie ekranowane.

Pola elektryczne o natężeniach powyżej 15 kV/m są przez zwierzęta doświadczalne percepcyjnie odczuwalne, wywołując u nich lekkie reakcje stresowe, uzewnętrzniające się np.: u szczurów charakterystycznym ciągłym żuciem pokarmu. Wynikiem zwiększenia zużycia pokarmu są w tych przypadkach nieznaczne przyrosty masy ciała eksponowanych zwierząt w stosunku do kontrolnych. Tego typu zmiany w organizmie nie mogą być w żadnym przypadku uznane za zmiany patologiczne.

W warunkach polowych zwierzęta korzystając ze zmysłów, omijają te miejsca, w których generowane są sztuczne, przez nie odczuwalne pola elektryczne o częstotliwości 50 Hz. Stąd brak gniazd ptaków, nor gryzoni i legowisk ssaków leśnych w bezpośrednim sąsiedztwie silnych urządzeń elektroenergetycznych z liniami przesyłowymi wysokiego napięcia włącznie.

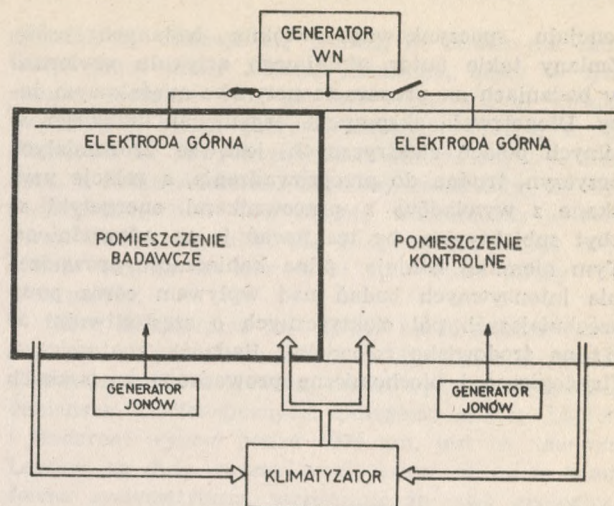
Dotychczasowe wyniki badawcze wydają się upoważniać do stwierdzenia, że spotykane w otoczeniu urządzeń elektroenergetycznych pola elektryczne (o natężeniach od 1 kV/m do 20 kV/m) nie wywołują (oprócz mieszczących się w ramach zmian osobniczych) żadnych zmian patologicznych u przebywających w ich obrębie zwierząt.

Sprawa oddziaływania pól elektrycznych o częstotliwości 50–60 Hz na organizm ludzki stała się głośna po roku 1972, kiedy to na konferencji CIGRE w Paryżu przedstawiono wyniki badań, dotyczące ujemnego wpływu tych pól na układ nerwowy człowieka (Korobkova i wsp. 1972). Ujemny wpływ pól elektrycznych na organizm ludzki sygnalizowali między innymi badacze polscy: Walawski, Manczarski, Minecki, Milczarek, Mikołajczyk.

Ostatnie jednak wyniki badań zarówno krajowych, jak i zagranicznych negują wpływ pól elektrycznych o częstotliwości 50 Hz na organizm ludzki, przynajmniej w krótkotrwałej ekspozycji. Brak jednoznacznej opinii naukowców na temat oddziaływania pól elektrycznych o najczęściej spotykanej częstotliwości 50 Hz na organizm ludzki, odzwierciedla się w niejednorodnych przepisach ochronnych dotyczących czasu przebywania ludzi w obrębie tych pól. Różne kraje wprowadzają różne, niekiedy istotnie odbiegające od siebie, normy ochronne.

Ta niepokojąca rozbieżność w przepisach spowodowała w ostatnich latach znaczną intensyfikację badań dotyczących wpływu przemysłowych pól elektrycznych na organizm ludzki. Problem szczególnie ważny dla ludzi stale pracujących w silnych polach elektrycznych (pracownicy elektrowni, stacji przekładnikowych, monterzy itd.). Prowadzone obecnie szeroko zakrojone badania zarówno polowe, jak i laboratoryjne w dużych ośrodkach naukowych zagranicznych (USA, RFN, ZSRR, Szwecja, Francja, Austria) i krajowych (Łódź, Warszawa, Wrocław) mają na celu przede wszystkim stwierdzenie, czy rzeczywiście istnieje jakikolwiek wpływ zewnętrznych pól elektrycznych o częstotliwości 50 Hz na organizm ludzki, a jeżeli tak — to jaki jest mechanizm ich oddziaływania.

Jedynym niekwestionowanym skutkiem wpływu pól elektrycznych o częstotliwości 50 Hz jest zjawisko przepływu prądu elektrycznego przez organizm



Ryc. 3. Schemat pomieszczeń badawczych do porównawczego badania wpływu zewnętrznych pól elektrycznych o częstotliwości 50 Hz na organizmy zwierzęce i na organizm ludzki

żywy, a więc i ludzki, umieszczony w tym polu. Przy zewnętrznym natężeniu pola równym 0,5 kV/m przez człowieka przebywającego w tym polu płynie prąd przesunięcia o natężeniu ok. 14 μ A (za prąd zmysłowo odczuwalny dla organizmu ludzkiego przyjmuje się prąd o wartości natężenia ok. 500 μ A). Należy sobie zdawać sprawę z tego, że odizolowany od podłoża przez gumowe podeszwy butów człowiek ładuje się w polu elektrycznym prądem pojemnościowym. Dotknięcie przez tak naładowanego człowieka jakiegokolwiek uziemionego przewodnika elektrycznego powoduje przeskok iskry elektrycznej między nimi, co wyzwała często reakcję stresową organizmu. Ładunki tych prądów pojemnościowych są stosunkowo niskie i przy natężeniu zewnętrznego pola równego 10 kV/m mogą wyzwoić przeskok iskry o energii 1 mJ (za niebezpieczne dla zdrowia uznaje się prądy pojemnościowe o energii przeskoku 1J).

Z podobnym zjawiskiem spotykamy się również w wyniku ładowania elektrostatycznego, zwłaszcza wskutek ciągłego obcowania z szeroką gamą tworzyw sztucznych (ubrania, dywany, wykładziny itp.).

Osobnym zagadnieniem badawczym absorbującym naukowców, jest wpływ pól elektrycznych o częstotliwości 50 Hz na czynności fizjologiczne organizmu ludzkiego. Badaniom poddaje się takie układy organizmu jak nerwowy, mięśniowy, krwionośny, krążeniowy i rozrodczy. Opisywane dolegliwości zdrowotne, występujące według wywiadów u osób długotrwale przebywających w polach elektrycznych, nie znalazły jak do tej pory potwierdzenia w badaniach laboratoryjnych. Globalne badania dotyczące powyższego problemu, prowadzone w laboratoriach Freiburga i Monachium przez Haufa i współpracowników, nie wykazały, oprócz lekkiego skrócenia czasu reakcji na bodźce zewnętrzne, żadnych patologicznych zmian w organizmie ludzkim pod wpływem zewnętrznych pól elektrycznych o częstotliwości 50 Hz. Stosowano przy tym pola o natężeniu od 1 kV/m do 20 kV/m przy czasie ekspozycji 7 godzin.

Skrócenie czasu reakcji na bodźce zewnętrzne pod wpływem pól elektrycznych może być wynikiem odwracalnych zmian elektrofizjologicznych we włóknach nerwowych (zmniejszenie progu pobudliwości i po-

tencjału spoczynkowego włókna badanych osób). Zmiany takie autor niniejszego artykułu stwierdził w badaniach na preparacie nerwowo-mięśniowym żaby. Długotrwała ekspozycja organizmu ludzkiego w silnych polach elektrycznych jest, ze zrozumiałych przyczyn, trudna do przeprowadzenia, a relacje uzyskane z wywiadów z pracownikami energetyki są zbyt subiektywne, by traktować je za udowodnione. Tym niemniej istnieje pilna konieczność prowadzenia intensywnych badań nad wpływem coraz powszechniejszych pól elektrycznych o częstotliwości 50 Hz na środowisko człowieka. Badania anatomiczne, fizjologiczne i biochemiczne prowadzone na ssakach

doświadczalnych (chomiki, szczury, świny, małpy itp.) pozwolą chociaż w części poznać mechanizm oddziaływania tych pól ze strukturami żywymi, co w przypadku destrukcyjnego działania pozwoli przedsięwziąć skuteczne środki ochrony organizmów narażonych na ich działanie.

Pytanie czy pola elektryczne o częstotliwości 50 Hz zagrażają środowisku przyrodniczemu, łącznie z ludźmi, musi ze względów społecznych znaleźć jak najszybciej wiarygodną odpowiedź.

Dr Bruno Nosol jest adiunktem Instytutu Energoelektryki na Politechnice Wrocławskiej.

WANDA STEŚLIĆKA-MYDLARSKA (Wrocław)

SPORY O WIEK LUCY

Każde wybitniejsze znalezisko paleoantropologiczne wywołuje z reguły ożywioną dyskusję naukową. Było tak z człowiekiem neandertalskim, z pitekanthropem i z australopitekiem. Nic więc dziwnego, że pliocenśka karliczka, znana w literaturze pod figlarną nazwą „Lucy” (patrz Wszechświat 1983, 84: 248), nie uniknęła tego losu. Znalezisko to dorównuje rangą poprzednio wymienionym. Odkrywca, Donald C. Johanson (obecnie w Berkeley, Univ. of Calif.), ustalił nowy gatunek paleontologiczny *Australopithecus afarensis*, stawiając go na początku rodowodu człowieka. Toczą się spory, w których biorą udział paleontolodzy, geolodzy, anatomicy, antropolodzy i fizyko-chemicy, a stojący w ogniu dyskusji Johanson broni dzielnie swojej tezy. Sytuacja ta byłaby bardzo pomyślna, ponieważ dyskusje naukowe służą postępowi nauki, w danym układzie budzą się jednak pewne podejrzenia, że zaczynają — niestety — wchodzić w grę także motywy pozanaukowe.

W tym samym czasie, w którym Johanson pracował w pustyni afarskiej, w Etiopii, w regionie Hadar, prowadziła badania wykopaliskowe pani Mary Leakey, wraz z synem Richardem, w Laetoli, w płn. Tanzanii, w latach 1973/75. Powszechnie wiadomo, że Mary Leakey ma bezsporne zasługi dla paleoantropologii. Aż do śmierci męża Louisa w 1972 współpracowała z nim wytrwale i w ciągu wieloletniej praktyki nabyła sporo wiedzy fachowej. Jest ona humanistką, archeologiem i etnologiem, jej mąż był również humanistą: językoznawcą, historykiem i etnologiem-afrykanistą. Małżonkowie zajmowali się wykopaliskami z pasją badawczą, wkładając w to wszystkie siły i entuzjazm; odnosili zresztą duże sukcesy. Młody Richard natomiast nie odbył żadnych studiów wyższych i nie legitymuje się dyplomem uniwersyteckim, jest uzdolnionym dyletantem; paleontologia to jego hobby, uwielbia pracę w terenie i miewa często doskonałe wyniki, ale słynie z tego, że zbyt wiele fantazji wkłada w ich interpretację. Cała rodzina Leakey od dawna jest znana z umiejętności zdobywania funduszy na prace terenowe z rozmaitych instytucji brytyjskich, amerykańskich i afrykańskich. Dzięki tym dotacjom wydobyli już

bardzo pokąźną liczbę istotnie wartościowych szczątków kopalnych. Najważniejsze stanowiska eksplorowane przez Leakey'ów są rozłożone wzdłuż wschodnio-afrykańskiego rowu tektonicznego, od jez. Eyasi aż do jez. Rudolfa (Turkana). Stanowisko Laetoli leży w pobliżu wąwozu Oldoway (Olduvai), w którym w 1959 Louis Leakey odkrył słynnego *Zinjanthropusa*. Mary i Richard Leakey w 1973 zaprosili do współpracy w Laetoli młodego amerykańskiego paleontologa Tima White'a; przyznać bowiem trzeba, że Leakey'owie zawsze asekurowali swe prace terenowe starając się o współpracę fachowców wysokiej klasy. Zwyczaj ten niewątpliwie jest godny pochwały. Prace prowadzone w Laetoli w latach 1973/75 dały w efekcie 13 drobnych fragmentów kostnych o charakterze hominidalnym wraz z jedną dość dobrze zachowaną żuchwą, a ponadto odkryto utrwalone trałem w brekcji odciski stóp jakiejś kopalnej istoty dwunożnej. Znaleziskom tym nadano wielki rozgłos. Leakey'owie byli zawsze mistrzami reklamy, nie można im tego żadną miarą brać za złe. Jest zrozumiałe, że za dotacje uzyskiwane z różnych instytucji, najczęściej nienaukowych, musi się wykazywać osiągnięcia możliwie sensacyjne. Wiadomo, że wielkie koncerny, trusty, monopole, a także poszczególne bogate firmy na Zachodzie przeznaczają duże sumy na cele naukowe, jest to bowiem wcale korzystna operacja finansowa. W konsekwencji uzyskuje się znaczną obniżkę podatków. Miano mecenasów nauki jest — jako efekt uboczny — także nie do pogardzenia ze względów prestiżowych. Nikt nie kwestionuje wartości odkryć rodziny Leakey, jednak zbyt nieraz hałaśliwa reklama wokół naukowych odkryć może budzić pewien niesmak.

