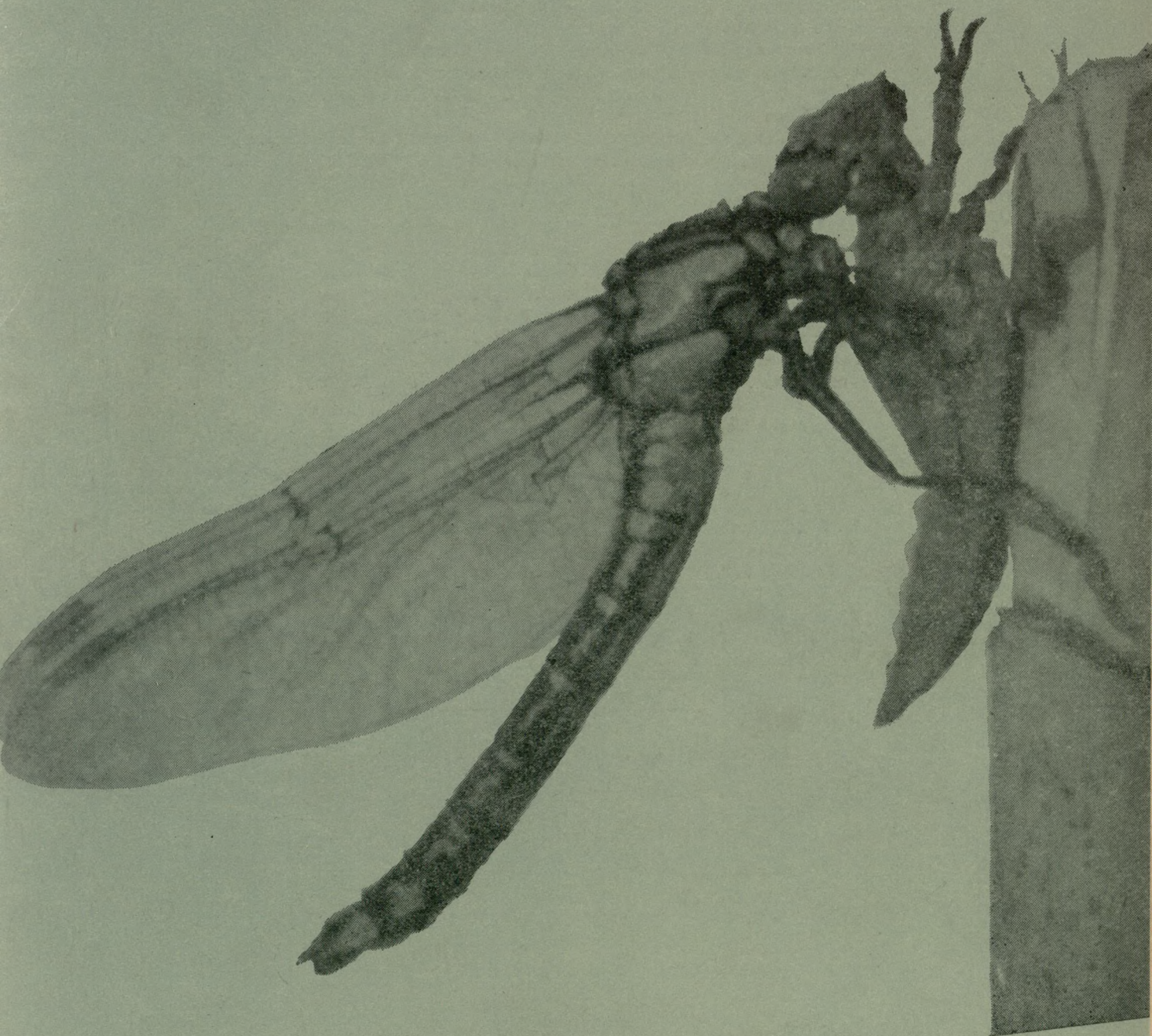


WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

CZERWIEC 1972



TREŚĆ ZESZYTU 6 (2104)

Ostrowski W., Biosynteza białka w komórce	141
Jurkowska H., O nagromadzeniu się azotanów w roślinach	146
Jakubowski J. L., Tahiti w 200 lat po podróży Louisa Antoine'a Bougainville'a	151
Wiśliński A., Trąby powietrzne i wiry pyłowe	155
Drobiazgi przyrodnicze	
Ginąca odkrywka geologiczna (J. Niškiewicz)	160
Brakująca masa we Wszechświecie (B. Kuchowicz)	161
Akwarium i terrarium	
<i>Gnathonemus petersi</i> (Günther 1862) (J. Eliáš, tłum. A. Czapik)	162
<i>Anoptichthys jordani</i> (Hubba, Innes) (V. Lahoda, tłum. A. Czapik)	163
Rozmaitości	163
Kronika naukowa	
Nagroda Nobla za mechanizm działania hormonów (K. Kochman)	164
PTMA wkracza w drugie półwiecze działalności (J. Mielicki)	164
Recenzje	
Biologia XX wieku. Praca zbiorowa (H. Szarski)	165
H. M. Smith i R. B. Smith: Synopsis of the herpetofauna of Mexico (A. Jasiński)	165
J. Spirhanzl-Duriš, Jan Solovjev: Mały atlas ptaków (A. Dyrce)	166
A. Leńkowa: Dzieje Ligi Ochrony Przyrody w Polsce (K. M.)	167
Kosmos — Seria A. Biologia (Z. M.)	167
Chrońmy Przyrodę Ojczyzn (Z. M.)	167
Książki nadesłane	167
Sprawozdania	
Olimpiada Biologiczna (J. W.)	168

Spis plansz

- Ia. REMIZ budujący gniazdo. Fot. W. Puchalski
Ib. GNIAZDO REMIZA, *Remiz pendulinus* (L.). Fot. W. Strojny
II. ZADRZEWIANIE RUCHOMYCH PIASKÓW w Olsztynie k. Częstochowy. Fot. J. Hereźniak
III. NUTRIE, *Myocastor coypus* (Mol.). Fot. W. Strojny
IV. KRUSZCZYK RDZAWOCZERWONY, *Epipactis rubiginosa*. Fot. J. Płotnikowiak

Okładka: WAŻKA (metamorfoza). Fot. W. Puchalski

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

(Rok założenia 1875)

CZERWIEC 1972

ZESZYT 6 (2104)

WŁODZIMIERZ OSTROWSKI (Kraków)

BIOSYNTeza BIAŁKA W KOMÓRCIE

Jedną z najbardziej charakterystycznych cech systemów biologicznych jest ich wysoce uporządkowana złożoność. Ta złożoność struktury i różnorodność funkcji układów biologicznych mogła być wytworzona tylko dzięki działaniu naturalnej selekcji w ciągu wielu milionów lat. Jednym z takich procesów, który został utrwalony w przyrodzie w ciągu długiego okresu ewolucji form żywych, jest przebieg biosyntezy białka w komórce i jego genetyczna kontrola.

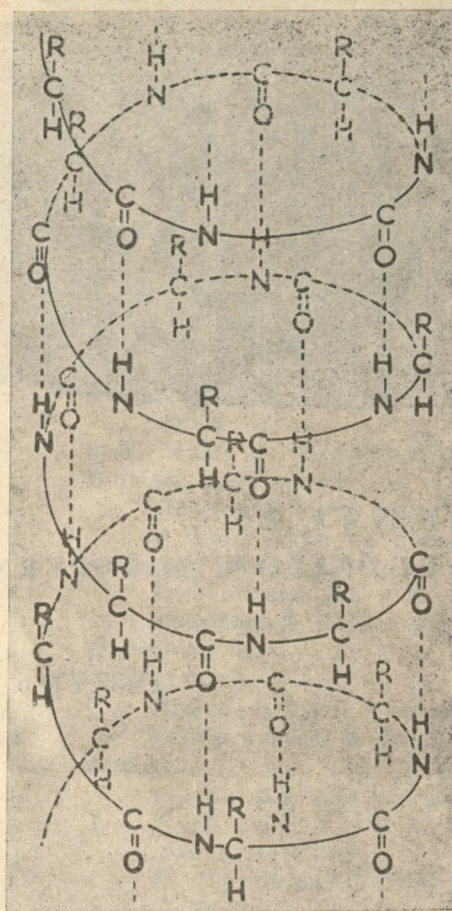
Białka w komórce spełniają najrozmaitsze funkcje biologiczne. Jedne odpowiedzialne są za strukturę komórki i ukształtowanie jej elementów morfotycznych, inne posiadają zdolności katalityczne i jako enzymy kierują złożonymi kompleksami wielu reakcji chemicznych składających się na metabolizm komórki. Odreśbne grupy białek spełniają funkcję elementów kurczliwych, hormonów, przeciwciał, białek transportujących oraz białek regulujących czynność aparatu genetycznego jądra komórki.

Liczne białka tworzą połączenia z różnymi substancjami niebiałkowymi. Są to tzw. białka złożone lub proteidy, do których należą hemoproteidy, muko- i glikoproteidy, lipoproteidy,

nukleoproteidy i metaloproteidy. Wszystkie rodzaje białek występują w każdej komórce i w różnych tkankach, spełniając tam ważne funkcje w procesach metabolicznych.

Poszczególne funkcje i swoistość białek określone są przez skład i sekwencję aminokwasów, czyli kolejność ich ułożenia w łańcuchu polipeptydowym. Białka składają się z ok. 20 α -aminokwasów połączonych z sobą za pomocą wiązań peptydowych w postaci długich nici (białka włókienkowe) lub zwiniętych na kształt kłębka (białka kłębuszkowe). Liczba jednostek aminokwasowych w różnych białkach waha się od ok. 100 w najmniejszych białkach (insulina, cytochrom c) do kilku tysięcy w takich białkach, jak miozyna, fibrynogen lub niektóre enzymy. Liczne białka otrzymano w stanie czystym, niektóre w formie krystalicznej, co pozwoliło w przypadku niektórych białek poznać bliżej ich sekwencję i przestrzenną strukturę.

Łańcuchy polipeptydowe białek włókienkowych ułożone są równolegle wzdłuż jednej osi, tworząc włókna lub blaszki. Przykładem białek włókienkowych jest keratyna, białko będące wytworem komórek nabłonkowych. Jest cha-



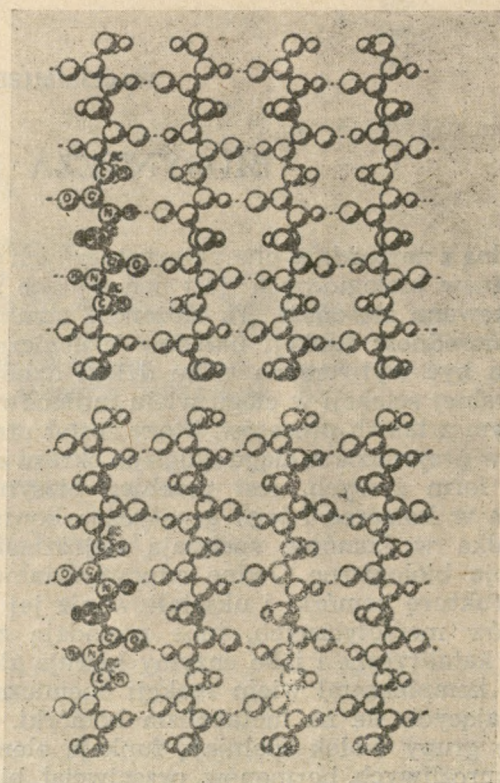
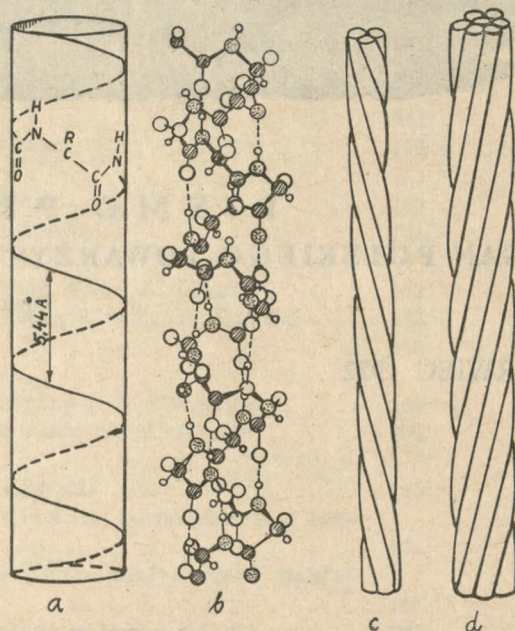
Ryc. 1. Łańcuch polipeptydowy o strukturze α -helisy (linia śrubowa)

rakterystycznym składnikiem włosów, zrogowaciałego naskórka, paznokci i rogów. Zgodnie z badaniami L. Paulinga i M. F. Perutza łańcuchy polipeptydowe białek włókienkowych wykazują strukturę spiralną w postaci tzw. α -helisy, którego schemat przedstawia ryc. 1. Wiele łańcuchów polipeptydowych o strukturze spiralnej, ułożonych i zwiniętych równolegle obok siebie, tworzą włókna o charakterystycznym wyglądzie przypominającym linę (ryc. 2).

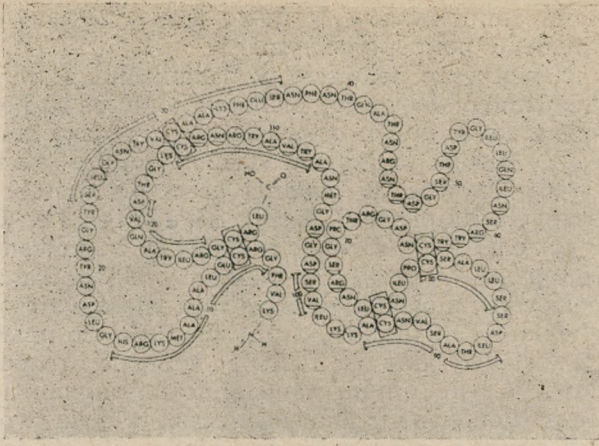
W odróżnieniu od białek włókienkowych łańcuchy polipeptydowe białek globularnych są nieregularnie zwinięte i pofałdowane, przez co cząsteczka przybiera kształt kuli lub mniej lub bardziej wydłużonego elipsoidu (ryc. 3). Dokładniejsze badania wykazały, że łańcuchy polipeptydowe białek kłębuszkowych wykazują częściowo strukturę α -helisy, a częściowo tzw. nieuporządkowaną. Zależy to od tego, jakie aminokwasy i w jakiej kolejności występują wzdłuż łańcucha polipeptydowego. Wiele białek globularnych złożonych jest z więcej niż z jednego łańcucha polipeptydowego. Układ łańcuchów w cząsteczce określamy jako strukturę IV-rzędową białka, a tak złożoną cząsteczkę nazywamy oligomerem. Przykładem oligomerycznej struktury białek jest hemoglobina ludzka, która składa się z 4 łańcuchów polipeptydowych, dwóch identycznych typu α i dwóch typu β (ryc. 4), każdy zawierający po ok. 140 aminokwasów. Przykładem bardziej złożonej struktury oligomerycznej jest ferrytyna zbudowana

z 20 podjednostek — żelazoproteid wątroby oraz cząsteczki wirusów, np. wirus mozaiki żółtej rzepy, zbudowany ze 180 podjednostek i łańcucha RNA ukrytego pod powłoką białkową (ryc. 4).

W każdej komórce oprócz białek występują jeszcze trzy inne grupy wielkocząsteczkowych substancji spełniających istotne funkcje w jej strukturze i metabolizmie. Są to polisacharydy, lipidy i kwasy nukleinowe. Ponieważ rola kwa-



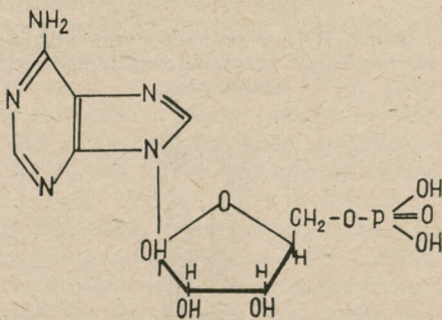
Ryc. 2. Schemat ułożenia łańcuchów polipeptydowych o konfiguracji α -helisy w postaci liny (A) lub blaszki (B) A. a) wymiary α -helisy, b) model α -helisy z zaznaczonymi wiązaniami wodorowymi, c) konformacja trójłańcuchowej cząsteczki α -keratyny włosów, d) konformacja siedmiołańcuchowej cząsteczki α -keratyny włosów



Ryc. 3. Schemat budowy I-, II- i III-rzędowej struktury białka globularnego — rybonukleazy trzustkowej. Odcinki łańcucha polipeptydowego, oznaczone podwójną linią, wykazują strukturę α -helisy

sów nukleinowych jest szczególnie ważna i związana jest z przechowywaniem i przekazywaniem informacji genetycznej, m. in. dla syntezy białka w komórce, musimy pokrótce zapoznać się z ich budową.

Kwasy nukleinowe zbudowane są z czterech lub więcej różnych mononukleotydów ułożonych w łańcuchu dla każdego kwasu nukleinowego w swoistej kolejności. Podczas całkowitej hydrolizy kwasów nukleinowych otrzymuje się szereg produktów, którymi są: zasady purynowe (adenina, guanina), zasady pirymidynowe (tymina i cytozyna w DNA, uracyl i cytozyna w RNA), cukrowiec ryboza (RNA) lub deoksyryboza (DNA) oraz kwas fosforowy. W różnych kwasach nukleinowych występują ponadto metylowe pochodne zasad purynowych oraz nietypowe zasady pirymidynowe, jakkolwiek w drobnych ilościach. Połączenie zasady, cukru i kwasu fosforowego nazywamy nukleotydem.

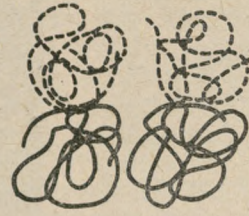


Nukleotyd — kwas 5'-fosfoadenilowy

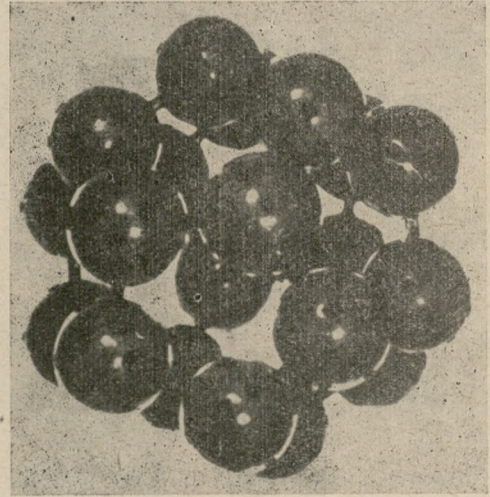
Wiele nukleotydów połączonych ze sobą poprzez kwas fosforowy tworzy łańcuch polinukleotydowy, czyli kw. nukleinowy.

Na podstawie licznych obserwacji i szczegółowych studiów nad zachowaniem się cząstek DNA w roztworach stwierdzono, że wykazują one kształt wydłużonej, nierozgałęzionej nici. Według koncepcji J. D. Watsona i F. H. C. Cricka, cząsteczka DNA jest złożona z dwóch łańcuchów polinukleotydowych zwiniętych na kształt linii śrubowej wokół tej samej osi, przytrzymujących się wzajemnie po-

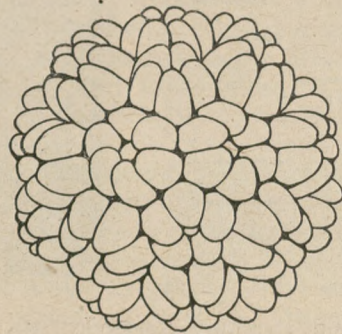
przez wiązania wodorowe występujące pomiędzy parami zasad: adenina-tymina i guanina-cytosyna (ryc. 5). Taki model cząsteczki DNA wynika zarówno z budowy chemicznej zasad, jak



a



b

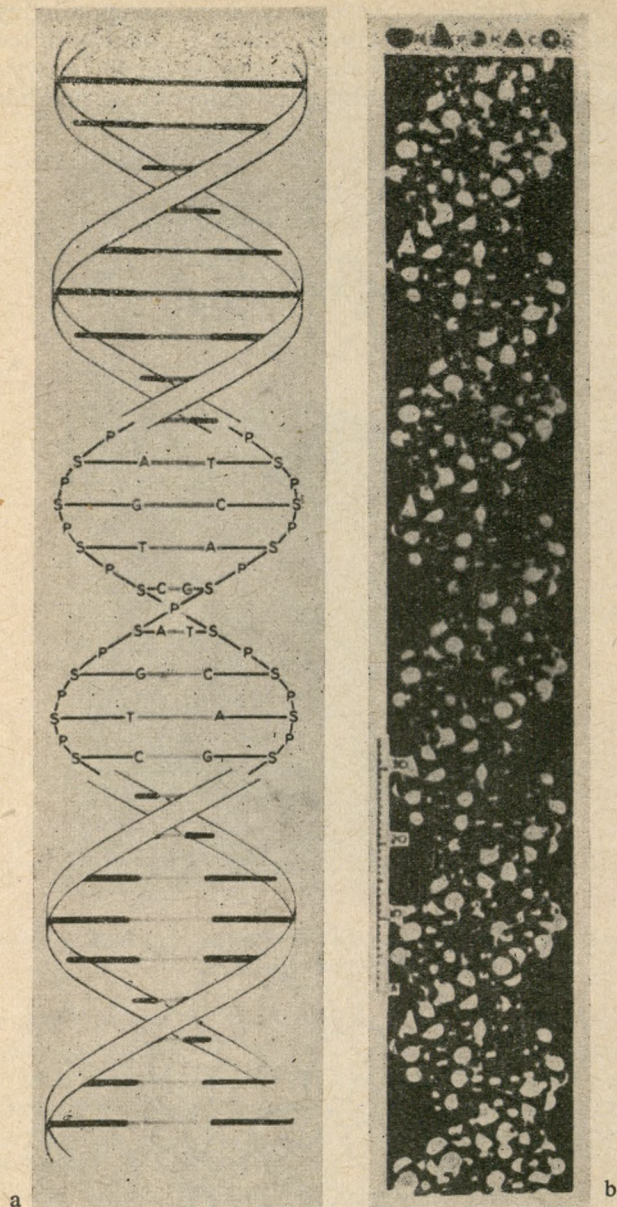


0 — 100 Å

c

Ryc. 4. Przykłady podjednostkowej budowy a) cząsteczki hemoglobiny ludzkiej złożonej z czterech łańcuchów polipeptydowych typu α i β ; b) ferrytyny — białka składającego się z 20 podjednostek oraz c) cząsteczki wirusa móżdżka żółtej rzepy złożonej ze 180 podjednostek polipeptydowych i RNA

i ze składu chemicznego tego polinukleotydu. Ze schematu cząsteczki DNA na ryc. 5 łatwo można dojść do ważnego stwierdzenia, że kolejność, w jakiej występują zasady w jednym łańcuchu, automatycznie wyznacza sekwencję zasad w drugim łańcuchu, z którym ten pierwszy jest związany. Powyższy schemat struktury cząsteczki tłumaczy szereg właściwości fizykochemicznych oraz mechanizm działania biologicznego DNA, m. in. w zakresie biosyntezy białka oraz w zakresie odtwarzania nowego DNA, czyli replikacji.