Takie oto okoliczności sprawiły, że dokonane przez Donalda Johansona w latach 1973/76 odkrycia w regionie Hadar, obejmujące 350 fragmentów kostnych, w tym fragmentaryczny szkielet żeński zwany „Lucy”, nie wzbudziły radosnego uniesienia u Mary i Richarda Leakey.

Tymczasem Tim White, skończywszy prace w Laetoli, nawiązał w 1977 bliski kontakt z Johansonem. Młodzi ludzie przypadli sobie do serca i nawią-

zali współpracę. Johanson był wówczas jeszcze pracownikiem Muzeum Przyrodniczego w Cleveland. Tim White przywiózł mu kopie wszystkich fragmentów z Laetoli i obydwaj zabrali się raźnie do roboty. Duże morfologiczne podobieństwo szczątków z Laetoli i z Hadaru rzucało się w oczy; niektóre ułamki kostne przypominały wręcz drobny szkielet „Lucy”. Przez pewien czas Johanson nosił się nawet z zamiarem nazwania nowego gatunku kopalnego *A. laetolensis*, chcąc sobie zaskarbić przychylność pani Mary Leakey. Odwiódł go jednak od tej myśli Tim White perswadując, że bogactwo odkryć z Hadaru jest w ogóle nieporównywalne ze skromną garstką szczątków z Laetoli, a więc nazwa musi ten stan rzeczy podkreślać. Ostatecznie więc nowy gatunek kopalny otrzymał nazwę *A. afarensis*, a jako jego „ojcowie chrzestni” figurują wspólnie Johanson i White. Kto wie, czy wobec późniejszych przykrości, związanych z niektórymi napastliwymi krytykami, Johanson nie pożałował pomysłu z nazwą „laetolensis”, ale było już za późno.

W styczniu 1983, w czasopiśmie „Science” ogłosił Roger Lewin artykuł podważający znaczenie odkryć z Hadaru. Zebrał pieczołowicie różne publikacje, głównie z londyńskiej „Nature”, starając się dowieść, że wiek tych znalezisk jest znacznie młodszy niż pierwotnie sądzono. Stanowisko „Lucy” winno być, jego zdaniem, „odmłodzone” co najmniej o pół miliona lat. Wskutek tej operacji odkrycia z Laetoli okazałyby się geologicznie znacznie starsze od hadarskich, co podnosiłoby oczywiście ich wartość. Lewin cytuje m. in. pracę N. T. Boaza, F. C. Howella i M. L. McCrossina w której zestawiono korelacje między czterema stanowiskami paleontologicznymi z wschodniej Afryki. Lektura cytowanej pracy w oryginale przekonuje jednak, że jej wyniki nie upoważniają do postulatu odmłodzenia „Lucy”. Autorzy (wśród nich Howell, profesor i promotor Johansona) doszli wszakże do wniosku, że wiek poszczególnych stanowisk z Hadaru waha się od 3,2 mln do 4,0 mln lat, podczas gdy najstarsze warstwy z Laetoli nie przekraczają 3,7 mln lat. Dodać należy, że Lewin przytacza wykres obrazujący te korelacje, nie wymieniając jednak nazwiska autora wykresu, którym był J. Hillhouse w rozprawie doktorskiej z 1978 w Uniwersytecie Stanford (Calif.) Takie postępowanie jest co najmniej naganne. Druga praca cytowana przez Lewina z tego samego numeru „Nature” jest autorstwa F. H. Browna, geologa z Utah. Brown wykonywał — na zlecenie Mary Leakey — analizy stanowiska z Laetoli i utwierdzał swą zleciennodawczynię w przekonaniu, że są to najstarsze wykopaliska z obszaru afrykańskiego. W swym artykule atakuje wiek „Lucy” sugerując, że zaszła tam pomyłka w klasyfikacji warstw, młodszą uznano za starszą itp. Zarzuty są poważne i Lewin przytacza je z wyraźną

satysfakcją. Okazuje się jednak, że Lewin nie zauważył jakoś pracy Jamesa Aronsona, który w tym samym roczniku 1982 „Nature” opublikował wyniki powtórnych badań przeprowadzonych wraz z R. C. Walterem na nowych próbkach dostarczonych z Hadaru, a także z Laetoli. Obydwaj konkludują, że istnieją rzeczywiście dwa zespoły wulkaniczne w formacji Hadar, tego nikt nie kwestionuje, jednak najstarsze sięgają 3,8 mln lat i stanowisko „Lucy” do nich należy.

Nieco zaskakująca jest opinia Lewina, który podaje w wątpliwość wszelkie próby łączenia znalezisk z Laetoli i z Hadaru, mimo wykazywanych podobieństw morfologicznych. Odległość między Laetoli i Hadarem wynosi ponad 1000 km, jest to, zdaniem Lewina, za dużo, byśmy mogli uznać, że to ta sama forma systematyczna, szczególnie że wiek geologiczny też jest „niejasny”. Argumenty te są bezpodstawne, poucza o tym bodaj przykład kopalnego gatunku *Homo erectus* (*Pithecanthropus*), który istniał w Europie, Azji i Afryce w ciągu ponad jednego miliona lat i wszyscy godzą się z tym, że jest to ta sama kategoria systematyczna.

Trudno rozstrzygnąć, czy jest w pełni uzasadnione wyodrębnianie nowego gatunku kopalnego *A. afarensis*? Faktem jest, że kopalna „Lucy” stanowi unikat w paleoantropologii, jako zdumiewająco zachowany okaz z bardzo odległej przeszłości geologicznej. Sprawa datowania tego znaleziska jest na pewno bardzo ważna. W amerykańskiej i brytyjskiej literaturze publikuje się często próby matematyzacji teorii doboru naturalnego, przy czym przytacza się fikcyjne przykłady. Jeśli się np. założy, że gatunki różnią się między sobą allelami w około 1000 loci, to w takim razie ewolucja nowego gatunku z gatunku poprzedniego wymagać musi około 300 000 pokoleń. U istot człowiekowatych przemiana pokoleń trwała chyba zawsze kilkanaście lat, łatwo więc zorientować się jak długo trwać musiała filogeneza naszego gatunku. Ewolucja to bardzo długotrwały proces.

Dla Donalda Johansona wiarygodność oceny wieku geologicznego „Lucy” jest sprawą bodaj najważniejszą. Jak wynika z dotychczasowego przebiegu dyskusji ocena podana wg J. Aronsona w książce z 1981 na 3,75 mln lat może być w dalszym ciągu przyjęta jako dostatecznie umotywowana. Możemy więc wraz z Donaldem Johansonem cieszyć się z odkrycia „Lucy” w pustyni afarskiej, niezależnie od tego czy przyznamy jej pozycję odrębnego gatunku, czy też włączymy ją do gatunku *A. africanus*. Nie wpłynie to na znaczenie tego znaleziska dla paleoantropologii.

Prof. dr Wanda Stęślicka-Mydlarska jest wybitnym emerytowanym antropologiem.

MIECZYŚLAW CZEKAŁSKI, MARIA MOROZOWSKA (Poznań)

ROŚLINY STRĄCZKOWATE W ŻYCIU CZŁOWIEKA

Rośliny strączkowe, jak wiadomo, produkują duże ilości białka i tłuszczów, służących jako pokarm dla ludzi i pasza dla zwierząt. Dzięki symbiozie z bakteriami z rodzaju *Rhizobium* mają one zdolność wiązania azotu atmosferycznego i przyczyniają się do stałego krążenia tego pierwiastka w przyrodzie. Intensywność wiązania azotu przez rośliny strączkowe nie jest jednakowa w ciągu całego okresu wegetacyjnego, zmniejsza się z chwilą rozpoczęcia fazy rozwoju generatywnego. Średnia ilość azotu związanego przez gatunki strefy umiarkowanej wynosi około 75 — 150 kg/ha, a u gatunków tropikalnych dochodzi do około 500 kg/ha. Proces wiązania azotu atmosferycznego wymaga dużego nakładu energii. Dla wiązania cząsteczki N_2 roślina zużywa 12 — 24 cząsteczek ATP. Dodatkowy plon jaki roślina wytwarza wykorzystując 1 gram związanego azotu wynosi 50 gramów.

Badania procesu wiązania azotu atmosferycznego stale się rozwijają. Powiodła się próba przeniesienia kodu genetycznego sterującego zespołem enzymów odpowiedzialnych za wiązanie azotu z bakterii *Rhizobium* do innych bakterii. Prowadzone są także eksperymenty nad możliwością wiązania azotu atmosferycznego przez pewne gatunki traw, zwłaszcza tropikalnych, na drodze symbiozy z bakteriami z rodzaju *Rhizobium*. Ze względu na ekonomiczne znaczenie w życiu człowieka i przyrody rośliny strączkowe klasyfikowane są na drugim miejscu za rodziną traw — *Gramineae* (do której należą zboża chlebowe).

Gatunki roślin z rodziny strączkowatych (*Leguminosae*) występują w różnych obszarach kuli ziemskiej, zwłaszcza w tropikalnych. Specyficzną cechą tych roślin jest budowa ich owocu — strąka, zawarte powstającego tylko z jednego owocolistka. Rozmaitość ukształtowania strąka jest jednak ogromna, a czasami wyglądem swoim nie przypomina on wcale tego typu owocu. Na przykład u południowoamerykańskiej orzachy ziemnej *Arachis hypogaea* strąki rozwija się w glebie i nie pęka, u nostrzyku *Melilotus* także nie pęka, u brazylijskiego drzewa *Andira araroba* — jest mięsisty i wyglądem swoim przypomina śliwkę, a u *Desmodium* — jest podzielony na jednonasienne segmenty, po dojrzewaniu rozdziela się.

Strączkowe obejmują trzy wielkie grupy roślin, traktowane przez botaników jako pokrewne lecz odrębne rodziny, bądź jako podrodziny w obrębie rodziny *Leguminosae*. Przyjmujemy tutaj drugi pogląd.

Podrodzina mimozowe (*Mimosoideae*) obejmuje tropikalne i subtropikalne rośliny drzewiaste i zielne z liśćmi zwykle podwójnie parzystopierzastymi. Kwiaty mają drobne, promieniste, zebrane w główkowate lub kłosowate kwiatostany. Kwiaty są zazwyczaj 4-krotne i zwracają uwagę długimi, zabarwionymi nitkami pręcików. Ziarna pyłku są często połączone w większe skupienia. Najbogatsze w gatunki są rodzaje *Acacia* — około 600, *Mimosa* — około 400 i *Inga* — około 300.

Do podrodziny brezylikowych (*Caesalpinoideae*) należą filogenetycznie stare gatunki roślin drzewia-

stych strefy tropikalnej i subtropikalnej, z liśćmi zwykle pojedynczo lub podwójnie parzystopierzastymi. W klimacie umiarkowanym są one słabo znane. W Polsce okazałe drzewa tworzą gledicja trójcierniowa *Gleditsia triacanthos* i rzadszy kłęk kanadyjski *Gymnocladus dioica*, sporadycznie uprawiany jest natomiast południowouropejski judaszowiec *Cercis siliquastrum*. Najliczniejszymi w gatunki są rodzaje *Cassia* (senes) — około 600, *Bauhinia* i *Caesalpinia* — po około 200. Tylko nieliczne gatunki tej podrodziny uczestniczą w asymilacji azotu atmosferycznego.

Podrodzina motylkowych (*Papilionatae*) obejmuje gatunki rozpowszechnione na całym świecie, przy czym w okolicach tropikalnych przeważają formy drzewiaste, w pozatropikalnych — formy zielne. Podobieństwo kształtu kwiatów roślin należących do tej podrodziny do wyglądu motyla dostrzegł po raz pierwszy Cordus w 1561 r. Najbogatszymi w gatunki są rodzaje: *Astragalus* (traganeł) — około 1200 (wg innych źródeł około 1600), *Indigofera* — około 700, *Tephrosia* — około 400, *Crotalaria* (klekotnica) i *Desmodium* — po około 300, *Adesmia* — około 250, *Aeschynomene*, *Lupinus*, *Trifolium* i *Erythrina* — po około 200.

Autorem tradycyjnej klasyfikacji roślin strączkowatych był P. Taubert (1891—1894), który przyjął ją niemal w całości od G. Benthama (1865). Nowe poglądy w omawianej kwestii przedstawił J. Hutchinson (1964), a kompleksowo problem rewizji i nowej klasyfikacji omawiany był podczas międzynarodowej konferencji w roku 1978 w Kew. Bibliografię roślin strączkowatych skompletowali Isely i Polhill (1973—1980).

Rozmaitość sposobów wykorzystania 195 rodzajów uprawianych roślin strączkowatych przewyższa pod tym względem wszystkie inne rodziny. Dla porównania, z rodziny traw uprawianych są gatunki należące do 100 rodzajów. Nasiona roślin strączkowatych bogate w białko, często także w tłuszcze i cukrowce odgrywają ważną rolę jako składniki pożywienia człowieka. Pokarmu dla człowieka dostarczają gatunki roślin m. innymi z rodzajów: *Arachis* (orzacha), *Cajanus* (nikla), *Canavalis*, *Cicer* (ciecierzyca), *Lablab* (wspiega), *Lens* (soczewica), *Glycine* (soja), *Mucuna* (wspinacz), *Phaseolus* (fasola), *Pisum* (groch), *Prosopis*, *Tamarindus* (tamaryndowiec, w obszarze śródziemnomorskim), *Vigna* (garbipląt). W żywieniu zwierząt szczególne znaczenie mają gatunki m. innymi z rodzajów: *Trifolium* (koniczyna), *Lotus* (komonica), *Medicago* (lucerna), *Melilotus* (nostrzyk), *Trigonella* (kozieradka), *Coronilla* (cieciorka), *Vicia* (wyka), *Lathyrus* (groszek), a w subtropikach i tropikach — *Glycine* (soja), *Calapogonium*, *Centrosema*, *Desmodium*, *Pueraria* (opornik), *Stylosanthes*, *Stizolobium* = *Mucuna* = *Dolichos* (wspinacz), *Acacia* (akacja), *Prosopis* (jadłozyn), *Leucaena*.

Liście roślin strączkowatych zawierają znacznie więcej białka aniżeli liście zbóż. Tymczasem badania wykazały, że gdyby liście zbóż zostały wykorzystane jako pokarm dla ludzi, to uzyskano by dwa razy więcej białka niż otrzymuje się go z ziarniaków.

Czynnikiem uniemożliwiającym człowiekowi spożywanie liści zbóż jest celuloza wchodząca w skład ścian komórkowych, której organizm ludzki nie trawi. Aktualnie natomiast czynione są próby wykorzystania wyciągów białkowych z liści wysoko plonujących roślin motylkowych, np. z lucerny. Byłyby one źródłem białka wzbogacającym dietę ludzką.

Nasiona gatunków z rodzajów *Glycine* i *Arachis* dostarczają tłuszczów na skalę przemysłową. Przedstawiciele rodzajów *Leucaena*, *Cassia* i *Prosopis* są źródłem wartościowego drewna opałowego. Drewno gatunków z rodzaju *Robinia* jako odporne na gnienie służy do wyrobu rozmaitych sprzętów gospodarskich oraz do grodzienia. Drewno tropikalnych drzew z rodzajów *Dalbergia*, *Baphia*, *Pterocarpus* (derys), *Peltogyne*, *Mora* znajduje zastosowanie w budownictwie. Szybko rosnące drzewa *Leucaena* dostarczają ponadto surowca dla przemysłu papierniczego. Rośliny z rodzajów *Crotolaria* i *Sesbania* produkują włókno. Olejki eteryczne pozyskiwane są m. innymi z *Trigonella*, *Glycyrrhiza* (lukrecja), *Dipteryx* (tonkowiec), *Acacia farnesiana*. Farmakologiczne znaczenie mają te gatunki, które w nasionach wytwarzają substancje biologicznie czynne, np. *Erythrina* i *Sophora* (perełkowiec). Garbniki taninowe produkują w dużych ilościach, zwłaszcza *Acacia* i *Cassia* (senes, strączyńiec). Gumę arabską pozyskuje się z *Acacia senegal* (akacja senegalska). *Myroxylon balsamum* i *M. peruiferum* (woniawiec balsamowy i peruwiański) są także źródłem gumy stosowanej w medycynie.

Stosunkowo liczne strączkowate uprawiane są jako rośliny ozdobne w celach dekoracyjnych. Należą tutaj m. innymi rośliny drzewiaste, znane również w Polsce: *Caragana* (karagana), *Cercis* (judaszowiec), *Cladrastis* (strączyń), *Colutea* (moszeniec, moszenki), *Gleditsia* (gledicja, iglicznia), *Robinia* (robinia akacja, grochodrzew), *Gymnocladus* (kłęk), *Amorpha* (amorfa), *Wisteria* (glicynia, słodlin), *Laburnum* (złotokap). Byliny ozdobne wywodzą się m. innymi z rodzajów: *Coronilla* (cieciorka), *Lathyrus* (groszek), *Lotus* (komonica), *Lupinus* (lubin), *Phaseolus* (fasola), *Chorizema*, *Centrosema*.

Rośliny strączkowate dzięki zdolności rozwoju na glebach suchych i ubogich w azot znajdują zastosowanie do rekultywacji nieużytków rolniczych i wyrobisk kopalni odkrywkowych. W Stanach Zjednoczonych za gatunek najbardziej odpowiedni dla tych celów uważana jest *Robinia fertilis*.

Wśród roślin strączkowatych jest wiele trujących. Szczególnie niebezpieczne są nasiona, ale także inne części bądź organy. Znaleźć je można zwłaszcza w obrębie rodzajów: *Astragalus* (traganek), *Oxytropis*, *Lupinus*, *Laburnum*, *Erythrina*, *Abrus* (modligroszek), *Sophora* (perełkowiec), *Ormosia*. Przypadkowe spożycie tylko jednego nasienia *Abrus precatorius* (modligroszek różańcowy) może spowodować śmierć dorosłego człowieka. Zawierają one abrynę, składającą się z silnie trujących białek. W Indiach używane są w lecznictwie, a także do zatrucia strzał i do celów zbrodniczych.

W suchych rejonach Afryki duże nadzieje wiąże się z rozszerzeniem uprawy *Voandzeia subterranea* (sorzycha podziemna). Dostarcza ona z 1 ha 2000 — 3000 kg orzeszków ziemnych bogatych w białko i cukrowce, jest odporna na choroby i szkodniki. Gatunki z rodzaju *Lablab*, np. *L. vulgaris* (wspiega hiacynkowa) uprawiane w tropikach dla poprawienia struk-

tury gleb i na paszę charakteryzują się szeroką skalą wymagań ekologicznych. Ich bogate w białko nasiona po usunięciu związków szkodliwych, głównie glikozydu cyjanogenetycznego, mogą dostarczać wartościowego pokarmu dla człowieka. Nasiona roślin z rodzaju *Tylosema* i *Vigna* uważane są w krajach tropikalnych, np. na południu Afryki, za głównych w przyszłości dostarczycieli tłuszczów i białka. Z łubinami, których nasiona zawierają duże ilości białka, wiąże się wielkie nadzieje w Andach. Wykorzystanie łubinów utrudnia wysoka zawartość w nich szkodliwych alkaloidów. Jedną z prób obniżenia ich poziomu są eksperymentalne prace hodowlane z wykorzystaniem łubinów uprawianych na obszarze śródziemnomorskim. Istnieją możliwości dalszego rozszerzenia uprawy *Phaseolus vulgaris* (fasola zwykła) i *P. lunatus* (fasola półksiężycowata, czyli limeńska), zwłaszcza w tropikach. Rośliny z rodzaju *Psophocarpus* uprawiane w południowo-wschodniej Azji wytwarzają bulwy zawierające do około 20% białka. Nasiona ich pod względem zawartości składników pokarmowych zbliżone są do nasion soi. Liście, kwiaty i łodygi tych roślin są także jadalne. Szczegółowe badania *Psophocarpus* prowadzą placówki Amerykańskiej Akademii Nauk.

Gatunki *Sphenostylis* uprawiane w prymitywny sposób w Afryce przynoszą wysokie plony bulw o zawartości białka 10—20%. Spożywane są podobnie jak bulwy ziemniaka. Nasiona ich o wyśmienitym smaku posiadają białko bogate w aminokwasy egzogenne: lizynę i metioninę. Bulw jadalnych mogą dostarczać także rośliny z rodzaju *Pachyrrhizus* (kłębian): *P. erosus*, *P. bulbosus*, *P. angulatus*, o wartościach odżywczych zbliżonych do manioku *Manihot esculenta* z rodziny wilczomlecowatych. Z nasion *Cyamopsis* można pozyskiwać gumę na skalę przemysłową, ale są one również pokarmem o wysokich walorach zdrowotnych dla ludzi. Obecnie rośliny te uprawia się głównie w Indii, Birmie i na Cejlonie. Czynnione są w tych krajach starania zmierzające do rozpoczęcia nowoczesnej, zmechanizowanej technologii uprawy.

Również w obrębie gatunków drzewiastych liczne rośliny mogą mieć w przyszłości wielkie znaczenie. Na przykład pewien gatunek z rodzaju *Leucaena*, krzewiasty chwast ruderalny, rosnący w Stanach Zjednoczonych na opustoszałych terenach miejskich w południowej części Florydy, uchodzi za „cudowną” roślinę, cieszącą się specjalnym zainteresowaniem Amerykańskiej Akademii Nauk. Krzew ten, charakteryzujący się ogromną tolerancją jałowych gleb oraz urwisk i osuwisk, odgrywa ważną rolę w przywracaniu tych terenów rolnictwu. Liście jego, zawierające znaczne ilości białka, mogą być stosowane jako nawóz do użyźniania gleby, a także jako pasza dla zwierząt i pokarm dla ludzi. Odznacza się również największą zdolnością wiązania azotu atmosferycznego spośród wszystkich znanych gatunków roślin strączkowatych. Rośnie bardzo szybko, do 5,5 m/rok. Hawajskie gatunki tego krzewu zbierane po 2,5 latach wzrostu dostarczały w ciągu roku do 120 ton suchej masy z hektara. Może być ponadto źródłem włókna i węgla drzewnego, miazgi drzewnej, pali i materiału do konstrukcji budowlanych.

Różne gatunki rodzajów *Acacia* i *Albizia* mogą mieć znaczenie w użyźnianiu i rekultywacji gleb, dostarczaniu karmy dla zwierząt, miazgi drzewnej, garbników i olejów. *Ceratonia siliqua* (szarańczyn strą-

kowy, czyli „chleb świętojański”) od odległej starożytności uprawiany jest w całym basenie Morza Śródziemnego. Strąki jego zawierają do 50% sacharozy i do 80% białka. *Sesbania grandiflora* jest szybko rosnącym niewysokim drzewem, dostarczającym dużych ilości białka, tłuszczów i miazgi drzewnej. Dzięki okazałym kwiatom, o długości 8–10 cm, stosowana bywa także jako roślina ozdobna.

Na specjalną uwagę zasługuje brazylijski gatunek drzewa *Copaifera Lansdorfii*. Rodzaj *Copaifera* reprezentowany jest w Brazylii przez 16 gatunków. *C. Lansdorfii* osiąga około 30 m wysokości i 30 — 40 cm średnicy pnia. Drzewo to wytwarza specyficzną żywicę węglowodorową, która bez wstępnej przeróbki może służyć jako paliwo do napędzania silników samochodowych. Nieznacznych zmian wymaga tylko silnik. Brazylijczycy wiążą z tym faktem duże nadzieje, w związku z pojawiającymi się co pewien okres symptomami kryzysu paliwowego.

Badacze amerykańscy przedłożyli koncepcję uprawy leśnych gatunków drzewiastych z rodziny strączkowatych w warunkach polowych. Felker i Bandur-

ski (1979) proponują zakładanie „gajów drzewiastych” z trawami jako roślinami okrywowymi gleby. Gaje takie nie wymagałyby uprawy gleby, nawadniania i nawożenia azotem, a dostarczałyby wysokich plonów nasion o dużej zawartości białka oraz utrzymywałyby glebę w dobrej strukturze. Autorzy koncepcji uważają, iż taka zintegrowana, kontrolowana populacja roślinna, połączona z wypasem zwierząt mogłaby w niektórych częściach świata złagodzić lub nawet rozwiązać problemy wyżywienia ludności. Nadają się dla tych celów m. in. gatunki z rodzajów: *Prosopis*, *Parkia*, *Gleditsia*, *Acacia*, *Ceratonia*, *Pithecellobium*.

Z przedstawionego przeglądu wynika, iż aktualne wykorzystanie roślin strączkowatych na świecie nie dorównuje ich potencjalnym możliwościom.

Wg *Economic Botany* 1982, 36: 46

Doc. dr Mieczysław Czekalski i mgr inż. Maria Morozowska pracują w Katedrze Botaniki AR w Poznaniu.

CZESŁAW WRONKOWSKI (Olsztyn)

LINUS CARL PAULING — JEDEN Z TWÓRCÓW CHEMII KWANTOWEJ I BADACZ BUDOWY BIAŁEK

Wybitny współczesny chemik amerykański urodził się 28 lutego 1901 roku w Portland, w stanie Oregon, w rodzinie farmaceuty. Matka była z pochodzenia Angielką, ojciec zaś Niemcem. W latach 1917/22 Pauling studiował w Oregon State College. Następnie przeniósł się do Institute of Technology w Pasadenie, gdzie w roku 1931 objął katedrę chemii. W roku 1922 obronił rozprawę maderską na temat rentgenowskiej analizy strukturalnej związków nieorganicznych, a w roku 1925 uzyskał stopień doktora filozofii. Rozprawa ta otworzyła mu drogę do kariery naukowej, a ponadto umożliwiła nawiązanie ważnych kontaktów naukowych z uczonymi tej miary co A. Sommerfeld, E. Schrödinger i N. Bohr. Dzięki nim mógł pogłębić swoją wiedzę z zakresu fizyki atomowej i teorii kwantów.

Pauling od młodości miał wyraźnie ukierunkowane zainteresowania. „Od dziecka byłem ciekaw świata, a świadomość tego zaciekawienia uzyskałem, gdy miałem chyba dziesięć lat. Mój ojciec był aptekarzem i pokazywał mi proste reakcje chemiczne. To wzbudziło we mnie zainteresowanie zjawiskami natury, zaczęły mnie one pobudzać intelektualnie. Kiedy miałem dwanaście lat, zainteresowałem się chemią. Robiłem coraz więcej obserwacji i doświadczeń. Samodzielnie doszedłem do rozszczepienia światła i wielu innych — wcześniej zresztą już odkrytych — zjawisk. A potem poszedłem tym torem” — mówi sam o sobie. A dalej dodaje: „każde dziecko zadaje pytania, próbuje nawet dokonać eksperymentów, stara się uporządkować intelektualnie otaczające je środowisko. Tylko nie każdy ma możliwość, by zadatki te w sobie rozwinąć i zrealizować ukryte możliwości”.