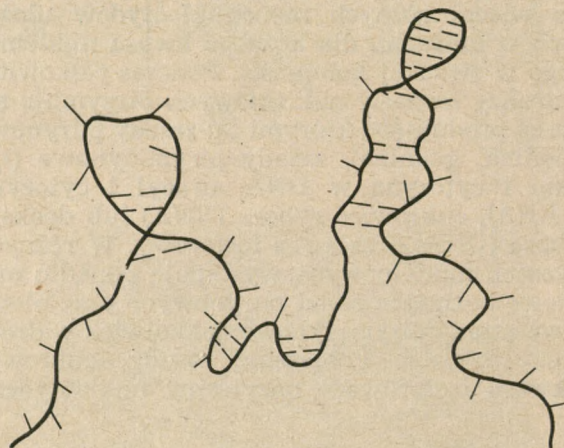
Ryc. 5. Schemat struktury cząsteczki DNA; a) schemat budowy podwójnej śrubowej nici cząsteczki DNA; b) zdjęcie modelu fragmentu cząsteczki DNA

Kwas rybonukleinowy (RNA), podobnie jak i DNA, jest polimerem złożonym z jednokowo strukturalnie zbudowanych nukleotydów, w których zasada jest elementem zmiennym. Kształt cząsteczki RNA w roztworach wodnych przypomina kłębek, niektóre odcinki łańcucha są wyprostowane, inne mogą być śrubowo zwinięte (ryc. 6). Ciężar cząsteczkowy RNA waha się w dość szerokich granicach i wynosi od ok. 20 000 do ponad 1 000 000, zależnie z jakiego źródła został wyosobniony. W komórce spotykamy różne rodzaje RNA: transportujący RNA (t-RNA) (ryc. 7), który przenosi aktywne aminokwasy do układu syntetyzującego białko w komórce, czyli do rybosomów; informacyjny RNA (m-RNA), który przekazuje informacje o strukturze białka z jądra komórki do rybosomów; rybosomalny RNA (r-RNA) — występuje w rybosomach i wraz z t-RNA i m-RNA odpowiedzialny jest za ułożenie w odpowiedniej kolej-

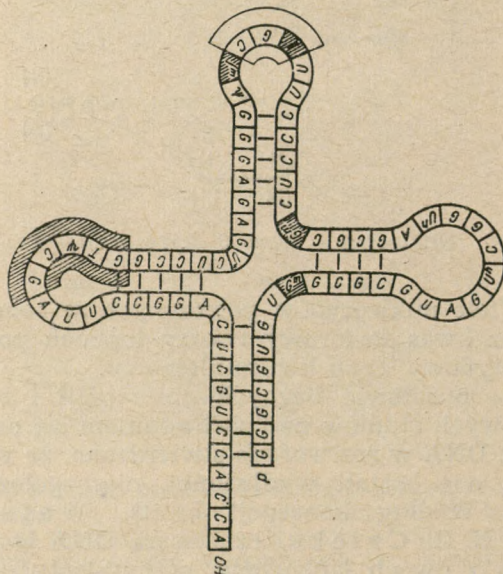
ności aminokwasów w nowo syntetyzowanym łańcuchu polipeptydowym.

Nowoczesne podejście w badaniach nad mechanizmem biosyntezy białka w komórce rozpoczyna się w latach czterdziestych naszego stulecia, kiedy to wprowadzono izotopy stałe i radioaktywne do badania procesów metabolicznych. Najpierw R. Schönheimer i S. C. Rittenberg stosując metabolity znakowane izotopami wykazali, że pomiędzy składnikami pokarmów a składnikami ustroju istnieje ciągła wymiana. Składniki ustroju znajdują się przez to w ciągłej odnowie, ulegając syntezie i rozpadowi, a tym samym nieustannej wymianie na nowe. Ponieważ w jednostce czasu tyle się tworzy nowych cząsteczek, np. białka, ile się ich rozpada, taki stan nazywamy stanem dynamicznej równowagi. W podobny sposób zachowują się inne składniki ustroju, tj.: kwasy nukleinowe, węglowodany, lipidy, niskodrobinowe związki organiczne, jak również składniki mineralne. Różnią się tylko szybkością odnowy, tj. czasem, w którym wszystkie cząsteczki składnika ulegają całkowitej wymianie na nowe.

Dalszym krokiem w zakresie poznania przebiegu biosyntezy białka było stwierdzenie przez



Ryc. 6. Łańcuch RNA z zaznaczonymi wiązaniem wodorowymi pomiędzy przypadkowo wytworzonymi parami zasad



Ryc. 7. Struktura cząsteczki t-RNA swoistego dla alanyiny.

P. C. Zamecnika w 1950 r., że proces ten nie wymaga pełnej struktury komórki, gdyż wbudowywanie radioaktywnych aminokwasów do białek obserwowano w homogenatach komórek wątroby uzupełnionych przez dodanie substancji energiodajnych, jak ATP i glikoza. Te doświadczenia wykazały, że połączenie dwóch frakcji subkomórkowych jest niezbędnym warunkiem przebiegu biosyntezy nowego białka; frakcjami tymi są rybosomy oraz rozpuszczalna frakcja komórkowego cytozolu. W 1952 r. P. Siekiewitz wykazał następnie, że RNA zawarty w rybosomach (r-RNA), jak i w cytoplazmie (t-RNA) są niezbędnymi czynnikami dla normalnego przebiegu biosyntezy białka. Na podstawie powyżej omówionych i innych faktów, można było pod koniec lat pięćdziesiątych ustalić ogólny schemat syntezy określonego białka, który można przedstawić następująco:

DNA jądra komórki, w procesie zwanym transkrypcją, służy jako matryca dla powstawania m-RNA, posiadającego komplementarny skład zasad w stosunku do jednej z nici cząsteczki DNA. Informacyjny RNA przedostaje się do cytoplazmy, gdzie łączy się z rybosomami tworząc struktury zwane polizomami (ergozomami). Polizomy uzyskują wówczas zdolność odczytywania 4-literowej informacji nukleotydowej zawartej w RNA i jej przemianę na 20-literowy alfabet aminokwasowy w postaci określonego białka. Proces ten nazywa się translacją, czyli przełożeniem.

W procesie biosyntezy białka można rozróżnić pięć stadiów, które wymagają odrębnych czynników i charakteryzują się swoistymi reakcjami chemicznymi:

1. transkrypcję, czyli biosyntezę odpowiedniego m-RNA,

2. aktywację aminokwasów,

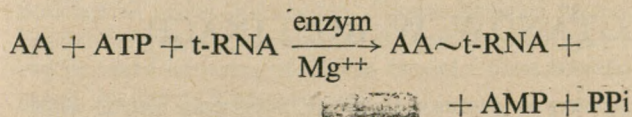
3. zapoczątkowanie syntezy polipeptydu,

4. wydłużenie łańcucha białka,

5. zakończenie syntezy i uwolnienie nowo zsintetyzowanego białka od rybosomów.

1. Synteza informacyjnego RNA odbywa się w jądrze komórkowym w oparciu o sekwencję zasad DNA. DNA służy jako matryca dla powstania łańcucha RNA o komplementarnej sekwencji zasad. Proces ten katalizuje enzym zwany polimerazą RNA w obecności czterech trójfosforbonukleozydów: ATP, GTP, UTP i CTP. Uwolniony m-RNA od połączenia z DNA przedostaje się do cytoplazmy, gdzie z rybosomami tworzy system polizomów, układ zdolny do syntezy zakodowanego białka.

2. Każdy z 20 aminokwasów (AA), występujący w danym białku ulega estryfikacji ze swoim t-RNA w obecności ATP i enzymu, syntetyzując aminoacylo-t-RNA:



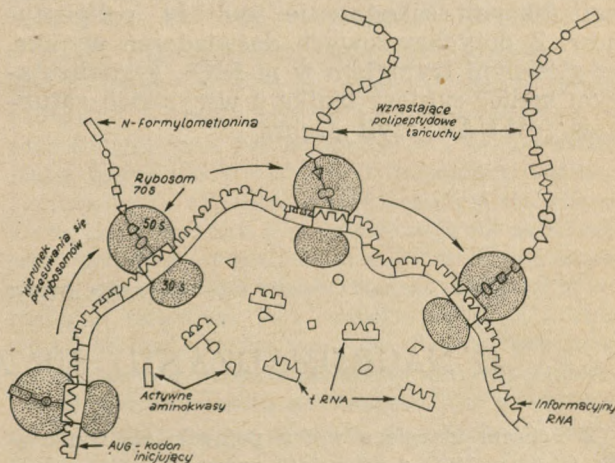
Tak zaktywowany aminokwas w połączeniu z t-RNA zostaje następnie przeniesiony do rybosomów, gdzie ustawia się w takiej kolejności,

jak to wyznacza sekwencja nukleotydów w cząsteczce m-RNA dla danego aminokwasu i swoista sekwencja zasad w cząsteczce t-RNA zwana antykodonem.

3. Dla zainicjowania syntezy łańcucha polipeptydowego niezbędny jest szereg czynników, które razem tworzą tzw. kompleks inicjujący. W skład tego kompleksu wchodzi rybosomy o mniejszej masie (30 S) połączone z m-RNA oraz swoisty t-RNA połączony z aminokwasem formylometioniną. Formylometionina jest zawsze pierwszym aminokwasem zaczynającym łańcuch polipeptydowy od strony jego końca aminowego i po zakończeniu syntezy jest odszczepiany przez swoisty enzym. Następnie kompleks jest uzupełniany przez przyłączenie się frakcji rybosomów o większej masie (50 S) i wówczas staje się on układem mogącym przyjmować i wbudowywać do polipeptydu kolejne aminokwasy. Wszystkie reakcje związane z wytworzeniem „kompleksu inicjującego” wymagają energii w postaci GTP oraz swoistych enzymów (czynniki F₁, F₂, i F₃) występujących w cytoplazmie komórki.

4. Proces ten obejmuje: przyłączenie AA — t-RNA do odpowiedniego miejsca na rybosomie, wytworzenie wiązania peptydowego między dwoma sąsiednimi aminokwasami oraz odrzucenie uwolnionej cząsteczki t-RNA. Podczas tych reakcji zachodzi przesuwanie się rybosomów wzdłuż łańcucha m-RNA (od 5' do 3' końca), dzięki czemu coraz to nowe aminokwasy zostają przyłączone do wydłużającego się łańcucha polipeptydowego. Schematycznie proces ten przedstawia rysunek 8. Po określonym czasie, trwającym od kilkudziesięciu sekund do kilkudziesięciu minut, zależnie od rodzaju komórek oraz od rodzaju syntetyzowanego białka, łańcuch polipeptydowy ulega skompletowaniu.

5. Zakończenie syntezy danego białka zachodzi w momencie, kiedy ostatni aminokwas zostanie dodany do wytwarzanego łańcucha polipeptydowego i kiedy rybosom dotrze do kończącej sekwencji zasad na m-RNA. Osiągnięcie tego miejsca jest sygnałem dla rybosomu do odrzucenia wytworzonego białka, przy czym katali-



Ryc. 8. Schemat wzrostu łańcucha polipeptydowego podczas biosyntezy białka w systemie rybosomy — m-RNA

zuje ten proces specjalny enzym zw. czynnikiem zwalniającym. W tym samym momencie odszczepia się m-RNA od polizomów, a rybosomy ulegają dysocjacji do jednostek o wyjściowej masie (30 S i 50 S). Cały tak misternie zbudowany aparat dla przeprowadzenia biosyntezy danego białka ulega nagle rozpadowi i dezorganizacji, aby po ponownym wytworzeniu kompleksu inicjującego podjąć na nowo pracę nad syntezą nowego białka. Odszczepiony od rybosomów polipeptyd przyjmuje konfigurację przestrzenną wyznaczoną mu przez skład i sekwencję aminokwasów i staje się białkiem biologicznie aktywnym.

W 1955 r. G. Gamow po raz pierwszy zwrócił uwagę, że 3 kolejne nukleotydy w łańcuchu RNA mogą stanowić informację dla wprowadzenia jednego aminokwasu do łańcucha polipeptydu. Zależność liczby aminokwasów występujących w białkach (20 różnych aminokwasów) i liczby możliwych sekwencji trójek nukleotydowych przemawiała za koncepcją Gamowa. Ponieważ kwasy nukleinowe zbudowane są tylko z 4 różnych zasad, to przy trójnukleotydowej jednostce kodu daje to 4³ różnych kombinacji sekwencji, czyli 64 tryplety lub kodony. Zatem na 20 różnych aminokwasów przypadałoby 64 kodony lub średnio 3 kodony na jeden aminokwas.

Przez zastosowanie w miejsce m-RNA syntetycznych polinukleotydów zbudowanych z jednoimiennych zasad takich, jak kwas poliadenilowy, poliurydylowy itd., H. G. Khorana, M. W. Nirenberg, S. Ochoa i inni stopniowo i systematycznie ustalali sekwencję kodonów dla poszczególnych aminokwasów w procesie biosyntezy białka *in vitro*. Tak więc kodonem dla lizyny jest tryplet AAA, a dla fenylalaniny — UUU, dla metioniny AUG itd. Komplet trójek nukleotydów (64 kodony) dla wszystkich aminokwasów przedstawia tablica 1. Z tablicy widać, że większość aminokwasów poza metioniną i tryptofanem posiada więcej niż 1 kodon, a niektóre z nich, jak syrena i leucyna posiadają po 6 różnych trójek nukleotydów. Trzy kodony o umownych nazwach „Ochra”, „Amber” i „Umber” są trypletami sygnalizującymi zakończenie syntezy polipeptydów. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że głównym trypletem w m-RNA, sygnalizującym koniec syntezy białka u wszystkich gatunków, jest UAA, czyli „Ochra”.

Zestawienie symboli kodu genetycznego dla poszczególnych aminokwasów

UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys
UUC	Phe	UCC	Ser	UAC	Tyr	UGC	Cys
UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	Ochre	UGA	Umber
UUG	Leu	UCG	Ser	UAG	Amber	UGG	Trp
CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg
CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGC	Arg
CUA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg
CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGG	Arg
AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser
AUC	Ile	ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser
AUA	Ile	ACA	Thr	AAA	Lys	AGA	Arg
AUG	Met	ACG	Thr	AAG	Lys	AGG	Arg
GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly
GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly
GUA	Val	GCA	Ala	GAA	Asp	GGA	Gly
GUG	Val	GCG	Ala	GAG	Glu	GGG	Gly

Odczytanie kodu genetycznego i poznanie mechanizmu biosyntezy białka w komórce jest największym odkryciem w zakresie biochemii w naszym stuleciu. Istotą mechanizmu działania kodu jest wytwarzanie par zasad pomiędzy łańcuchami DNA, pomiędzy łańcuchem DNA i RNA oraz pomiędzy m-RNA i t-RNA. Na tej podstawie, wynikającej ze struktury chemicznej kilku zasad organicznych, opiera się proces syntezy nowych cząsteczek DNA, czyli replikacji, syntezy RNA, czyli transkrypcji oraz ułożenia aminokwasów w odpowiedniej kolejności w białku, czyli translacji.

Aby wszystkie procesy metaboliczne mogły w komórce funkcjonować prawidłowo, musi ona posiadać bardzo dokładny system kontroli wytwarzania różnych typów białek w momencie kiedy to potrzebne i w odpowiednich ilościach. Dla wyjaśnienia tego problemu francuscy badacze F. Jacob i J. Monod zaproponowali model regulacji syntezy białka w komórce. Według ich koncepcji synteza białek i enzymów jest wynikiem współdziałania trzech rodzajów genów spełniających różne funkcje w jądrze, które zostały określone drogą licznych badań przy użyciu bakterii. Bardziej szczegółowe wyjaśnienie tego zagadnienia będzie tematem odrębnego artykułu.

HALINA JURKOWSKA (Kraków)

O NAGROMADZANIU SIĘ AZOTANÓW W ROŚLINACH

Z końcem ubiegłego wieku pojawiło się doniesienie (Mayo 1895) o zatruciach zwierząt roślinami zawierającymi większe ilości azotanów. Późniejsze badania wykazały, że toksyczne są nie azotany, lecz powstające z nich w procesie redukcji azotyny. Rośliny

zasobne w azotany stają się przyczyną zatrucia wówczas, gdy azotany te ulegną redukcji do azotynów, co może zdarzyć się w pewnych warunkach podczas przechowywania czy transportu materiału roślinnego lub przyrządzania go do spożycia. Zbyt duża zawartość

Tabela 1

Rozmieszczenie azotanów w liściach buraków
(Sörensen 1962)

	Położenie liścia	
	środkowe	zewnętrzne
Ogonek liściowy: % N—NO ₃	0,74	1,28
udział N—NO ₃ w N-ogólnym	42,5	67,5
Blaszka liściowa: % N—NO ₃	0,10	0,18
udział N—NO ₃ w N-ogólnym	2,4	5,0

azotynów w pokarmie jest szkodliwa zarówno dla człowieka, jak i dla wszystkich gatunków zwierząt gospodarskich. Ponadto u niektórych organizmów redukcja azotanów może przebiegać w ich przewodzie pokarmowym. Odpowiednie dla tego procesu warunki mogą zaistnieć u niemowląt i istnieją u niektórych zwierząt (przeżuwacze, konie).

Dość często notowane tego rodzaju zatrucia stały się bodźcem do podjęcia licznych badań mających na celu stwierdzenie, jakie gatunki roślin zdolne są do nagromadzenia większej ilości azotanów oraz poznanie czynników sprzyjających ich akumulacji.

Pobrane przez rośliny jon azotanowy najczęściej zostaje zredukowany do formy amonowej, a następnie wykorzystany do budowy organicznych połączeń azotowych. Dzięki temu zawartość azotanów w tkankach roślinnych na ogół jest niewielka. Niekiedy jednak, zwłaszcza u niektórych gatunków roślin, obserwuje się nagromadzanie dużych ilości azotanów.

Poszczególne gatunki roślin znacznie różnią się zdolnością nagromadzania azotu azotanowego. Tendencja do akumulacji azotanów występuje szczególnie u gatunków z rodziny Komosowate, Psiankowate, Krzyżowe i Trawy. Tak np. dużą zawartością azotanów mogą się odznaczać szpinak, kapusta, buraki, owies, kukurydza, rajgras, komosa. Nie tylko gatunki, lecz nawet poszczególne odmiany różnią się zawartością azotanów, na ogół jednak różnice odmianowe nie są duże.

Przyczyny różnic gatunkowych lub odmianowych mogą być rozmaite i nie zostały dotychczas dokładnie poznane. I tak niektóre gatunki czy odmiany mogą dla tego gromadzić więcej azotanów, ponieważ pobierają znacznie większe ilości azotu niż są im potrzebne, aby przerobić je na połączenia organiczne. Może tu odgrywać rolę tendencja do pobierania azotu raczej w formie azotanowej niż amonowej. Różnice mogą być spowodowane także niejednakowym nasileniem procesu redukcji pobranych azotanów; pewne badania wskazują na to, że aktywność reduktazy azotanowej jest uwarunkowana genetycznie. Powodem może być również niejednakowy udział korzeni w redukcji azotanów; im słabiej redukcja przebiega w korzeniach, tym większe ilości azotanów zostaną przemieszczone do nadziemnych części rośliny. Różnice w zawartości azotanów mogą także polegać na odmiennej strukturze masy nadziemnej oraz różnej szybkości rozwoju i wzrostu roślin.

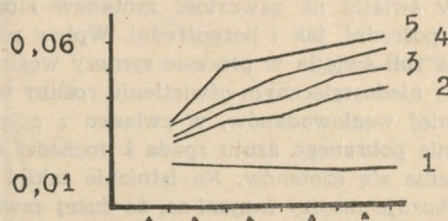
Rozmieszczenie azotanów w roślinie nie jest równomierne, wyjaśnić je można lokalizacją procesu ich redukcji, przemieszczaniem w roślinie oraz niejednakowym nasileniem metabolizmu w poszczególnych częściach rośliny, zależnym od ich wieku i funkcji. Najwięcej azotanów zazwyczaj zawierają łodygi, mniej korzenie i liście, a najmniej część kwiatowa, a także owoce i nasiona.

Nawet w poszczególnych częściach rośliny zawartość azotanów nie jest jednakowa. Tak np. łodygi w niższej położonych odcinkach zawierają większe ilości azotanów niż w wyżej położonych. Ogony liściowe gromadzą ich więcej, aniżeli blaszki liściowe (tab. 1). Wpływ ma tu także umieszczenie liścia (wyżej i niżej umieszczone, środkowe i zewnętrzne).

Podczas wegetacji, w miarę rozwoju i wzrostu rośliny, zawartość azotanów ulega zmianom. Zmiany te mogą być mniejsze lub większe, uzależnione są od warunków panujących w czasie wegetacji, od gatunku

roślin itp. Najczęściej jednak zawartość azotanów spada w miarę rozwoju rośliny lub też początkowo wzrasta osiągając najwyższą wartość przed stadium kwitnienia, a następnie w miarę dojrzewania obniża się.

Spadek zawartości azotanów w roślinach w ciągu wegetacji może mieć różne przyczyny. I tak podczas rozwoju roślin zmienia się struktura masy roślinnej (udział łodyg, liści, nasion), a ponieważ części generatywne zawierają mało azotanów, ich powstawanie i wzrost udziału w ogólnej masie prowadzi do obniżenia zawartości azotanów. Inną przyczyną jest duże zużycie azotu w późniejszych okresach wegetacji na produkcję organicznych połączeń azotowych. Trzecią przyczyną jest pobieranie przez roślinę mniejszych ilości azotanów na skutek spadku zapasu azotu glebowego, jaki ma miejsce w ciągu wegetacji. Przekonano się, że jeśli rośliny podczas wegetacji są dokarmiane azotem, zawartość azotanów utrzymuje się na wysokim poziomie (ryc. 1).



Ryc. 1. Wpływ nawożenia azotowego na zawartość azotanów w *Dactylis glomerata* (Falkowski i Kukułka 1967). x — okres od 8 maja do 30 września, trójkątami oznaczono terminy nawożenia azotowego, kreskami oznaczono terminy zbiorów; y — procentowa zawartość N—NO₃ w suchej masie trawy dawki N w kg/ha: 1 — 0, 2 — 75, 3 — 150, 4 — 300, 5 — 450

Bardzo silny wpływ na zawartość azotanów w roślinach wywierają warunki wegetacji. Należy jednak podkreślić, że wiele różnych czynników odgrywa tu rolę, ich działanie jest kompleksowe i trudno ustalić jakieś proste prawo akumulacji. Najogólniej mówiąc, nagromadzeniu azotanów w roślinach sprzyjają wszystkie te czynniki, które albo przyczyniają się do silniejszego pobierania przez roślinę azotu w formie azotanowej, albo osłabiają proces redukcji azotanów w organizmie roślinnym, albo wreszcie osłabiają syntezę węglowodanów koniecznych do zużycia pobranego azotu. Tak więc wszelkie zakłócenie równowagi między ilością pobranego azotu azotanowego, a jego wykorzystaniem przez roślinę prowadzi do akumulacji azotanów.

Zawartość azotanów w roślinach zależy w dużym stopniu od czynników klimatycznych, jak światło, temperatura i wilgotność.

Wyniki badań dotyczących wpływu światła są na ogół zgodne. Słabsze oświetlenie powoduje akumulację azotanów. Redukcja intensywności światła podnosi zawartość azotanów, co niejednokrotnie stwierdzano zarówno stosując sztuczne zacienianie roślin, jak i w dni pochmurne (tab. 2). Obserwowano także wzrost zawartości azotu azotanowego w ciągu nocy, a spadek w ciągu dnia. Z praktyki znane są przypadki częstszych zatruc paszą z owsa pochodzącego z zacienionych dolin. Notowano także większą akumulację azotanów w roślinach na pastwiskach o zwartej runi, gdzie rośliny wzajemnie się zacieniają.

Tabela 2

Wpływ intensywności światła na zawartość azotanów w rajgrasie angielskim (*Deinum* 1966)

Intensywność światła	Plon g	Procentowa zawartość w suchej masie	
		węglowodany rozpuszczalne	NO ₃
wysoka	38,7	26,7	0,09
normalna	37,2	21,2	0,09
niska (25% normalnej)	21,0	7,9	2,60

Nie tylko intensywność światła, lecz także czas trwania oświetlenia wpływa na zawartość azotanów. Tak np. w jednym z doświadczeń z owsem, rośliny przy ciągłym oświetleniu zawierały około 2/3 tej ilości azotanów, jaką nagromadziły rośliny otrzymujące tylko światło dzienne.