Początkowo interesowała go problematyka wiązań chemicznych. Jest on jednym z pierwszych uczonych

na świecie, który zastosował do chemii metody i teorie współczesnej fizyki. Pogłębił on naszą wiedzę o wiązaniach chemicznych, strukturze cząsteczek i kryształów. Ponadto zajmował się immunochemią, czyli chemią zjawisk odpornościowych. Tuż po objęciu stanowiska profesora otrzymał pierwszą nagrodę Amerykańskiego Towarzystwa Chemicznego za całokształt badań w dziedzinie chemii czystej. Pięć lat później został dyrektorem Gates and Crellin Laboratories of Chemistry of the California Institute of Technology (CIT), a zarazem dziekanem wydziału chemii i inżynierii chemicznej tej uczelni. Dzięki fundacji Rockefellera, Pauling mógł zatrudnić 12 asystentów, co pozwoliło mu na rozwinięcie interesujących go badań.

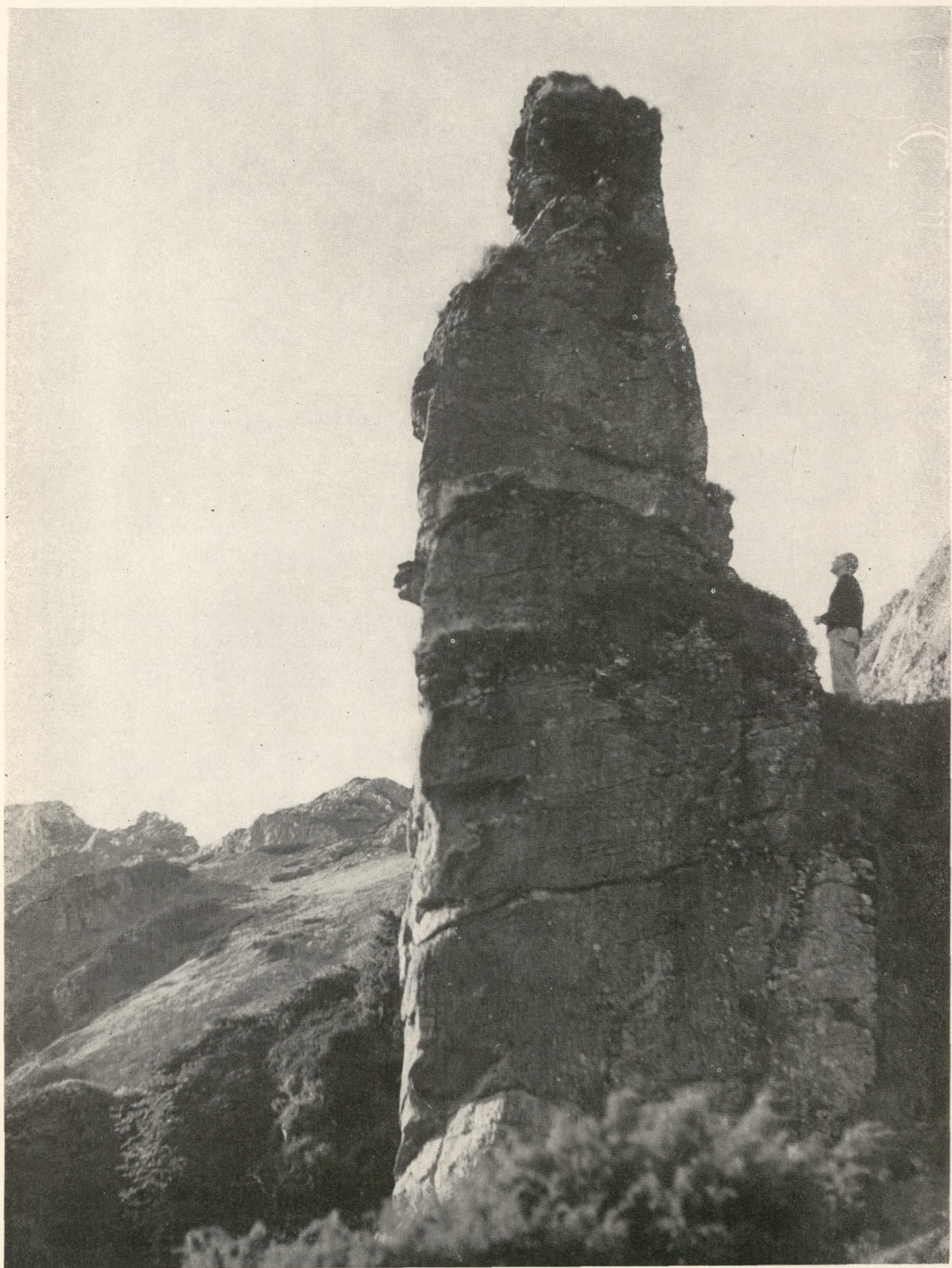
W latach 1928-33 wykładał chemię i fizykę w CIT, a następnie samą chemię w Massachusetts Institute of Technology (1932), chemię i fizykę na uniwersytecie w Chicago (1941), a w 1949 kierował katedrą chemii w Oksfordzie.

Obecnie jest profesorem chemii na Uniwersytecie Stanforda oraz dyrektorem Instytutu Medycyny Ortomolekularnej. Publikuje on nadal prace na ten temat.

Prace Paulinga dotyczą wielu dziedzin. Wszystkie jednak koncentrują się na zagadnieniu wyjaśnienia budowy cząsteczek, zwłaszcza związków organicznych oraz energii wiązań. Profesor uniwersytetu w Columbi, J. E. Mayer tak scharakteryzował wkład naukowy tego uczonego: „Pauling to człowiek, który zapoczątkował serię licznych badań, które dały nam większość dokładnych wiadomości ilościowych o geometrii cząsteczek związków organicznych. Jego liczne artykuły na temat wiązań chemicznych i o rezonansie, zmieniły nawet język strukturalnej chemii organicznej”.



III. SAN koło Sanoka. Dno rzeki przy niskim stanie wody. Fot. J. Korpál



IV. SKAŁA W REJONIE KOMINIARSKIEGO WIERCHU. Fot. H. Vogel

Prace Paulinga są dziś znane na całym świecie. Głównym tematem jego zainteresowań jest budowa związków chemicznych, a zwłaszcza natura wiązań chemicznych złożonych substancji. Do badań tych zastosował zasady mechaniki kwantowej, dokonując prób ich wykorzystania do określenia struktury kryształów oraz cząsteczek gazów. W latach trzydziestych zainteresował się strukturą białek i kwasów nukleinowych. Według Paulinga, łańcuch polipeptydowy układa się w kształt spirali, który utrzymuje się dzięki wiązaniom wodorowym. Koncepcja ta okazała się trafna przede wszystkim w odniesieniu do prostych białek włókniстых, z których to zbudowana jest skóra i tkanka łączna.

Pauling wysunął też myśl, że również kwasy nukleinowe mogą mieć podobny układ. Hipotezę tę potwierdził doświadczalnie w latach pięćdziesiątych H. Wilkins, stosując w swych badaniach promienie Röntgena.

Kolejnym obiektem badanym przez Paulinga była hemoglobina. W roku 1947 stwierdził on w organizmie ludzkim możliwość występowania kilku rodzajów hemoglobiny. Jedna z nich wywołuje anemię sierpowatą. Odkrycie to miało doniosłe znaczenie dla medycyny, biochemii, genetyki i antropologii.

Badania nad strukturą białek doprowadziły go do teorii powstawania przeciwciał. W latach sześćdziesiątych wysunął on koncepcję molekularnych podstaw chorób psychicznych, a także ideę ewolucji białek.

Od 1937 roku Pauling prowadzi badania nad molekularną teorią chorób. Prace te doprowadziły do wykrycia wskaźników chemicznych, które mają umożliwić względnie łatwe wykrycie wrodzonych zaburzeń metabolizmu, będącego przyczyną chorób psychicznych, miażdżycy, raka itp.

Wkład tego uczonego do skarbnicy nauki światowej jest olbrzymi. Opublikował on około 400 prac naukowych i ponad 100 artykułów publicystycznych, głównie dotyczących zagadnień społecznych i politycznych. Nie wszystkie koncepcje wielkiego uczonego okazały się słuszne. Tak np. niesłuszną okazała się jego hipoteza o możliwości zwalczania chorób nowotworowych przez podawanie ogromnych ilości kwasu askorbinowego (witaminy C). Pauling nie wziął pod uwagę faktu, że nadmiar kwasu askorbinowego zostaje natychmiast wydany z ustroju przez nerki. Badania jego zaowocowały jednak kilku teoriami, które stanowią ważny etap naszego poznania świata i zasługują na krótkie omówienie.

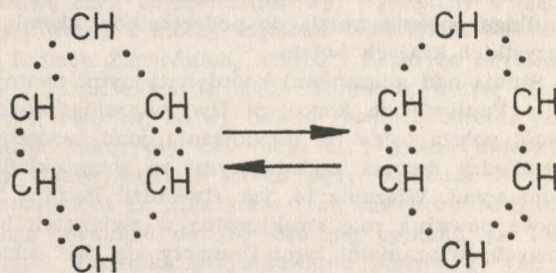
Teoria rezonansu Paulinga

Pauling od początku swej pracy badawczej zajmował się rodzajem i energią wiązań chemicznych, zwłaszcza w związkach organicznych. W miarę gromadzenia się materiału doświadczalnego zaczęły się pojawiać trudności teoretyczne w tłumaczeniu zachowania się cząsteczek związków organicznych. Klasyczne teorie budowy tych związków A. Kekulego, J. Thielego, A. Clausa czy A. Bayera nie wyjaśniały wystarczająco wzajemnego oddziaływania atomów w ich cząsteczkach. Również teoria par elektronowych W. Kossela, a następnie G. M. Lewisa i I. Langmura, tłumacząca pewne subtelne zjawiska cząsteczkowe, okazały się zbyt uproszczone. Nie tłumaczyły one np. jak para elektronowa tworzy trwałe, dokładnie usytuowane wiązania między atomami. Dopiero dzięki zastosowaniu mechaniki kwantowej do chemii

można było wyjaśnić naturę wiązań chemicznych w cząsteczkach, a także ich kierunkowość oraz wysycenie. Taką próbą była teoria rezonansu Paulinga.

Zasady tej teorii wyłożył w pracach szczegółowych, które opublikował w latach trzydziestych, a później zawarł w swej monografii *The Nature of the Chemical Bond* (1939), a jeszcze w *Chemii ogólnej* (*General Chemistry*).

Do ważnych pojęć współczesnej chemii należy rezonans dwóch lub więcej struktur elektronowych cząsteczki. „Często trudno jest przypisać cząsteczce jedną strukturę, która by zadowalająco odpowiadała jej właściwościom. Również często wydaje się, że dwie lub więcej struktury elektronowe są prawie jednakowo trafne. W tych przypadkach jest na ogół rzeczą słuszną powiedzieć, że rzeczywista cząsteczka rezonuje między różnymi strukturami i pisać różne rezonujące struktury w nawiasach obok siebie. Te różne struktury nie odpowiadają różnym rodzajom cząsteczek — istnieje tylko jeden rodzaj cząsteczek, będący hybrydą dwu lub więcej struktur” — pisze Pauling. Klasyyczny wzór Kekulego cząsteczki benzenu można wyrazić za pomocą wzorów elektronowych, w których atomy węgla są połączone na przemian jedną i dwiema parami wspólnych elektronów. Stanowi temu odpowiada pojęcie rezonansu.



Obie odmiany są równoważne, a przejście jednej w drugą uwarunkowane jest jedynie przesunięciem elektronów.

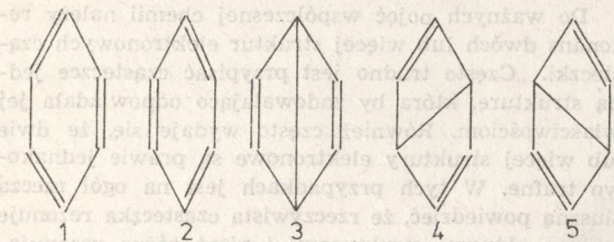
Zasada rezonansu wyjaśnia szczególną trwałość pierścienia aromatycznego. Jeżeli przyjmie się, że jeden związek zgodnie z teorią rezonansu może odpowiadać kilku strukturom, które w stosunku do siebie są całkowicie lub w przybliżeniu równoważne, to cząsteczka nie reprezentuje jedynie tej lub innej struktury, a istnieje jako hybryda rezonansowa wszystkich możliwych struktur.

Teoria rezonansu zdobyła dziś w świecie nauki powszechne uznanie. Źródło popularności tej teorii tkwi w jej prostocie, z jaką tłumaczy ona zjawiska, które dotąd napotykały spore trudności w próbach ich wyjaśnienia. Efekty, które teoria elektronowa wyjaśnia polaryzacją wiązań, teoria rezonansu tłumaczy współistnieniem i współdziałaniem wiązania atomowego i jonowego. W wyniku ich oddziaływania tworzy się specyficzna struktura mieszaną, w której to poszczególne rodzaje wiązań mogą w różnym stopniu się ujawniać.