Wpływ światła na zawartość azotanów może być zarówno pośredni, jak i bezpośredni. Wpływ pośredni polega na roli światła w procesie syntezy węglowodanów. Przy niedostatecznym oświetleniu rośliny wytwarzają mniej węglowodanów, w związku z czym wykorzystanie pobranego azotu spada i dochodzi do nagromadzania się azotanów. Na istnienie takiej zależności wskazuje między innymi to, że dużej zawartości azotanów w roślinie towarzyszy zazwyczaj niska zawartość rozpuszczalnych w wodzie węglowodanów (tab. 2). Bezpośrednio wpływa światło na zawartość azotanów dlatego, że od warunków oświetlenia uzależniona jest aktywność reduktazy azotanowej — obniża się w ciemności, a wzrasta na świetle. Spadek aktywności tego enzymu przy złych warunkach oświetlenia prowadzi do akumulacji azotanów.

Badania nad wpływem temperatury na zawartość azotanów nie dawały tak jednoznacznych wyników, a sposób oddziaływania tego czynnika różnie interpretowano. Na ogół większe nagromadzenie azotanów notowano w niższych temperaturach, co wyjaśniano wolniejszym tempem przeróbki azotu w stosunku do pobierania tego składnika. Jednakże w niektórych pracach stwierdzono, że rośliny zawierały większą ilość azotanów przy wyższych temperaturach; przyczyną tego mogła być intensywniejsza nitrifikacja azotu glebowego w takich warunkach, a w związku z tym zwiększone pobieranie azotu w formie azotanowej. Niektórzy badacze zwracają uwagę na niejednakowy wpływ temperatury na zawartość azotanów w różnych gatunkach roślin.

Dość znaczną rolę w akumulacji azotanów odgrywa stopień zaopatrzenia roślin w wodę. Więcej azotanów nagromadzają rośliny niedostatecznie zaopatrzone

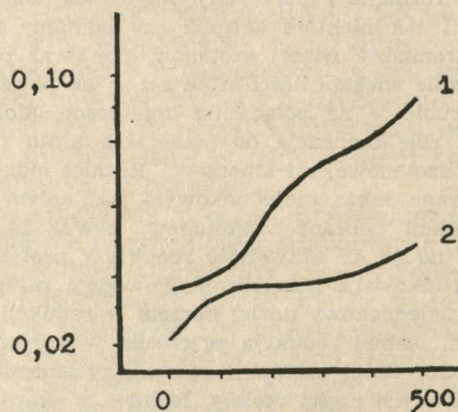
w wodę (tab. 3), w takich warunkach bowiem osłabiona zostaje redukcja azotanów, między innymi w wyniku obniżenia się aktywności reduktazy azotanowej, ponadto występują zakłócenia w procesie fotosyntezy. Dlatego też zatrucia zwierząt azotanami najczęściej występują w pól suchych regionach.

Tabela 3

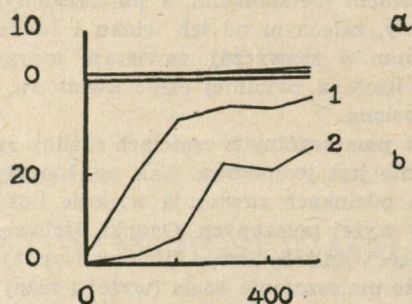
Wpływ zaopatrzenia roślin w wodę na zawartość azotanów (Whitehead i Moxon 1952)

Warunki wilgotnościowe		Procentowa zawartość N-NO ₃ w suchej masie owsa	
pierwsze 4 tygodnie	piąty tydzień	po pierwszych 4 tygodniach	po piątym tygodniu
wilgotna	bliska	0,92	1,30
bliska zwiędł.	zwiędnięcia wilgotna	1,57	1,04

Znaczny wpływ na zawartość azotanów w roślinach ma ich zaopatrzenie w składniki pokarmowe. Najsilniej działającym czynnikiem jest azot. Wysoki poziom nawożenia azotowego sprzyja akumulacji azotanów, gdyż w takich warunkach rośliny mogą pobierać nadmierne ilości azotu i nie są w stanie w całości go zużytkować. W wielu doświadczeniach notowano wyraźny wzrost zawartości azotanów w roślinach w miarę zwiększania dawek nawozów azotowych (ryc. 2). Nie zawsze

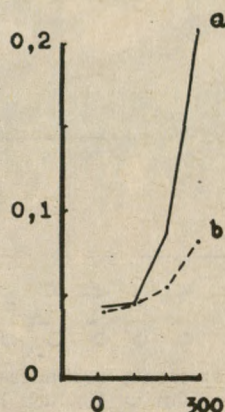


Ryc. 2. Wpływ nawożenia azotowego na zawartość azotanów w *Dactylis glomerata* na dwóch różnych pastwiskach (Kukułka 1970). x — dawki N w kg/ha, y — procentowa zawartość N-NO₃ w suchej masie trawy, 1 — pastwisko w Lipowej, 2 — pastwisko w Grodźcu Śląskim



Ryc. 3. Wpływ intensywności światła, formy i dawki azotu na zawartość azotanów w trawach (Nowakowski i Cunningham 1965). x — dodany N w ppm, y — N-NO₃ wyrażony jako procent N-całkowitego, a — N-NH₄, b — N-NO₃, 1 — 44% światła dziennego, 2 — 100% światła

jednak obserwuje się taką prostą zależność. Często wpływ nawożenia azotowego występuje tylko przy wyższych dawkach azotu, a brak go przy dawkach niższych, działanie zależy nieraz od terminu nawożenia i terminu zbioru roślin, a więc od długości okresu czasu, jaki upłynął między nawożeniem a zbiorem, reakcja poszczególnych gatunków a nawet odmian roślin bywa niejednakowa. Ponadto wpływ nawożenia azotowego w dużym stopniu jest uzależniony od nasłonecznienia roślin (ryc. 3), wilgotności gleby, temperatury, właściwości gleby (ryc. 4), jej zasobności w niektóre makro-



Ryc. 4. Wpływ nawożenia azotowego na zawartość azotanów w trawach rosnących na dwóch różnych glebach: a — o dużej zawartości próchnicy, b — o małej zawartości próchnicy (Hoogerkamp i Minderhoud, 1966), x — dawki N w kg/ha, y — procentowa zawartość N-NO₃ w suchej masie trawy

i mikroelementy itp. Z tych względów nie można określić wzrostu stężenia azotanów w roślinach w wyniku zastosowania nawozu azotowego. Na ogół przyjmuje się dawkę około 300 kg azotu na 1 ha pastwiska rocznie jako bezpieczną, a więc nie wywołującą takiego nagromadzenia azotanów w trawach, które zagrażałoby zdrowiu zwierząt. Wysokość jednorazowej bezpiecznej dawki określana jest na około 100 kg azotu na 1 ha.

Wiele prac poświęcono zbadaniu wpływu azotu w zależności od formy, w jakiej został dostarczony roślinom. Liczne doświadczenia, zwłaszcza prowadzone w warunkach kultur wodnych lub piaskowych, wykazały, że rodzaj nawozu azotowego może silnie wpływać na zawartość azotanów w roślinach. Silniejsza akumulacja azotanów zachodzi wówczas, gdy rośliny są żywnie azotem saletrzanym (tab. 4).

Tabela 4

Wpływ formy azotu na zawartość azotanów w pomidorach (Clark 1936)

Forma azotu	Plon suchej masy w g			Zawartość % N-NO ₃ w s. masie		
	liście	łodygi	korzenie	liście	łodygi	korzenie
NO ₃	10,1	12,5	1,8	0,390	1,680	0,621
NH ₄	4,1	4,1	2,2	0,019	0,050	0,029

Jednakże w warunkach naturalnych lub zbliżonych do naturalnych często wpływ rodzaju nawozów azotowych jest nieznaczny lub brak takiego wpływu (tab. 5). Można to wyjaśnić nityfikacją wprowadzonego do gleby azotu amonowego, dzięki której rośliny

nawet w przypadku stosowania nawozów typu amonowego lub amidowego mają do dyspozycji azot w formie azotanowej.

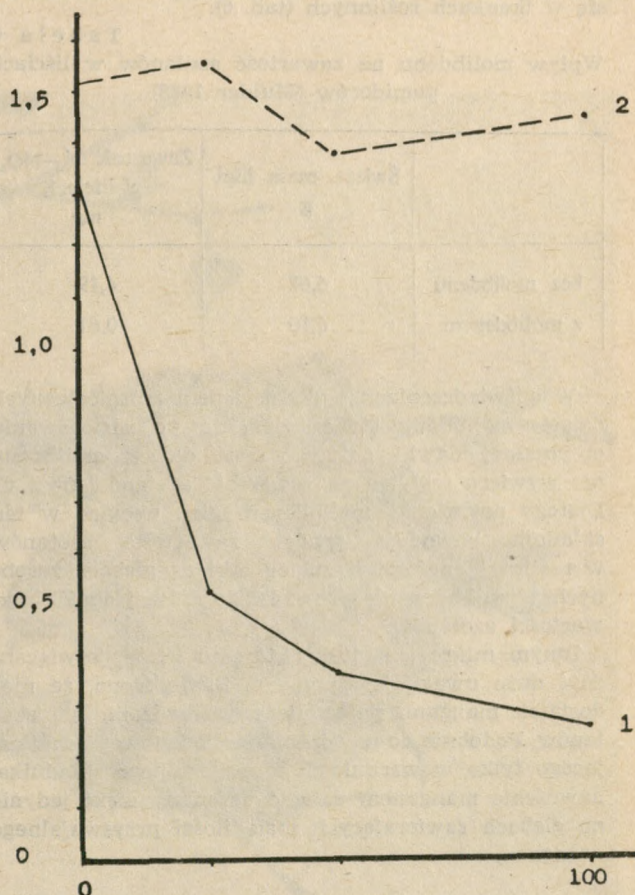
Tabela 5

Wpływ rodzaju nawozów azotowych na zawartość azotanów w szpinaku (Jurkowska 1971)

Nawóz azotowy	Plon suchej masy liści w g	Zawartość N-NO ₃ w suchej masie liści w %
bez azotu	2,15	0,08
saletra sodowa	6,08	1,29
saletra amonowa	6,13	1,44
siarczan amonu	4,68	1,26
mocznik	4,91	1,42

W rezultacie przez dobór odpowiedniej formy nawozów azotowych nie można zawsze liczyć na zapobieżenie akumulacji azotanów w roślinach. Byłoby to możliwe tylko przy stosowaniu nawozów amonowych lub amidowych i jednoczesnym uniemożliwieniu przeprowadzenia ich w azotany, czyli zahamowaniu nityfikacji.

Znamy wiele substancji posiadających zdolność hamowania procesu nityfikacji, są to tzw. inhibitory nityfikacji (stabilizatory azotu). Były one przedmiotem licznych badań mających na celu zahamowanie nity-



Ryc. 5. Wpływ dwucyjanodwuamidu na tle nawożenia mocznikiem (1) i saletrą amonową (2) na zawartość azotanów w szpinaku (Jurkowska 1971). x — dawki dwucyjanodwuamidu w mg na wazon, y — procentowa zawartość N-NO₃ w suchej masie roślin

fikacji, a więc utrzymanie w glebie azotu w formie amonowej, co ogranicza straty azotu, jakie zachodziłyby poprzez wymywanie azotanów. Ostatnio Nowakowski podjął badania nad wykorzystaniem inhibitorów nitryfikacji do zmniejszenia akumulacji azotanów w roślinach. Stosując 2-chloro-6 (tróchlorometylo) pirydynę przy nawożeniu siarczanem amonu znacznie obniżył zawartość azotanów w trawach. Podobne wyniki uzyskaliśmy stosując dwucyjanodwuamid (ryc. 5).

Badania nad wpływem fosforu i potasu na nagromadzenie azotanów w roślinach nie dały jednoznacznych wyników. W różnych doświadczeniach składniki te działały rozmaicie, ich działanie zależało od gatunku roślin, okresu rozwojowego, dawki nawozów fosforowych, a także dawek innych nawozów.

Innymi makroelementami mniej się zajmowano. Nieliczne prace zdają się wskazywać, że niedostatek siarki lub magnezu zwiększa zawartość azotanów w roślinach.