Teoria rezonansu zakłada np. dla cząsteczki benzenu współistnienia dwu struktur Kekulego, różniących się położeniem trzech wiązań pojedynczych i trzech podwójnych. W wyniku tego cząsteczka benzenu nie posiada ani wiązań podwójnych, ani pojedynczych, lecz sześć równocennych wiązań, szczególnego rodzaju. Podwójne wiązanie Kekulego jest więc pozbawione jednoznacznej lokalizacji w pierścieniu. Z tej to przyczyny benzen nie przejawia charakteru

nienasyconego, a wskutek oddziaływania obu struktur Kekulego następuje obniżenie energii i stabilizacja układu. Warunkuje to dużą trwałość pierścienia benzenowego.

Zgodnie z poglądami Paulinga, benzen może występować jednocześnie w pięciu różnych postaciach, które odpowiadają następującym strukturom:



Wszystkie powyższe struktury rezonansowe wzajemnie „oddziałują” na siebie.

Na podstawie teorii rezonansu Pauling tłumaczy prawidłowości dotyczące budowy i reaktywności sporej liczby związków organicznych. Dodać trzeba, że teoria ta spotkała się swego czasu z krytyką licznych chemików, a w r. 1951 została nawet oficjalnie odrzucona przez naukę radziecką. Okres „błędów i wypaczeń” nie trwał na szczęście długo i teoria Paulinga obecnie weszła do podręczników chemii we wszystkich krajach świata.

Studia nad wiązaniami koordynacyjnymi doprowadziły do koncepcji tzw. wiązania wodorowego, polegającego na oscylowaniu jonu wodorowego między dwoma sąsiadującymi ze sobą układami atomowymi. Wiązanie to, jak stwierdził Pauling, odgrywa poważną rolę strukturalną w związkach białkowych. Wiązaniem tymi tłumaczy się dziś właściwości białek.

Gazy szlachetne

W roku 1932 Pauling stwierdził, że atomy gazów szlachetnych nie są „...tak odporne na tworzenie się ich połączeń, jak to utrzymywano przez trzecią część wieku, jaka upłynęła od czasu odkrycia gazów”. Pod odpowiednim ciśnieniem można uzyskać związki poszczególnych gazów z atomami wyjątkowo aktywnych pierwiastków, jak np. fluor. Ten pogląd przez dłuższy czas pozostawał niedostrzeżony. Dopiero, gdy w roku 1962 otrzymano fluorek ksenonu, a później dokonano również syntezy związków radonu i kryptonu z selenem oraz fluorem należycie oceniono nowatorskie spojrzenie Paulinga na to zagadnienie. Pauling próbował również wyjaśnić mechanizm narkozy wywoływanej podawaniem gazów szlachetnych. W związku z tym opracował on teorię narkozy, w myśl której narkotyki ogólne miałyby działać tworząc struktury krystaliczne w synapsach nerwowych, utrudniając w ten sposób przenoszenie impulsów przez te synapsy. Teoria ta nie znalazła obecnie uznania.

Studia nad białkami

Wcześniej, bo już w 1930 roku Pauling zainteresował się białkami. „Podobnie jak inni szukałem jakiegoś prostego wzoru. Ale nic mi się nie udawało. Wiosną 1948 r. przeziębilem się i leżałem w łóżku. Pi-

sałem coś na kartce i złożyłem ją na pół. Ponieważ leżałem, składałem ją inaczej niż gdybym to robił przy stole. Jak gdyby ją związałem przed złożeniem. I właśnie wtedy wpadłem na pomysł spirali. Po prostu udało mi się inaczej spojrzeć na stosunki wewnętrznej pewnej struktury. Okazała się ona prostsza niż myślałem, i nawet byłem trochę zaskoczony, że odkrycie to zabrało mi aż jedenaście lat”. Białka intrygowały go przez dłuższy czas. Zanim osiągnął liczące się w nauce rezultaty, prowadził długoletnie badania nad budową aminokwasów, polipeptydów i innych prostych substancji wchodzących w skład białek. Ich struktura jest skomplikowana, lecz nie tyle ona, co ich różnorodność sprawia trudności uczonym.

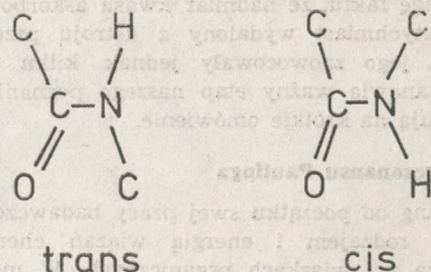
Poważny udział w tych badaniach ma zwłaszcza Robert B. Corey. W wyniku długoletnich badań ustalono, że podstawowym elementem strukturalnym zarówno białek włóknistych, jak i globularnych polipeptydów są łańcuchy spiralnie skręcone.

Odkrycie Paulinga (i Coreya) nie kończy się jedynie na spiralnym modelu łańcucha polipeptydowego. Wyjaśnił on wraz ze swymi współpracownikami wiele zagadnień dotyczących białek. Między innymi odpowiedział na pytanie, w jaki sposób łańcuchy polipeptydowe związane są ze sobą. Okazało się, że wiązanie to jest wiązaniem wodorowym.

Pauling zbadał ponadto struktury kilku aminokwasów i peptydów. „Zbadanie kryształu aminokwasu treoniny wymagało mniej więcej rocznego wysiłku czterech pracowników naukowych z dyplomem doktorskim”. Świadczy to wymownie o tempie badań i trudnościach piętrzących się przed uczonymi usiłującymi odsłonić tajemnice przyrody.

Ponadto stwierdzono istnienie dwóch grup amidowych, stanowiących sztywną część łańcucha polipeptydowego. Budowa tej grupy wpływa na sposób fałdowania się łańcuchów polipeptydowych.

Są dwa możliwe układy grupy amidowej, jedna — trans, w której to atomy węgla znajdują się po przeciwnych stronach wiązania C-N i druga — cis, w której atomy węgla są po jednej stronie tego wiązania.



Badania te świat nauki uznał za godne najwyższej nagrody, a mianowicie Nagrody Nobla. Przyznano ją Paulingowi w 1954 roku za prace na temat natury wiązania chemicznego z zastosowaniem do budowy związków złożonych. Uhonorował Paulinga również polski świat naukowy — Linus Carl Pauling jest członkiem zagranicznym Polskiej Akademii Nauk.

Mgr Czesław Wronkowski jest kierownikiem Zakładu Technicznych Środków Nauczania WSP w Olsztynie.

DROBIAZGI PRZYRODNICZE

Szczepionka przeciw trądowi

Jedną z najstraszliwszych chorób był i wciąż jest trąd. Jego nieuleczalność, zakaźność i powolny rozwój powodował, że ofiary trądu zostawały wyrzutkami społeczeństwa. Spontaniczne amputacje, owrzodzenia, nadżerki skóry powodują, że trędowaci budzą nie tylko lęk, ale i wstręt. Kiedy Cowdry i Rangisi w 1941 roku odkryli, że dwuaminodwufenylosulfon (dapson) jest skuteczny przeciw trądowi u szczura, rozpoczęła się era chemoterapii trądu.

Chociaż postępy chemoterapii trądu (w której najważniejszym lekiem jest wciąż dapson) oraz chirurgii plastycznej radykalnie zmieniły sytuację dotkniętych trądem, nie oznacza to jednak całkowitego załatwienia problemu. Sprawca trądu, *Mycobacterium leprae*, zdołał uodpornić się na dapson, i chociaż w arsenale chemoterapeutycznym posiadamy jeszcze inne leki skuteczne w trądzie, ich efektywność może też się zmniejszyć. Walkę przeciw trądowi należy więc prowadzić na szerszym froncie, stosując szczepienia ochronne.

Prace nad szczepionką przeciwtrądową posuwały się początkowo bardzo wolno, gdyż *M. leprae* nie może być hodowana *in vitro*.

W latach 70 odkryto, że *M. leprae* rozwija się dobrze w organizmie pancernika (patrz J. G. V.: Wszechświat 1974, 75: 217). Zwierzę to ma stosunkowo niską temperaturę ciała, a *M. leprae* rozwija się najlepiej w temperaturach niższych niż normalne temperatury ciała ssaków (stąd też u ludzi atakuje przeważnie kończyny). W organizmie pancernika *M. leprae* mnoży się dobrze w wątrobie i śledzionie. Bakterie te można następnie ekstrahować i używać do wytwarzania szczepionek, jednakże trudność polega na tym, że enzymy z tkanek zarażonych pancerników, uwalniane w czasie homogenizacji tkanek, unieczynniały antygeny bakteryjne. Po pięciu latach doświadczeń zespół kierowany przez Richarda Reesa, w National Institute for Medical Research w Londynie, opracował metodę inaktywacji enzymów. *M. leprae* są zabijane przez promieniowanie i przez ogrzewanie w autoklawie. Testy laboratoryjne wykazały, ku zaskoczeniu badaczy, że immunogenność martwych *M. leprae* jest większa niż żywych.

Chociaż szczepionka przeciw trądowi jest przeznaczona dla tropikalnych krajów trzeciego świata, pierwsze próby odbywają się w warunkach kontrolowanych w krajach rozwiniętych. Pierwsze próby nowej szczepionki rozpoczęły się, pod auspicjami WHO, w Norwegii. W końcu 1983 r. rozpoczęły się też próby ze szczepionką wyprodukowaną w taki sam sposób przez Wellcome Foundation Ltd., zostaną one przeprowadzone równolegle w Wielkiej Brytanii i w USA, dwóch krajach mających zupełnie odmienny program szczepień BCG (szczepionką przeciwgruźliczą). Szczepionka BCG w pewien sposób działa też na *M. leprae*.

Być może, że jeszcze za naszego życia uda się — dzięki programowi WHO — wytepić tę straszną chorobę, na którą obecnie cierpi około 12 milionów ludzi.

Wpływ cyjanku na metabolizm

Cyjank CN⁻, anion kwasu cyjanowodorowego HCN, nasuwa przede wszystkim skojarzenia z medycyną sądową. Błędne byłoby jednak przeświadczenie, że anion cyjankowy może znaleźć się w organizmie tylko w sytuacji związanej z zagrożeniem życia. Jest on fizjologicznym składnikiem krwi, tyle tylko, że w krwi normalnych, zdrowych osób jego stężenie nie przekracza 12 μmol/l. Oczywiście, w odpowiednio wysokich dawkach jest bardzo silnie trujący, jednak dawki letalne cyjanku wyrażone w molach na kilogram masy ciała (dla myszy: ok. 10⁻⁴ mol/kg przy iniekcji dootrzewnowej, dla człowieka: 2—13·10⁻⁵ mol/kg przy podaniu doustnym) są nawet wyższe niż dawki letalne niektórych innych składników pożywienia, wręcz niezbędnych w odpowiednio małych ilościach (pewne witaminy i mikroelementy).

Skąd bierze się w organizmie anion cyjankowy? Przede wszystkim powstaje w wyniku trawienia pokarmów roślinnych zawierających cyjanogenne glikozydy. Wymienić tu należy w pierwszym rzędzie kasawę czyli chleb maniokowy, wypiekany z mączki uzyskiwanej z kłączy manioku *Manihot utilissima* L. w Indiach Zachodnich, Afryce i Ameryce zwrotnikowej, a także ziarna sorgo *Sorghum*, siemię lniane, pestki owoców, bulwy batata *Ipomoea batatas* Lam., ziarna kukurydzy *Zea mays* L. i proso *Panicum* L. czy (także jadalne) młode pędy bambusa *Bambusa arundinacea* L. Niektóre z tych surowców roślinnych mogą uwalniać do 100—300 mg cyjanku na 100 g tkanki. Technika przygotowania potraw z tych surowców zmniejsza w nich zawartość cyjanku do odpowiednio niskiego, ale wciąż znaczącego poziomu (tu błędy w sztuce kucharskiej są wybitnie niepożądane!).

Inne źródła cyjanku to dym tytoniowy, a także pewne leki, jak np. preparat przeciwrakowy laetryl (którego głównym składnikiem jest cyjanogeny glikozyd amigdalina), nitroprusydek sodowy (stosowany jako środek obniżający ciśnienie krwi) i nitryl kwasu bursztynowego (lek przeciwdepresyjny) oraz tiocyjaniany organiczne używane jako insektycydy. W krwi, a także w ślinie palaczy stwierdza się wyższe stężenie cyjanku i tiocyjanianu.

Wyższe dawki cyjanku są toksyczne dla zwierząt, większości roślin wyższych i mikroorganizmów. Odpowiednio wysokie dawki są śmiertelne, natomiast chroniczna ekspozycja na niższe dawki powoduje u człowieka demielinizację, uszkodzenie nerwu wzrokowego, wzrost ciśnienia krwi, upośledzenie funkcji tarczycy, wole i ataksję. Toksyczne efekty chronicznej ekspozycji na subletalne dawki cyjanku są częste wśród ludności tych części świata, w których kasawa jest głównym składnikiem pożywienia.

Podstawowym efektem metabolicznym cyjanku, warunkującym jego toksyczność, jest wiązanie się z końcowym elementem łańcucha oddechowego — oksydazą cytochromową i hamowanie tego enzymu. Jeden mol cyjanku blokuje jeden mol oksydazy cytochromowej. Inne składniki łańcucha oddechowego mają stosunkowo niskie powinowactwo do cyjanku. Stopień inhibicji oksydazy cytochromowej po zatruciu cyjankiem jest różny w różnych tkankach, co związane

jest z intensywnością procesów detoksykacji cyjanku w tych tkankach. Najbardziej wrażliwa wydaje się oksydaza cytochromowa w mózgu.

Oksydaza cytochromowa nie jest jedynym enzymem hamowanym przez cyjanek. Ten sam efekt wywiera anion cyjankowy na wiele innych metaloenzymów. Cyjanek jest substratem nitrogenazy, a inhibitorem innych enzymów roślinnych i zwierzęcych zawierających molibden: reduktazy azotanowej, oksydazy ksantynowej. Powinowactwo reduktazy azotanowej do jonów CN^- jest o kilka rzędów wielkości wyższe w porównaniu z oksydazą cytochromową (stałe dysocjacji kompleksów enzym—inhibitor wynoszą: $4 \cdot 10^{-10}$ mol/l dla reduktazy azotanowej i $1 \cdot 10^{-6}$ mol/l dla oksydazy cytochromowej). Fizjologiczne stężenia cyjanku mogą więc regulować aktywność tego enzymu w komórkach roślinnych. Cyjanek hamuje aktywność żelazoprotein: katalazy i ferredoksyny, miedzioprotein: (Cu, Zn) — dysmutazy ponadtlenkowej i oksydazy askorbinianowej oraz cynkoprotein: fosfatazy alkalicznej i anhidrazy węglanowej. W komórkach roślinnych blokuje fotosyntetyczny łańcuch transportu elektronów wiążąc się z plastocyaniną. Może także wiązać selen, nawet usuwając go z selenoprotein (np. z centrum aktywnego peroksydazy glutationowej). Ten efekt cyjanku wyjaśnia jego ochronną rolę w przypadku zatrucia nadmiarem seleniu.

Hamowanie aktywności enzymów przez cyjanek może również zachodzić w następstwie oddziaływań innego typu niż z atomem metalu w centrum aktywnym enzymu, a mianowicie wskutek reakcji z substratem (jak to ma miejsce w przypadku istotnego enzymu cyklu Calvina, karboksylazy rybulozodifosforanowej) lub z produktem pośrednim reakcji enzymatycznej typu zasady Schiffa (na tej zasadzie hamowana jest np. dekarboksylaza glutaminianowa).

Chociaż na ogół cyjanek jest inhibitorem enzymów, w niektórych przypadkach może aktywować reakcje enzymatyczne (np. reakcję katalizowaną przez cyklazę guanylową).

Cyjanek stymuluje katabolizm glukozy drogą cyklu pentozaofosforanowego, a inhibuje jej rozkład drogą glikolizy. Być może właśnie ten efekt metaboliczny jonów cyjankowych warunkuje pobudzanie kiełkowania nasion przez te jony. Podobnie jak etylen, cyjanek stymuluje także dojrzewanie owoców.

Małe ilości cyjanku dostające się do organizmu są głównie przekształcane w tiocyjanian w wyniku reakcji z tiosiarczanem, katalizowanej przez enzym rodanazę. Tiocyjanian jest mniej toksyczny niż cyjanek, reakcja ta wydaje się więc być podstawową reakcją detoksykacji cyjanku. Tiocyjanian może jednak upośledzać funkcję tarczycy, zwłaszcza w warunkach niedoboru jodu, gdyż hamuje zarówno aktywne wchłanianie jodu przez komórki tarczycy, jak i wewnątrzkomórkowe wiązanie jodu przez tyreoglobulinę (jodowanie reszt mono- i diiodotyrozylowych).

Odrutkami w przypadkach zatrucia cyjankiem są: tiosiarczan, azotyn i hydroksykobalamina. Tiosiarczan jest substratem rodanazy. Azotyn przekształca część hemoglobiny w methemoglobinę, która ma wysokie powinowactwo do cyjanku i tworzy z nim kompleks. Cyjanek powoli uwalnia się z tego kompleksu i może być stopniowo przekształcany w tiocyjanian przez rodanazę. Hydroksykobalamina bez udziału en-

zymów reaguje z cyjankiem, tworząc cyjanokobalaminę (witaminę B₁₂).

G. Bartosz

Jak powstają rafa koralowe?

Jedna trzecia złóż ropy naftowej występuje w kopalnych rafach koralowych. Zważywszy znaczenie ropy jako źródła energii nic dziwnego, że ostatnio nastąpił rozkwit badań nad rafami. Jak wiadomo, są to najbogatsze biocenozy świata, porównywane pod tym względem z wiecznie zielonym lasem tropikalnym. Toteż wyniki badań eksperymentalnych na tym polu zasługują na uwagę. Prowadzono je w ciągu 10 lat koło Eilat (Elath) nad zatoką Akaba (Morze Czerwone).

Kolonie koralowców nie rosną równomiernie, jak trawnik, lecz powstawanie raf jest od początku procesem antagonistycznym między działaniami budującymi i niszczącymi. Do sztucznie usypanych hałd z głazów granitowych przyczepiały się nie tylko glony i zwierzęta osiadłe, lecz pojawiały się na nich także zwierzęta „pasące się”: głównie jeżowce. Skubią one stale nalot luźnego jeszcze porostu glonów i zwierząt osiadłych. Tylko glony wytwarzające inkrustacje wapienne, robaki ukrywające się we własnych rurkowatych pochwachach i małże pozostawiane są przez jeżowce w spokoju. Późniejszym kolonistom udaje się osiedlanie tylko wówczas, gdy mogą się ukryć w szparach powstających złóż wapiennych; gdy podrosną, są już za duże, by stać się łupem jeżowców. Tak wokół tych pierwszych kolonistów powstają wyspy gęstego zasiedlenia, podczas gdy całymi latami między tymi wyspami utrzymują się „pustynie” utrzymywane przez „golące” wszelkie życie jeżowce. Koralowce pojawiają się na tych stosach głazów po prawie roku. Bowiem larwy koralowców szczególnie lubią podłoże wapienne i czekają, aż na granicie osadzi się wapienna warstwa w postaci skorup małży, otwornic i inkrustacji glonów.

Z ponad 130 koralowców znanych z Zatoki Akaba tylko ok. tuzina bierze udział w powstawaniu pierwszych stadiów rafy. Takim jest pionierska *Stylophora pistillata* szybko się rozmnażająca, lecz krótkowieczna i stosunkowo odporna na zmienne warunki otoczenia. Natomiast trudno ją zauważyć w rozwiniętej już rafie, gdyż zagłuszają ją bardziej wyspecjalizowane gatunki. Polipy obumierają po 5—10 latach pozostawiając szkielet wapienny — podłoże życia dla innych organizmów. Między szkieletami bardziej wysterczających i rozgałęzionych koralowców, jak *Acropora* osiedlają się małe, poduszkowe, „liściaste” i krzaczaste gatunki. Powstający piasek i gruz również powiększa i wzmacnia rafę. Choć szkielety wszystkich koralowców zbudowane są z aragonitu to zależnie od gatunku wykazuje on bardzo dużą skalę wytrzymałości mechanicznej. Szczególnie silny szkielet mają gatunki drzewiasto rozgałęzione, do których należą i pionierskie. Później następującym mechanizmem konsolidacji rafy jest cementowanie biogenicznie powstałych struktur wapiennych; mianowicie, w głębiej położonych porach osadza się z przesyconego roztworu węglanu wapnia kalcyt. Skutkiem tego znikają różnice w porowatości a więc i odporności me-

chanicznej u różnych gatunków koralowców. Podczas gdy na powierzchni mamy 50% porowatości, to na głębokości metra tylko 1%.

Zasadniczym warunkiem powstawania raf jest bardzo wysoka wydajność produkcji węglanu wapnia przez koralowce z grupy *Madreporaria* będące głównym budulcem raf. Produkują one 10 razy więcej tego związku, niż ta sama grupa z mórz strefy umiarkowanej i zimnej. Tylko dzięki temu potrafią one nadrobić szkody powodowane przybrzeżną kipiela oraz przez organizmy wierzące dziury w ich szkieletach. Tworzenie się węglanu wapnia przyspieszają *zooxanthellae* — symbiotyczne glony żyjące wewnątrz polipów. Wysoka produkcja tego związku jest jednak tylko ubocznym produktem symbiozy. Mianowicie, z powodu ubóstwa mórz tropikalnych w sole mineralne, obieg materii między roślinami a zwierzętami winien być możliwie ścisły tak, by do minimum zmniejszyć powstawanie odpadków. Stąd glony te, będące dawniej składnikiem planktonu wniknęły do samego wnętrza źródła azotu i fosforu, gdzie żyją jak w cieplarni zasilanej w dodatku dwutlenkiem węgla. Z drugiej strony zwierzę-gospodarz wykorzystuje cukry, aminokwasy i inne asymilaty wytwarzane przez glony.

Natomiast morza zimniejszych stref bogate są w rozpuszczone sole mineralne. Stąd nie ma potrzeby powstawania w nich takiego biologicznego „zwarcia”, jakim jest opisana symbioza: nie ma potrzeby powtórnego użytkowania (*recycling*) materiałów pokarmowych. Dlatego glony i koralowce żyją w tych morzach osobno i stąd rozwija się w nich bujny fitoplankton jako podstawa wielopiętrowej piramidy pokarmowej. Także podłoże skalne, na którym w tropikach tworzą się rafa koralowe, jest w morzach

chłodniejszych gęsto porośnięte przez glony, czasem ogromnych rozmiarów.

Zdolność koralowców i symbiotycznych glonów do utrzymywania skąpo występujących surowców mineralnych w stałym, ściśle kontrolowanym obiegu powoduje ich nader wysoką produktywność pierwotną, obok produktywności ujęć rzek i doskonale uprawnej ziemi, najwyższą w całej biosferze. Rafa produkują bowiem w ciągu roku 1500—7000 g dwutlenku węgla z każdego metra kwadratowego powierzchni, zaś otwarte morze obok nich tylko 50—150 g. Dlatego porównuje się je do oaz wśród pustyni. Ta zdolność do symbiozy stwarza więc paradoks: najbogatsze na Ziemi życie kwitnie w nader jałowym środowisku.

Organizmy raf bardzo są związane z ich biotopem, stąd odpływ biomasy w otwarte morze jest niski: nawet plankton raf ukrywa się w dzień na ich dnie i dopiero nocą podnosi się w górę. Tak jak w tropikalnym lesie wiecznie zielonym, kapitał pokarmowy rafa zmagazynowany jest niemal wyłącznie w jej biomacie (przeciwnie natomiast jest na polu zboża). Stąd pobranie biomasy w postaci np. ryb może odbywać się w tylko ograniczonym stopniu, jeśli chce się uniknąć zmniejszenia produkcji całego systemu. Wiedzieli o tym mieszkańcy atoli Oceanii i oszczędnie korzystali z zasobów raf.

Rosnące osiedla nadbrzeżne są zagrożeniem dla raf, gdyż nawożenie przez wody ściekowe (azot i fosfor) powoduje rozrastanie się glonów na powierzchni rafa, odcina dopływ światła do symbiotycznych glonów powodując ich śmierć, a więc i śmierć koralowców i całej rafa.

Umschau 1983, 2: 48

Adam Krzanowski

WSZECŚWIAT PRZED 100 LATY

Fale powietrzne, wywołane wybuchem wulkanu Krakatoa. Wielki wybuch wulkanu Krakatoa, który miał miejsce d. 27 sierpnia r. z. wywołał w atmosferze ziemskiej fale, których istnienie wykazały ruchy słupów barometrycznych, obserwowane w różnych miejscach rozrzuconych po całej kuli ziemskiej. Pierwszy generał Strachey zwrócił uwagę na to zjawisko i zebrał liczby z niektórych stacji meteorologicznych. Fala wywołana wybuchem Krakatoa najpierw dosięgła Berlina od strony Wschodniej w godzin 10 po wybuchu, a zatem postępowała z prędkością 1000 k. m. na godzinę (prędkość nieco mniejsza od prędkości głosu). Po upływie 16 godzin barometrogram zapisał podobne kołysanie wywołane falą przybywającą z zachodu, od Krakatoa przez ocean Wielki, Amerykę i ocean Atlantycki; tę drogę fala przebyła w czasie $10 + 16 = 26$ godzin... Zatem fala na obiegnięcie ziemi naokoło potrzebuje 36 godzin.

E. D. (Dziwulski) Kronika naukowa. Wszechświat 1884, 3: 94 (10 II)

Tragiczny koniec. Tragiczna historia uczestników najnowszej wyprawy podbiegunowej na okręcie *Jeannette* została zamknięta i wyjaśniona. Gils Harder po długich poszukiwaniach bezowocnych... ujrzał sterzącą nad grubą warstwą śniegu rękę De Longa,

oraz łufę od fuzji. Po tych znakach rozpoznano okropny grób, który zarazem był i łóżem śmierci dziecięciu odważnych ludzi. Po rozkopaniu śniegu wydobyto zwłoki w stanie prawie skamieniałym, gdyż niemal dwa lata przeleżały one pod śniegiem. Widocznie dowódca, doktor i jeden z majtków, który był kucharzem, przeżyli innych towarzyszy i z umierających kolejno zdejmowali ubranie, którym sami starali się zastronić od zimna. Przy doktorze znaleziono pamiętnik, doprowadzony do ostatnich chwil życia.

Doszło tu także do wiadomości, że los rodzin po nieszczęśliwych żeglarzach został hojnie opatrzony przez inicjatora wyprawy, Benneta, oraz przez rząd Stanów Zjednoczonych.

Emil. (?) Korespondencja Wszechświata. Wszechświat 1884, 3: 106 (17 II).