Oprócz wpływu makroelementów na zawartość azotanów w roślinach badano także wpływ mikroelementów. Najwięcej badań poświęcono molibdenowi.

Wcześniejsze prace wykazały, że rośliny żywione azotem azotanowym wymagają do normalnego rozwoju większych ilości molibdenu od roślin żywionych azotem amonowym. Następnie stwierdzono, że molibden jest składnikiem enzymu prowadzącego redukcję azotanów do azotynów — reduktazy azotanowej. Dlatego jeżeli rośliny pobierają azot w formie azotanowej, a nie są dostatecznie zaopatrzone w molibden, pobrane azotany nie ulegają redukcji i następuje ich nagromadzenie się w tkankach roślinnych (tab. 6).

Tabela 6

Wpływ molibdenu na zawartość azotanów w liściach pomidorów (Mulder 1948)

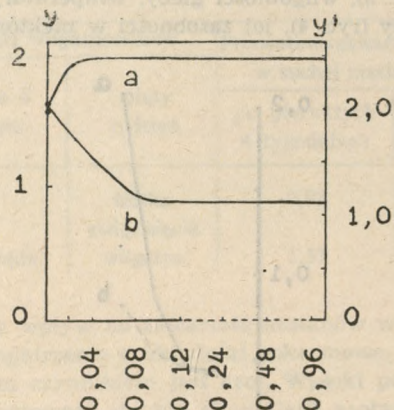
	Świeża masa liści g	Zawartość N—NO ₃ w liściach mg
bez molibdenu	6,08	4,19
z molibdenem	6,10	0,61

W doświadczeniach nad działaniem zróżnicowanych dawek molibdenu stwierdzono, że po zastosowaniu optymalnej dawki dalszy wzrost dawek molibdenu nie wywiera wpływu na zawartość azotanów (ryc. 6). Dlatego nawożenie molibdenem gleb ubogich w ten składnik powoduje spadek zawartości azotanów w roślinach, natomiast zabieg taki na glebach zasobnych w molibden nie prowadzi do dalszej obniżki zawartości azotanów.

Innym mikroelementem, któremu także poświęcano dość dużo uwagi, jest mangan. Stwierdzono, że niedostatek manganu powoduje nagromadzenie się azotanów. Podobnie do nawożenia molibdenowego skutkującego tylko w warunkach niedoboru tego składnika, nawożenie manganem dawało pożądany efekt jedynie na glebach zawierających małe ilości przyswajalnego manganu.

Badania nad miedzią i żelazem dotyczyły przede wszystkim roli tych mikroelementów w procesie redukcji azotanów do amoniaku, a nie ich zastosowania dla zapobiegania akumulacji azotanów.

Poza nawożeniem mineralnym na zawartość azotanów w roślinach wpływa również nawożenie organiczne. Rośliny uprawiane na oborniku często zawierają więcej azotanów od roślin nie nawożonych lub nawożonych tylko nawozami mineralnymi. Przy wyż-



Ryc. 6. Wpływ nawożenia molibdenem na plon rzepaku i zawartość azotanów (Gorlach 1967). x — dodany Mo w ppm, y' — procentowa zawartość N—NO₃ w suchej masie roślin, y — plon roślin w g/wazon, a — plony, b — zawartość azotanów

szych dawkach obornika jego działanie obserwowano nie tylko w pierwszym, ale i w drugim roku po nawożeniu. Rośliny uprawiane po motylkowych mogą także nagromadzać większą ilość azotanów. Stwierdzono również, że trawy zanieczyszczone odchodami zwierząt zawierają więcej azotanów w porównaniu z trawami z miejsc niezanieczyszczonych. Najprawdopodobniej we wszystkich wymienionych przypadkach odgrywa rolę zwiększona zawartość azotu w glebie.

Należy zwrócić większą uwagę na działanie pestycydów na zawartość azotanów w roślinach i rozszerzyć badania na ten temat. Dotychczasowe prace dawały różne wyniki, działanie środków ochrony roślin zależało między innymi od rodzaju użytego preparatu, gatunku roślin itp. Problem ten wymaga jednak wyjaśnienia z uwagi na coraz powszechniejsze stosowanie pestycydów w rolnictwie oraz cytowany w literaturze przypadek bardzo znacznego (średnio 20-krotnego) wzrostu zawartości azotanów w liściach buraków cukrowych pod wpływem opryskiwania preparatem zanieczyszczonym 2,4-D.

Jak z tego krótkiego przeglądu literatury dotyczącej akumulacji azotanów w roślinach wynika, zebrano już bardzo duży materiał doświadczalny, który pozwolił na wyjaśnienie pewnych zagadnień. W ostatnich latach obserwuje się szczególne nasilenie badań w tym kierunku, co powinno w przyszłości umożliwić poprzez dobór odpowiednich odmian i zapewnienie roślinom właściwych warunków wegetacji uzyskiwanie wysokich plonów przy możliwie jak najniższej zawartości w roślinach niepożądanego składnika, jakim są azotany.



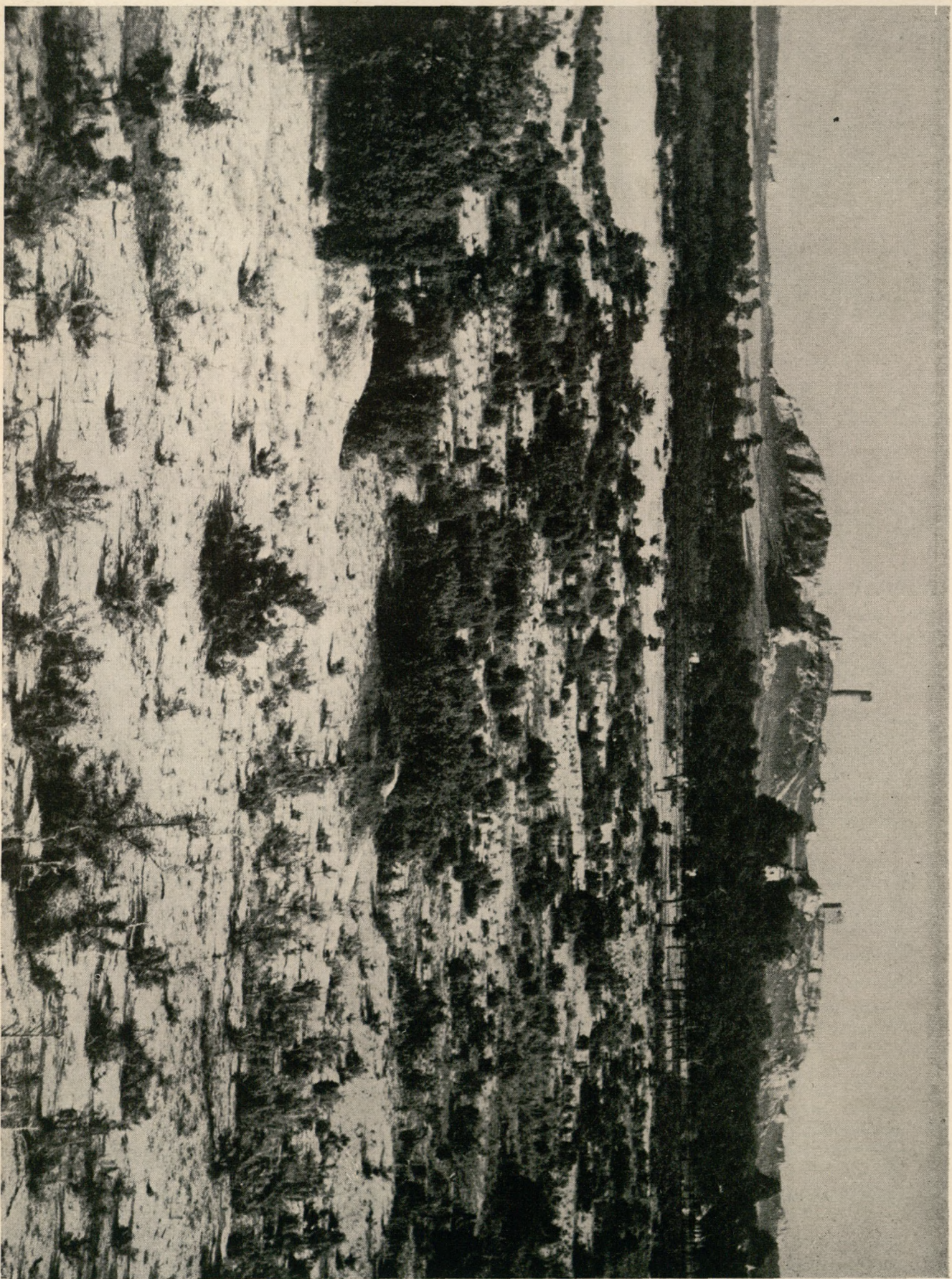
Ia. REMIZ budujący gniazdo

Fot. W. Puchalski



Ib. GNIAZDO REMIZA, *Remiz pendulinus* (L)

Fot. W. Strojny



II. ZADRZEWIANIE RUCHOMYCH PIASKÓW w Olsztynie k. Częstochowy

TAHITI W 200 LAT PO PODRÓŻY LOUISA ANTOINE'A BOUGAINVILLE'A

Dziwnym zbiegiem okoliczności wyspa Tahiti na Oceanie Spokojnym była odkrywana przez trzech różnych podróżników w ciągu trzech kolejnych lat. W latach 1768, 1769 i 1770 odwiedzali ją mianowicie Anglik Wallis, Francuz Bougainville i Anglik Cook.

Bougainville dał tak entuzjastyczny opis Tahiti, że legenda tej wyspy przetrwała do dziś, mimo że niewiele pozostało z jej pierwotnych elementów. Bougainville porównywał Tahiti do Pól Elizejskich — do nowego raju, ze względu na czar i powaby kobiet, piękno przyrody i łagodność klimatu. Urywki pamiętnika Bougainville'a, opisujące przyjazd na Tahiti, należą do najciekawszych dokumentów dotyczących mórz południowych.

Przyroda Tahiti dziś, po 200 latach, uległa gruntownej zmianie, zwłaszcza na łatwo dostępnych wybrzeżach. Szczęśliwie 18 km od Tahiti znajduje się wyspa Moorea, która częściowo nie uległa wpływowi „cywilizacji” i której zagospodarowanie odpowiada mniej więcej Tahiti sprzed 50 lat. Toteż z radością skorzystałem z okazji przeszło miesięcznego pobytu na Moorei w wiosce Klubu Méditerranée, organizacji obliczonej na szerokie masy turystów, obecnie prawie wyłącznie Amerykanów z pobliskiej Kalifornii.