Termometr odjemny. Wiadomo, że podnoszenie się słupa rtęci w termometrze następuje wskutek różnicy między rozszerzalnością szkła a rtęci; gdyby szkło rozszerzało się silniej, rtęć opadałaby przy wzroście temperatury. Otóż niedawno profesor Kohlrausch okazał, że współczynnik rozszerzalności ebonitu jest większy aniżeli rtęci, a na tej zasadzie p. Laczynoff zbudował termometr o zbiorniku ebonitowym, w któ-

rym tedy rtęć podnosi się przy zniżaniu temperatury, a opada przy jej wzroście.

S. K. (Kramsztyk) Kronika naukowa. Wszechświat 1884, 3: 109 (17 II)

Niewinne firletki? Harris Stone znajdował w Norwegii liczne okazy firletki smółki (*Lychnis viscaria*), z pięknymi kwiatami, których lepkie szypułki były gęsto pokryte żywymi i martwymi mrówkami. Mrówki te przylgnęły do lepkiego soku szypulek i tu śmierć znalazły. Firletka ta, która i u nas jest także pospolitą, dla mrówek jest niebezpieczną pułapką.

W. M. (Majchrowski) Kronika naukowa. Wszechświat 1884, 3: 110 (17 II)

ROZMAITOŚCI

Istoty, które czują się najlepiej w temperaturze 105°C. Do niedawna sądzono, że najwyższa temperatura optymalna istot żywych wynosi 85°C. Takie wymagania mają bakterie z gorących wód wulkanicznych. W r. 1982 znaleziono bakterie z wulkanicznych terenów podmorskich znoszące temp. 100°C. Ostatnio udało się odszukać bakterie znoszące jeszcze wyższą temperaturę. Znalezione je na dnie Morza Śródziemnego, na głębokości 10 m, również na terenie wulkanicznym. Organizmy te giną w obecności tlenu. Ich hodowle laboratoryjne rozwijały się w wodzie morskiej nasyconej atmosferą składającą się w 80% z wodoru i w 20% z dwutlenku węgla, w obecności siarki, pod ciśnieniem 2 atmosfer. Wytwarzały one w tych warunkach siarczkę, aż do zużycia całego zapasu siarki. Hodowle rosły najszybciej w temp. 105°C, w 85°C rosły przeszło dwa razy wolniej, poniżej 80°C ich wzrost się zatrzymywał. Znosiły one temp. 110°C, lecz w tych warunkach rosły słabo. Zamrożone w temp. -20°C przetrwały 10 miesięcy. Bardzo prostą budowę tych drobnoustrojów zbadano przy użyciu mikroskopów elektronowych, transmisyjnego i skaningowego. Odkrywca sugeruje, że mogą to być organizmy antyczne, bardzo bliskie tym, jakie żyły na Ziemi w pierwotnej, pozbawionej tlenu atmosferze.

Nature 1982, 200: 258

HS

Koewolucja roślin i szkodników. Powstawanie coraz bardziej agresywnych odmian szkodników roślin pobudza te ostatnie do syntezy coraz to nowych związków obronnych. Stwierdzono, że gasienice rolnicy zbożówki na syntetycznej pożywce osiągają masę ciała sześciokrotnie wyższą od żyjących w naturalnych warunkach. Na klonie cukrowym wyrastają co najmniej dwa typy liści; jedne z nich zawierają duże ilości tanin i innych garbników, które są toksyczne dla gasienic, drugie natomiast mają bardzo niską zawartość związków azotu (białka), potrzebnych gasienicom. Innym, ciekawym przykładem jest dąb. Gdy zostanie on przez owady ogolony z liści — nowe liście zawierają bardzo dużo garbników, co chroni je przed nową inwazją owadów. Im dłużej owady muszą szukać odpowiedniego pokarmu, tym bardziej są narażone na spotkanie z naturalnymi wrogami. Zarówno niszczenie liści przez gasienice, jak i mechaniczne ich usunięcie wywołuje znaczny wzrost zawartości szkodliwych garbników w najbliższej generacji liści. Liście ziemniaka i pomidora już w cztery godziny po zaatakowaniu przez owady zawierają znaczną ilość specjalnych enzymów, które utrudniają owadom trawienie białka, a więc „odbierają im

Współczujący prenumerator. WP. Au. Wisz. Najserdeczniej dziękujemy za uprzejmą chęć, z jaką Szanowny Pan pospieszył zwrócić nam część naszej straty, na Pana, jako na prenumeratora Wszechświata, przypadającą. Gdy jednak o wynagrodzenie strat, poniesionych przez pismo, wydawcy jego nie mogą mieć pretensyj do jednostek, lecz tylko do ogółu, a Sz. Pan pozostawia naszemu uznaniu użycie przysłanych pieniędzy w razie nieprzyjęcia ich zwrotu, przeto Pańskie rs. trzy przeznaczamy na fundusz wycieczek fizjograficznych na wzór ś. p. Jastrzębowski.

Odpowiedź Redakcji Wszechświat 1884, 3: 128 (24 II)

apetyt”. Wysoki poziom tych inhibitorów proteinaz utrzymuje się w liściach przez pięć godzin, później szybko się obniża. Następny atak owadów wywołuje trzykrotnie wyższą syntezę tych inhibitorów. Tak więc same owady szkodliwe uruchamiają mechanizmy obronne rośliny. Gorzkie olejki eteryczne ze skórki owoców cytrusowych wyraźnie „psują apetyt” i wstrzymują wzrost np. szkodników bawełny. Wyciąg z tropikalnej rośliny *Plumbago* uniemożliwia wylinkę niektórych owadów i blokuje syntezę chityny. W liściach dzikiego pomidora wykryto silny związek niszczący szkodniki tytoniu. Niektóre związki roślinne uczulają owady na światło i są dla nich zabójcze tylko w dni słoneczne. Larwy niektórych owadów zawierają się w liść i od środka go wyjadają. Ten dziwny zwyczaj jest po prostu obroną przed szkodliwymi dla owada reakcją fotochemiczną, jakiej podlegają niektóre związki zawarte w liściach. Analiza czterestu związków chemicznych, syntetyzowanych przez rośliny z rodziny złożonych (*Compositae*) wykazała, że dziewięć z nich jest toksycznych dla larw komarów, a z nich trzy działają silniej od DDT! Wiele roślin pod wpływem zakażenia wirusowego, bakteryjnego, naświetlenia promieniami ultrafioletowymi lub mechanicznego uszkodzenia syntetyzuje tzw. fitoaleksyny, które albo przeciwdziałają infekcji przez zakaźne mikroorganizmy, albo blokują enzymy rozpuszczające ściany komórkowe roślin. Stwierdzono, że związki te chronią również przed niektórymi owadami. Aktualnie wydaje się, że rośliny rozwinęły więcej mechanizmów obrony niż owady możliwości ataku.

Science 1982, 216: 722

W. B-S.

Aktualnie o marihuanie. W USA, na specjalnej konferencji ustalono oficjalną i aktualną opinię na temat marihuany. Od 1971 roku liczba osób w wieku 12—24 lat, używających marihuany, podwoiła się. Ponad pięćdziesiąt milionów Amerykanów użyło marihuany przynajmniej raz w życiu. O ile alkoholu i tytoniu młodzież używa raczej poza szkołą, to marihuany głównie w szkole, co jest szczególnie szkodliwe, ponieważ zaburzając procesy uczenia się i zapamiętywania, oprócz uszczerbku dla zdrowia, obniża również efekty nauczania. Palenie konopi wywołuje w mięśniu sercowym i układzie krążenia zmiany podobne jak pod wpływem silnych stresów. Działanie to jest szczególnie niebezpieczne dla ludzi cierpiących na nadciśnienie oraz zaburzenia krążenia mózgowego i wieńcowego. Dłuższe używanie marihuany wywołuje w układzie oddechowym zapalenie gardła, zatok

i oskrzeli. W produktach spalania marihuany jest o 50% więcej czynników rakotwórczych niż w dymie tytoniowym. W hodowli tkanek produkty spalania marihuany wywołują nowotworową transformację tkanek płucnych w ciągu 3–6 miesięcy. Szczególnie niebezpieczne jest równoczesne używanie tytoniu i marihuany. Marihuana blokuje syntezę męskich i żeńskich hormonów płciowych, wstrzymuje spermatogenezę i owulację. Przechodzi przez łożysko, a więc może uszkadzać płód. Stwierdza się ją również w mleku karmiących narkomanek. Obniża sprawność układu odpornościowego. Blokuje wydzielanie potu, co zaburza termoregulację organizmu i jest bardzo niebezpieczne, zwłaszcza w tropikach. Działanie marihuany na system nerwowy polega na zaburzeniu koordynacji ruchów, opóźnieniu refleksu, osłabianiu pamięci. Używanie marihuany jest wyjątkowo niebezpieczne dla kierowców i operatorów skomplikowanych urządzeń. Apatia, utrata ambicji, trudności w koncentracji uwagi, brak zainteresowań, obniżone efekty uczenia się są powszechnymi skutkami działania marihuany na system nerwowy. Działanie marihuany i alkoholu sumuje się. Marihuana i jej pochodne mogą mieć również zastosowanie w terapii, między innymi dla obniżania ciśnienia wewnątrz gałki ocznej w przypadkach jaskry, w terapii astmy (rozszerza oskrzela), dla łagodzenia stopnia nasilenia nudności i wymiotów przy chemioterapii nowotworów.

Science 1982, 215: 1488.

W. B.-S.

Rdza żdźbłowa sprzed 3500 lat. W Izraelu odkryto nieuszkodzone naczynie, wypełnione ziarnem pszenicy, pochodzące z epoki brązu i datowane na 1400–1200 lat przed naszą erą. Pszenicę oznaczono jako tetraploidalny gatunek *Triticum parvicoccum*. Badania przy pomocy mikroskopu skaningowego pozwoliły ustalić, że ziarno było zakażone rdzą żdźbłową *Puccinia graminis*, o dobrze zachowanej strukturze grzybnii i uredospor. Plaga zakażenia pszenicy rdzą żdźbłową jest wspomniana w Biblii, znana była również w starożytnej Grecji. Zidentyfikowane, archeologiczne znaleziska grzybów są raczej rzadkie. Na przypomnienie zasługują tu opisane sklerocja sporyszu *Claviceps purpurea* sprzed 3000 lat, zidentyfikowane komórki drożdży winnych i piwnych, oraz opisane w Danii głównie *Ustilago* z I wieku naszej ery, atakujące jęczmień.

Science 1982, 216: 993

W. B.-S.

Bawół domowy — zwierzę niedocenione. Bawół został udomowiony około 5000 lat temu i od tego czasu niewiele zrobiono dla podniesienia jego produktywności mleka i mięsa. Aktualnie coraz silniejsza jest tendencja, aby bawoły jako siłę roboczą zastępować traktorami. Tymczasem trzeba pamiętać, że bawoły dostarczają 70% mleka spożywanego w Indiach, 2/3 ilości mięsa zjadanego na Filipinach, pod względem ilościowym są głównym źródłem mięsa w Egipcie. W Chinach, Tajlandii, Indonezji, Indochinach i Filipinach około 30% prac rolnych wykonuje się przy pomocy bawołów. A w Europie do wypieku sławnej pizzy neapolitańskiej używa się sera (mozzarella) produkowanego z mleka bawołów, hodowanych w południowych Włoszech. Gdyby konsekwentnie przeprowadzać selekcję i odpowiedni dobór zwierząt do hodowli i rozrodu, można by znacznie podnieść wartości użytkowe bawołów. Niestety, dostarczane do celów poprawienia hodowli do krajów Środkowej i Wschodniej Azji szczególnie duże, silne i genetycznie wartościowe okazy — najczęściej wkrótce bądź kastrowano, bądź dostarczano do rzeźni. Dla wykonywania pracy fizycznej bawoły są zaprzęgane w prymitywne, drewniane jarzmo (nie ulepszone od 1500 lat), które przy wykonywaniu ciężkiej pracy boleśnie uciska tchawicę, a przez to zwierzę ogranicza swój wysiłek. Eksperyment przeprowadzony w Tajlandii wykazał, że założenie bawołom wygodnego chomąta, zrobionego na wzór chomąt końskich, zwiększa efekt ich pracy o 25%. Ulepszenie to jest do zastosowania natychmiast. Odpowiednio potraktowane bawoły mogłyby zrobić dużą karierę nie tylko w krajach Azji, ale również w Afryce, Ameryce Południowej, a nawet w niektórych krajach przemysłowych. Bawoły są znacznie mniej wybredne co do pożywienia niż bydło domowe, ich przewód pokarmowy w wyższym stopniu przyswaja pobrane pokarm niż u innych zwierząt. W 1978 roku eksperymentalnie wprowadzono bawoły na farmy Florydy i Luizjany (USA), gdzie dobrze się zadomowiły. Mimo powszechnej opinii, że mogą one żyć tylko w tropikach i koniecznie w pobliżu wody — okazuje się, że zupełnie dobrze znoszą warunki klimatu umiarkowanego i dość suchego. Obecnie w Azji żyje 130 milionów bawołów; przy odpowiednich zabiegach hodowlanych ich wartość użytkowa może znacznie wzrosnąć.

Science 1982, 215: 1487

W. B.-S.

RECENZJE

M. Witkowska: **Palmy**. Wyd. III, popr. i uzup. PWRiL, Warszawa 1982, s. 111.

Palmy związane są z historią rozwoju ludzkości od niepamiętnych czasów. Jedno z przysłów arabskich głosi nawet, iż „palma jest kolebką rodzaju ludzkiego”. Chodziło zapewne o korzyści, jakich dostarczały te rośliny człowiekowi. Znaczenie użytkowe mają bowiem wszystkie części palm — pnienie, liście, owoce, nasiona. Książka Witkowskiej o palmach doczekała się już trzeciego wydania. Wyjawszy krótki wstęp, pozostały tekst podzielony został na 8 rozdziałów.

Rozdział I „Budowa morfologiczna palm” omawia

korzenie, pnienie, liście, kwiaty, owoce i nasiona. Dowiadujemy się m. in., że korzeń właściwy palm szybko zamiera, a funkcję utrzymania rośliny w glebie oraz pobierania wody i składników mineralnych pełnią silnie rozwinięte korzenie przybyszowe. Niektóre korzenie mogą być kłujące i przekształcać się w cierniste rozgałęzienia. Palmy tworzą na ogół pień rosnący pionowo, walcowaty i nierozgałęziony, zwany kłodziną. Tylko bardzo nieliczne gatunki palm mają pień rozgałęziony. Niezwykłą różnorodnością wielkości i kształtów charakteryzują się także liście, ułożone przeważnie w postaci wspaniałego pióropusza na szczycie kłodziny. Złożone w swej budowie i biologii są kwiaty i kwiatostany. Owocami palm są ja-

gody i pestkowce. Owocnia jagód jest mięsista i soczysta oraz bogata w cukry. Pestkowce mają natomiast owocnię 3-warstwową: egzokarp — gładki, skórzasty, cienki; mezokarp — włóknisty, gruby; endokarp — twardy, zdrewniały z trzema otworami. Na przykład z mezokarpu owocu palmy kokosowej uzyskuje się włókno. Masa nasion może dochodzić do 25 kg, ale nie przekracza także masy nasienia grochu.

Rozdział II charakteryzuje wybrane rodzaje i gatunki palm. Rozpoczyna się wprowadzeniem do systematyki palm i ich podziałem wg Warburga. Omówione zostały następujące rodzaje: *Archontophoenix*, *Areca*, *Arenga*, *Borassus*, *Calamus*, *Ceroxylon*, *Chamaedorea*, *Chamerops*, *Cocos*, *Copernicia*, *Corypha*, *Elaeis*, *Howea*, *Kentia*, *Livistona*, *Lodoicea*, *Mauritia*, *Metroxylon*, *Nypa*, *Oreodoxa*, *Phoenix*, *Phytelephas*, *Raphia*, *Rhapis*, *Sabal*, *Trachycarpus*, *Washingtonia*.

W rozdziale III opisano kiełkowanie nasion i okres młodociany, trwający u palm 2 lata.

W krótkich, interesujących rozdziałach IV i V przedstawiono rozmieszczenie palm na kuli ziemskiej oraz warunki ich wzrostu i rozwoju. Palmy występują najliczniej na obszarach tropikalnych lasów równikowych Ameryki Środkowej i Południowej. Interesujące są przystosowania tych roślin do warunków środowiska.

O znaczeniu gospodarczym palm traktuje rozdział VI. Okazuje się, iż jest ono niezwykle wszechstronne, a nawet zaskakujące. Na przykład twarde owoce palmy *Corypha* służą do produkcji guzików, przypominających wyroby z kości słoniowej. Z łusek okrywających owoce palm *Corypha* i *Calamus* wydobywa się żywicę, wykorzystywaną w leczeniu astmy. W Indiach żywicę tę stosuje się w schorzeniach oczu. Żucie „orzechów” areki (*Areca*) wzmacnia dziąsła i jest środkiem zapobiegającym dezynтерии i innym chorobom bakteryjnym.

Sztuce uprawy palm w szklarniach i mieszkaniach poświęcony jest rozdział VII. Szczególnie dużo zachodu pociąga uprawa palm w mieszkaniach, zwłaszcza małych z suchym powietrzem, charakterystycznym dla budownictwa blokowego. Prezentowana książka może nam w tym dużo pomóc. Rozdział ten kończy tabelaryczne zestawienie wymagań poszczególnych rodzajów i gatunków do warunków uprawy.

W rozdziale VIII omówiono najważniejsze choroby i szkodniki porażające palmy w uprawie. Jest m. in. mowa o zwalczaniu nadzwyczaj upórnych tarczników i miseczników.

Tekst urozmaica 18 fotografii czarnobiałych palm oraz 7 tablic z rysunkami kształtów kłódzin, liści, kwiatów, kwiatostanów, owoców i nasion. Na końcu umieszczono alfabetyczne wykazy polskich i łacińskich nazw omówionych rodzajów i gatunków palm.

Ta popularnonaukowa książka wychodzi naprzeciw oczekiwaniom wszystkich miłośników egzotycznych i niezwykle interesujących roślin, jakimi są palmy.

Mieczysław Czekalski

Jozef Jakál a kolektív: **Praktická speleológia**, wyd. Osveta, Martin 1982, s. 381, ilustr., bibliogr., cena Kčs 40.—

O Jaskiniach w Dolinie Demenowskiej w Niżnych Tatrach na Słowacji wiadano już w 1299 r. Po wielu wiekach stały się one przedmiotem różnorodnych studiów przyrodniczych. Wiele uwagi — o czym zresztą autorzy książki nie wiedzą — jaskiniom tym poświęcili polscy geolodzy, a w tym S. Staszic, L. Zejszner, S. Zwoliński. Dziś badaniem tych jaskiń oraz obszarów krasowych zajmują się specjalistyczne instytuty naukowe (m. in. Instytut Geografii Słowackiej Akademii Nauk w Bratysławie — pracuje tu Jakál oraz Muzeum Słowackiego Krasu w Liptowskim Mikulaszu — pracuje tu większość autorów poszcze-

gólnych rozdziałów), a także placówki ochrony przyrody i urzędy turystyczne. Udostępnione dla turystów jaskinie przynoszą wiele dewiz; znaczny procent zysków do niedawna pochodził od Polaków. Dla polskich speleologów przyrodników i sportowców tereny krasowe Słowacji są przedsmakiem eksploracji w innych górach Europy i świata. Znajduje to wyraz także w dziesiątkach — znów nieznanym autorom książki — opracowań biospeleologicznych, geologicznych, archeologicznych itd.

Speleologia praktyczna jest książką popularną, przeznaczoną dla szerszego grona badaczy jaskiń, którzy radzą sobie z językiem słowackim. Przedstawiony materiał został pogrupowany w 16 rozdziałach, z których Jakál napisał prawie 8: historia badań speleologicznych na Słowacji, relief krasowy, formy reliefu krasowego, typy reliefu krasowego, gospodarcze aspekty krasu, ochrona krasu i jaskiń, kras Czechosłowacji oraz kras i jaskinie na świecie. Jaskinie (zwane zresztą endokrasem) opisali Š. Roda i L. Rajman. Ciż autorzy opisali speleoklimat i speleoterapię. O wodach krasowych napisał, w bardzo wartościowym opracowaniu, P. Mitter, znakomity speleolog i alpinista czechosłowacki (jeden autor, który zacytował polską publikację). Z tych opracowań na podkreślenie zasługuje: J. Gulíčka — biospeleologia, J. Bárta — speleoarcheologia, A. Abonyi — eksploracja, J. Slančík — sprzęt speleologiczny, P. Hipman — speleoalpinizm, P. Mitter (już w innej roli) — ratownictwo w jaskiniach.

Z powyższego zestawienia wynika, że jest to rodzaj podręcznika z nadmiernie rozbudowaną problematyką geograficzno-fizyczną. Położono jednak nacisk na to wszystko, co w Polsce nazywamy tatarnictwem jaskiniowym. Przy czym rozdziały o sposobach eksploracji oraz ratownictwie jaskiniowym napisane zostały nie tylko jasno, ale zarazem na bardzo wysokim poziomie naukowym. To samo możemy powiedzieć o opisie sprzętu wykorzystywanego przez speleologów, choć tu widoczne jest pewne zapóźnienie, spowodowane długim cyklem wydawniczym książki.

Wadą książki jest nadmierne rozbudowanie opisu form rzeźby krasowej oraz tzw. typologia krasowa. Nie wiadomo dlaczego potraktowano najzupełniej marginalnie problemy geologiczne krasu, skoro na Słowacji pracuje i wiele publikuje D. Kubiny, ledwo zresztą dostrzeżony przez zespół autorski.

Brak powołań na druk prac polskich wydawanych w naszym kraju (m. in. eksperymentalne studia S. Dzułyńskiego i jego współpracowników) oraz na Słowacji jest rezultatem pewnych niemiłych nawyków. Tak np. studium o Krasie Słowackim L. Sawickiego, wydane w „Kosmosie” w 1909 r. (później w wersji niemieckiej opublikowane ponownie) jest cytowane na całym świecie, ale nie w *Speleologii praktycznej*.

Nader po macoszemu został także potraktowany fragmencik na s. 356, poświęcony zjawiskom krasowym i jaskiniom w Polsce: wspomniano o terenach krasowych Jury Krakowsko-Częstochowskiej, Jaskini Snieżnej w Tatrach (—783 m) oraz Jaskini Czarnej w Dolinie Kościeliskiej. Ostatnia z tych jaskiń, licząca zdaniem autorów 6 km, została opisana jako najdłuższa. Od kilku lat znajduje się ona na trzecim miejscu po Mętusiej (ponad 9 km) i Bandziuchu (ok. 8 km ciągów pomierzonych). W innych obszarach dostrzeżono tylko Jaskinię Niedźwiedzia w Sudetach. Nie dostrzeżono natomiast, dostępną dla turystów i masowo odwiedzanej, Jaskini Raj w Górach Świętokrzyskich.

Podane przykłady o brakach w literaturze oraz o przestarzałych (a przez to nieprawdziwych) informacjach o jaskiniach w Polsce nie podważają istotnej wartości książki. Niedociągnięcia zostaną — być może — usunięte w drugim wydaniu. Nie ulega wątpliwości jedno: książka zostanie z pewnością wznowiona i znajdzie się w bibliotekach wielu speleologów, także w Polsce.

Z. Wójcik

15-086 Białystok, ul. Kilińskiego 1, Zakład Biologii Ogólnej AM
85-039 Bydgoszcz, Pl. Weyssenhoffa 11, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych
82-300 Elbląg, ul. Armii Czerwonej 42
80-227 Gdańsk-Wrzeszcz, ul. Hibnera 1c, Instytut Medycyny Morskiej
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 Łąkarstwa, blok 17
60-814 Poznań, ul. Zwierzyniecka 19, Miejski Ogród Zoologiczny
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
70-111 Szczecin, Al. Powstańców Wlkp. 72, Zakład Medycyny Sądowej PAM
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 Botaniczny UW
65-951 Zielona Góra, ul. Piękna 22/24, Liga Ochrony Przyrody, Zarząd Wojewódzki (p. Kazimierz Poliški)

WSZECHŚWIAT

Rada Redakcyjna: Henryk Szarski (przewodniczący), Andrzej Białas,
Stanisław Dzułyński, Aleksander Koj, Adam Łomnicki, Tadeusz Ruebenbauer,
Eugeniusz Rybka, Kazimierz Zarzycki

Komitet Redakcyjny: Jerzy Vetulani (redaktor naczelny), Stefan W. Alexandrowicz,
Franciszek Górski, Halina Krzanowska (z-ca nac. red.), Kazimierz Maroń (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 3295 + 115 egz. Format A4. ark. wyd. 4,25; druk. 3 + 2 wklejki, papier druk. sat. 61×86, 80 g. kl. III i kreda b. kl. III
Cena zł 30. — Otrzymano do składowania we wrześniu 1983 r. Podpisano do druku w marcu 1984 r. Zamówienie nr 670183
R-5 Druk ukończono w marcu 1984 r.

WARUNKI PRENUMERATY MIESIĘCZNIKA WSZECHŚWIAT

Cena prenumeraty:

półrocznie zł 180,—

rocznie zł 360,—

Prenumeratę krajową przyjmuje się:

do dnia 10 listopada br. na I półrocze roku następnego i cały rok następny do 1 czerwca na II półrocze roku bieżącego.

Instytucje i zakłady pracy zamawiają prenumeratę w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa-Książka-Ruch”, w miejscowościach zaś, w których nie ma oddziałów RSW, w urzędach pocztowych lub u doręczycieli.

Czytelnicy indywidualni opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach pocztowych lub u doręczycieli.

Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę przyjmuje RSW „Prasa-Książka-Ruch”, Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw, 00-958 Warszawa ul. Towarowa 28, konto NBP XV OM Warszawa nr 1153-201045-139-11 w terminach podanych dla prenumeraty krajowej.

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 w księgarniach naukowych „Domu Książki” oraz we Wzorcowni Ośrodka 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, drobnych przyrodniczych, rozmaitości, 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.

Drobne 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.

Rozmaitości są krótkimi notatkami z bieżącego obcojęzycznego czasopiśmiennictwa naukowego o najwyższym standardzie światowym. Ich objętość wynosi od 0,5 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, dostarczające mu nowych wiadomości. Objętość nie powinna przekraczać 2 stron maszynopisu.

Materiały wydrukowane są honorowane zgodnie z przepisami prawa autorskiego. Materiały powinny być przysyłane jako starannie wykonane maszynopisy (30 linijek na stronę, ok. 60 uderzeń na linijkę), 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.