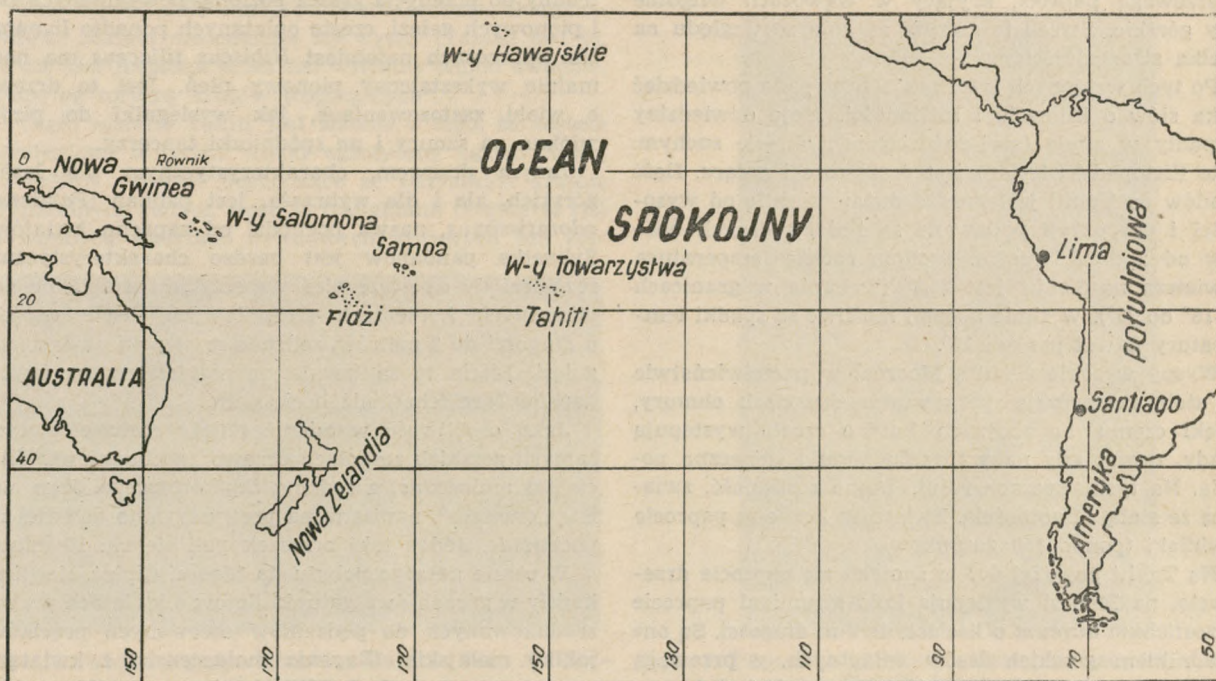
Polinezja Francuska odległa 15 000 km od Europy, obejmuje około 110 wysp ugrupowanych w pięć archipelagów: Îles de la Société (m. in. Tahiti, Moorea, Bora Bora), Tuamotu, Markizy, Îles Australes i nie zamieszkałą wyspę Clipperton. Zajmują one obszar między 7°50' i 27°40' szerokości pd. i między 135°30' i 155° długości zach., to jest pas ok. 2000 na 2000 km, o powierzchni współmiernej z połową Europy. Na tej powierzchni wyspy zajmują tylko 4000 km², z tego Tahiti 1042 km². Ich ludność zaledwie przekracza 150 000.

O odległości wysp od siebie świadczy fakt, że w czasie naszej bytności na Tahiti robiono doświadczalne wybuchy atomowe na wyspie Mururoa w Archipelagu Tuamotu, odległej o ok. 1000 km. Mieszkańcy Tahiti — przynajmniej doraźnie — nie odczuwali żadnych skutków tych wybuchów.

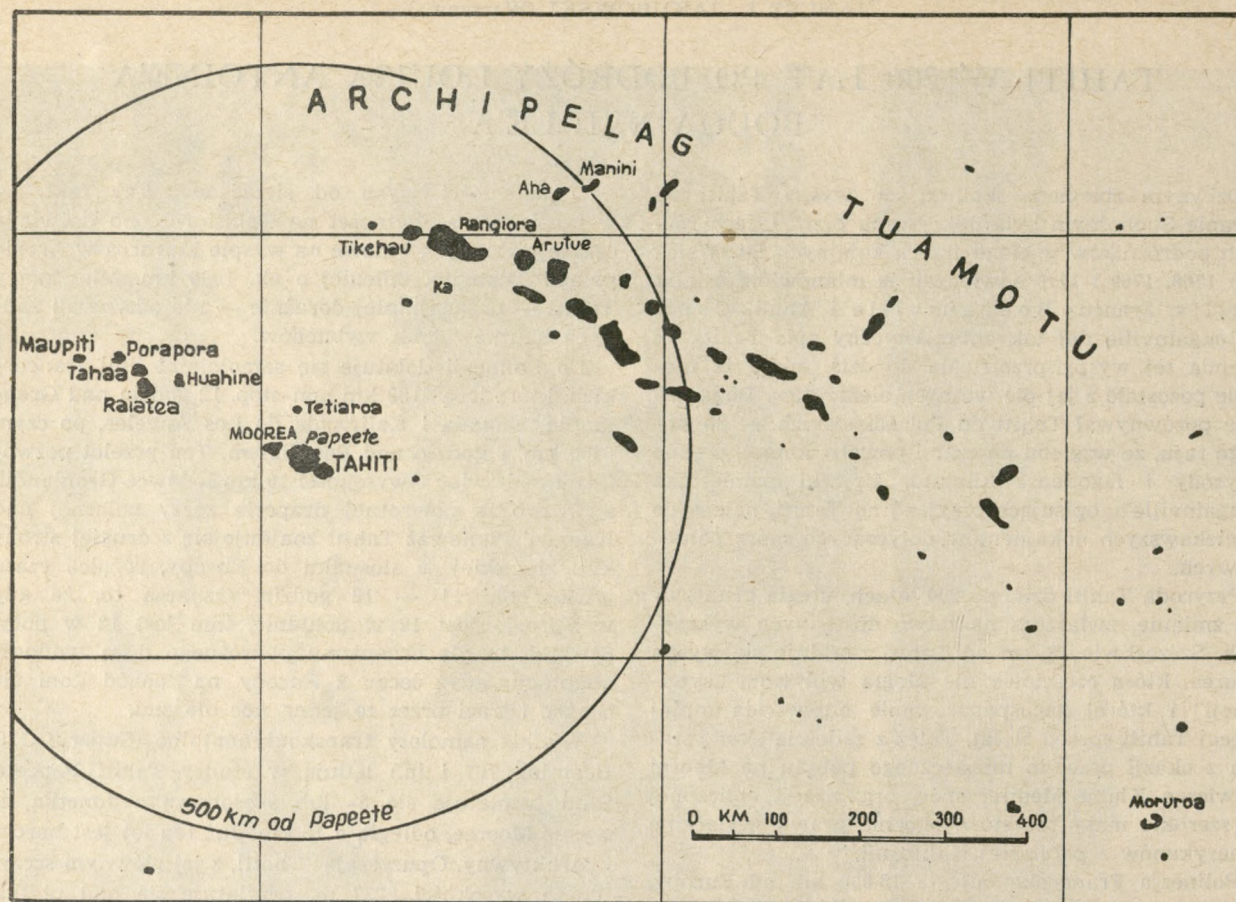
Do Polinezji dolatuje się samolotami linii francuskich, które lecą 9100 km non-stop. 12 godzin nad Grenlandią, Kanadą i Kalifornią do Los Angeles, po czym 6400 km, 8 godzin nad Pacyfikiem. Ten przelot pozwolił mi podziwiać z wysokości 10 km lodowce Grenlandii, a w drodze powrotnej draperie zorzy polarnej nad Kanadą. Ponieważ Tahiti znajduje się z drugiej strony kuli ziemskiej w stosunku do Europy, różnica czasu wynosi ok. 11 — 12 godzin. Oznacza to, że gdy w Europie jest 12 w południe, tam jest 12 w nocy. Stwarza to dla organizmu podróżnego dużą trudność adaptacji, gdyż lecąc z Europy na zachód goni się Słońce i traci przez to jedną noc dla snu.

Wielkie samoloty transkontynentalne (Super DC 9, Boeing 707 i in.) lądują w stolicy Tahiti Papeete. Stąd przelatuje się 5- lub 9-osobową awionetką na wyspę Mooreę, odległą o 18 km. Już ten lot jest bardzo instruktywny. Opuszczając Tahiti, z jej głównym szczytem o wysokości 2237 m, przelatuje się nad płytą, jasno szmaragdową laguną tej wyspy, upstrzoną brązowo-pomarańczowymi główkami koralu, i jej rafą barierową, aby lądować po 7 minutach na lotnisku Moorei.

Moorea, podobnie jak Tahiti, jest wygasłym, zrujnowanym wulkanem o kraterze, do którego wnikają od pn. dwa przepiękne fiordy: zatoka Opunohu i zatoka Cooka. Wyspa z grubsza ma kształt trójkąta o boku ok. 15 km. Główny jej szczyt ma wysokość 1212 m, ale



Ryc. 1. Mapa Pacyfiku. Sytuacja ogólna Polinezji Francuskiej (Tahiti)



Ryc. 2. Mapa Pacyfiku z Archipelagiem Wysp de la Société (Wysp Sous le Vent, Tahiti) i Archipelagu Tuamotu

piękniejszy jest szczyt niższy, Ząb Rekina (ok. 900 m), pod postacią strzelistej igły skalnej.

Krajobrazy Moorei — obok wyspy Bora Bora — są słynne jako najwspanialsze z całego Pacyfiku. Nad turkusową, niebieskozieloną laguną zbocza gór są pokryte wysoko sięgającym płaszczem palm kokosowych, o żywej zieleni, który przechodzi wyżej w gęszcz z przewagą paproci, kryjący w wąwozach wilgotne lasy górskie. Strzeliste szczyty są gołe ze względu na wielką stromość ścian.

Po tych wstępnych informacjach wypada powiedzieć kilka słów o klimacie i roślinności. Moje odwiedziny wypadły w zimie (maj-październik), okresie suchym. Lato (listopad-kwiecień) jest deszczowe i gorące. Ilość opadów na Tahiti jest bardzo duża; zależnie od wysokości i ekspozycji podawane są ilości rocznych opadów od 2 do 3,5 metra. Średnia roczna temperatura powietrza na Tahiti jest 26,5° (wahania w granicach od 18° do 36°). W zimie nocami możliwe są spadki temperatury nawet poniżej 18°.

Wyspy wysokie (Tahiti, Moorea) w przeciwieństwie do atoli, zatrzymują przy swych szczytach chmury, dzięki czemu na zboczach bardzo często występują opady, nawet gdy na wybrzeżu panuje słoneczna pogoda. Na tych zboczach rośnie bujna roślinność, związana ze stałą wilgotnością. Zwłaszcza liczne są paprocie i widłaki (ponad 150 gatunków).

Na Tahiti powyżej 400 m spotyka się paprocie drzewiaste, na Moorei występują koło strumieni paprocie *Acrostichum aureum* o liściach do 3 m długości. Są one składnikiem górskich lasów wilgotnych, z przewagą drzew mape (*Inocarpus fagiferus*) o pniach i korze-

niach deskowych, pokręconych przy ziemi jak węże. Uderzenia w te deski są słyszane z daleka; stosowano je dawniej do przesyłania wiadomości. Inne drzewo, odgrywające w górskich lasach dużą rolę, to drzewiasty hibiskus lipolistny (*Hibiscus tiliaceus*), o dużych kwiatach barwy żółtej, przechodzących w różową i brązową w miarę przekwitania. Drzewa te tworzą tu trudny do przebycia gęszcz poziomo powyginanych pni i pionowych gałęzi, często oplątanych ponadto lianami. Na wybrzeżach natomiast *Hibiscus tiliaceus* ma normalnie wykształcony pionowy pień. Jest to drzewo o wielu zastosowaniach, jak wysięgniki do piróg, włókna na sznury i na spódniczki tancerzy.

Innym drzewem, charakterystycznym dla lasów górskich, ale i dla wybrzeża, jest pandan (*Pandanus odoratissimus*, nazwa pochodzi od zapachu kwiatów). Sylwetka pandanów jest bardzo charakterystyczna: rozgałęziony na górze pień wsparty jest u dołu na powietrznych korzeniach szczytów, liście wąskie, o długości do 2 metrów, zebrane są w pęki na końcach gałęzi. Liście te są trwalszym materiałem na krycie dachów fare (chat) niż liście palm.

Jako osobliwość wymienić należy rosnące w tych samych górskich zespołach drzewo „pochodniowe” (*Alcurites moluccana*) z rodziny *Euphorbiaceae*. Jego oleiste „orzeszki”, nanizane na pręt, używano dawniej na pochodnie. Jeden taki orzeszek pali się ok. 10 minut.

W czasie naszego pobytu na Moorei (lipiec, sierpień) kwitły w górach dwa gatunki drzew o kwiatach prawie zredukowanych do pędzelków czerwonych pręcików: jabłko malajskie (*Eugenia malaccensis*) z kwiatami wprost na gałęziach (kaulifloria) i puarata (*Metroside-*

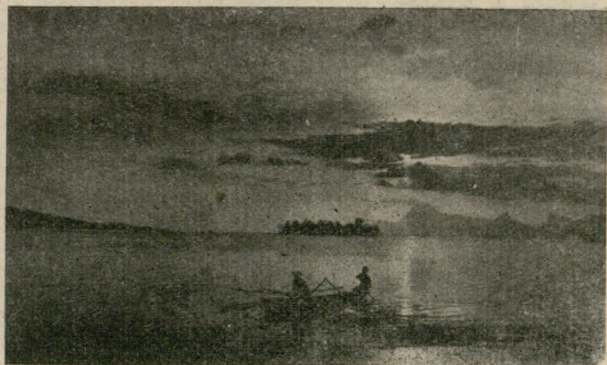
ros villosa z rodziny *Myrtaceae*) z kwiatami na końcach gałązek. W tych samych miejscach spotkać można również krzaki dziczałej kawy (*Coffea arabica*), jak również dziczałą orchideę *Vanilla aromatica* (plantacje na Moorei zostały zarzucone).

Porównując stan Moorei i Tahiti obecny i sprzed 200 lat można przypuszczać, że górskie części tych wysp zachowały się prawie niezmienione. Zawdzięczamy to trudnościom gospodarki człowieka w stromych górach tropikalnych. Tereny omawiane stały się w ostatnim stuleciu jeszcze bardziej niedostępne ze względu na gęszcze (*brousse*) krzewów lantany i gujawy, które rozprzestrzeniły się dzięki ptakom. W zeszłym stuleciu sprowadzono mianowicie kosy z Moluków dla wytępienia os, niszczących owoce. Kosy te nie tylko zlikwidowały osy, ale same zaczęły żywić się owocami, a co gorsze rozsiewać nasiona. Główne składniki gęszczy górskich są też sztucznie wprowadzone na wyspę przez człowieka. *Lantana camara* (*Verbenaceae*) uciekła z ogrodów po 1853 r., a *Psidium guajava* (*Myrtaceae*) to owoc wprowadzony na Tahiti w r. 1815. Przez *brousse* trzeba obecnie przecinać ścieżkę, tam gdzie przed 200 laty można było swobodnie spacerować. Zarośla omawiane występują częściowo również w zapuszczonych nizinnych gajach palmowych; tam jednak podszycie jest zwykle niższe, a często zredukowane do płożących się kolczastych krzaczków *Mimosa pudica*, nie pozwalających na spacer boso.

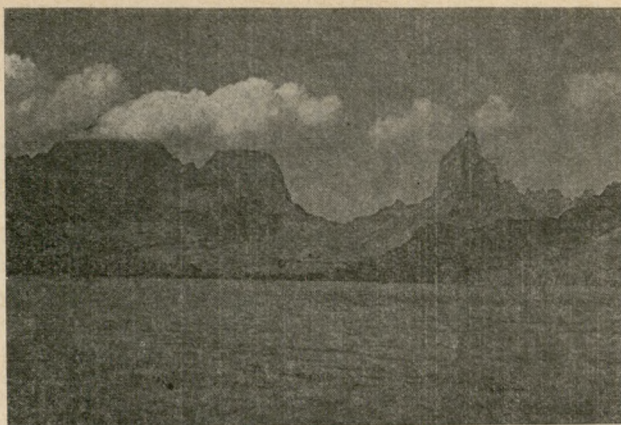
Skoro już mowa o złych skutkach zmiany przyrody przez człowieka, warto wspomnieć o wprowadzeniu ostatnio, w 1960 roku, małych dotkliwie kłujących mustyków *Culicoides mollis*, zwanych tu *nono*. Przyleciały one na Bora Bora samolotem z Markizów i rozprzestrzeniły się na całym archipelagu Wysp Towarzystwa, gdyż poskąpiono kilkuset dolarów na ich wytępienie w okolicy lotniska. Z owadami tymi, żerującymi o zmroku, spotkałem się na Moorei i nie mam złych wspomnień. Było ich niewiele, poza tym są tak małe, że prawie niewidoczne i nie brzęczą, a więc nie denerwują swej ofiary. Na innych wyspach podobno jest ich tyle, że odsłonięta skóra staje się od nich aż czarna.

Tak więc straciło wartość i to stwierdzenie Bougainville'a: „Zaletą nieocenioną tej wyspy (Tahiti) jest to, że nie jest trapiąca przez ten wstrętny legion owadów, które są torturą krajów tropikalnych”.

Część nizinna Tahiti jest sławna z tego, że została zamieniona w jeden wielki egzotyczny ogród. Rosną tu rośliny ozdobne pochodzące ze wszystkich krajów tropikalnych świata. Dużo tu frangipanii (*Plumeria* sp.) o wonnych kwiatach kremowych, różowych lub żół-



Ryc. 3. Widok wyspy Moorei z Tahiti. Fot. A. Boi-srayon



Ryc. 4. Zatoka Opunohu o charakterze fiordu na wyspie Moorea. W głębi Ząb Rekina. Fot. autor

tych, zebranych na końcach często gołych gałęzi. Kwiaty te stanowią jeden z głównych materiałów na wieńce i naszyjniki, bez których nie mogą się obejść uroczystości i tańce. Jeszcze piękniejsze wieńce ozdobione są kwiatami narodowymi Tahiti-tiare (*Gardenia tahitensis*). Są to kwiaty białe o konsystencji woskowej, 6—8 płatkowe, o średnicy ok. 5 cm. Ich zapach jest upajający i trwa kilka dni, gdyż kwiaty wędną powoli.

Następnym składnikiem tahitańskich wieńców są jaskrawo czerwone przylistki kwiatowe *Alpinia purpurata*, tworzące półmetrowe kłosa. Kwiaty tej rośliny są białe, małe i niepozorne. Ten typ przylistków znany z naszych kwaciarni; otaczają one kwiaty wilczomleczka *Poinsettia pulcherrima*. Roślina ta znajduje się również w ogrodach Tahiti, jednak barwne jej przylistki są tak bujnie rozwinięte, że mało jest podobna do swej krewnej ze szklarni północy.

Mówiąc już o barwnych przylistkach nie sposób zapomnieć o pnączu *Bougainvillea* sp., który tworzy zasłony na budynkach i altanach o różnych odcieniach barwy czerwonej, fioletowej, pomarańczowej i białej. Jest on szeroko rozpowszechniony we wszystkich strefach tropikalnych i subtropikalnych.

Wiele jeszcze pięknych roślin zawierają ogrody



Ryc. 5. Paproć w górskim wilgotnym lesie na Moorei. Fot. Z. Jakubowska



Ryc. 6. Drzewo mape (*Inocarpus fagiferus*) na Tahiti.
Fot. A. Boisrayon

Tahiti. Wspomnę tylko o różnych odmianach wielkokwiatowych hibiskusów, o drzewach płomiennych (*Delonix regia*), tulipanowcach afrykańskich (*Spathodea campanulata*), pnączu *Allamandia cathartica* o wielkich żółtych kwiatach. Popularne opisy wielu innych roślin znaleźć można w ilustrowanych dobrymi fotografiami kolorowymi broszurach D. B. Hargreaves: *Tropical blossoms of the Pacific* oraz *Tropical trees of the Pacific* (wyd. Hargreaves, Hawaiki).

Do wzbogacenia flory Tahiti przyczynił się specjalnie amerykański entuzjasta-botanik, profesor Uniwersytetu w Harvard, H. Smith, który w latach dwudziestych bieżącego stulecia założył na Tahiti wspólny ogród botaniczny. Sprowadził on do niego około tysiąca gatunków roślin z całego tropikalnego Pacyfiku.

Wyspa Moorea w dużej mierze uniknęła zalewu obcych roślin. Jej flora, nawet w pasie nizinnym, jest zbliżona do pierwotnej, właściwej Polinezji. W oczy przybysza z północy rzucają się przede wszystkim duże wymiary liści. Łodygi bananów mają wysokość 1,5 do 6 metrów, a *Colocasia macrorrhiza* z rodziny *Araceae* ma blaszki liściowe o długości 1 metra i „ogonki” liści 1,5 metrowe. Podobna roślina o małych liściach (*Colocasia esculenta*) jest uprawiana jako taro.

Z drzew na pierwszym miejscu pod względem wielkości liści wymienić należy drzewo chlebowe (*Artocarpus altilis*). Jego błyszczące, głęboko powycinane liście mają kształt jakby olbrzymich dłoni o długości do 40 cm. Owoce tego drzewa pod postacią wielkich kul, stanowią — pieczono lub gotowane — ważny składnik pożywienia ludności.



Ryc. 7. Drzewo chlebowe (*Artocarpus altilis*). Fot. autor

Liście okrągłe i mniejsze niż drzewa chlebowego ma „migdał” tropikalny (*Terminalia cattapa*). Jest to drzewo o sylwetce bardzo charakterystycznej dzięki piętrowo ułożonym gałęziom i liściom czerwieniejącym w zimie przed opadnięciem; przypomina to drzewa europejskie.

Inne wielkie drzewo, o dużych, wydłużonych, błyszczących liściach, to *Barringtonia asiatica*, rozpowszechniona na wielu tropikalnych wybrzeżach. Piękne są jej kwiaty z pękiem biało-różowych pręcików o długości do 15 cm; tarte owoce barringtonii służą do oszalańniania ryb w lagunie, stąd nazwa angielska *poison fish tree*. Równie wysokie, jak barringtonia jest *Calophyllum inophyllum* z rodz. *Guttiferae*, o białych wonnych kwiatach z żółtymi pręcikami.

Mówiąc o drzewach wysokich nie sposób nie wymienić drzewa żelaznego, *Casuarina equisetifolia*, dochodzącego do wysokości 20 metrów. Jego zwisające, cienkie gałązki, przypominające łądźki skrzypów, z dala doskonale imitują długie igły sosnowe. Opis innych drzew znaleźć można w doskonałej syntetycznej broszurze L. F. Chabouis *Petite flore de Tahiti* (Musée de l'Homme, Paris).

Swój egzotyczny charakter wyspy Polinezji zawdzięczają głównie nie wymienionej wyżej roślinności, ale palmom kokosowym (*Cocos nucifera*). Istniały one tutaj jeszcze przed odkryciem wysp przez Europejczyków, jakkolwiek pochodzą prawdopodobnie z Ameryki Środkowej lub Azji.

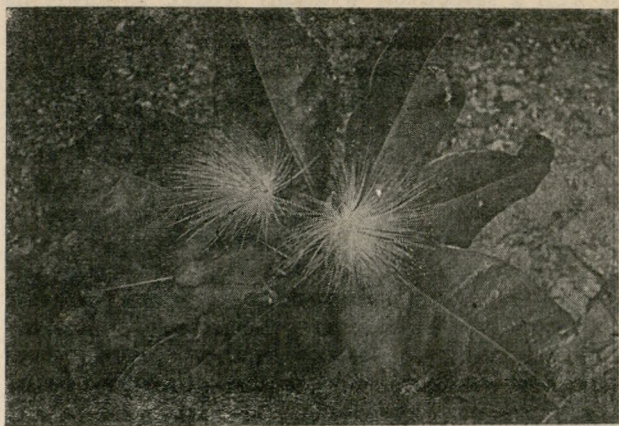
Pióropusze liści palm kokosowych, osiągających długość 6 metrów, szumią w powiewach wiatru na wysokości do 30 m. Pnie, liście i orzechy (kokosy) znajdują wiele zastosowań w Polinezji. Pnie tworzą szkielet budowli, liście ich pokrycie. Młode orzechy zawierają wewnątrz słodki, orzeźwiający napój; wewnętrzna warstwa jądra ma konsystencję białka jaj kurzych ugotowanych na miękko i jest przysmakiem, jądro utarte i wyciśnięte daje mleko kokosowe*.

Palmy kokosowe zawdzięczają swe piękno niezwykle smukłej sylwetce. Pnie ich są cienkie i fantazyjnie powyginane, przeciwnie niż grube i proste jak drągi pnie palm daktylowych. O sprężystości pni palm kokosowych przekonałem się, gdy o Mooreę zawadził cyklon, który przeszedł nad wyspami Fidżi. Wiatr był tak silny, że zrzucał orzechy kokosowe i utrudniał poruszanie się w gaju palmowym (kokos ważący 2 do 4 kg spadający z wysokości 25 metrów może być pociskiem

* Bardzo interesujące szczegóły dotyczące palm kokosowych podają J. S. Piętańzkowie, *Owoce krain dalekich*, Warszawa 1964.



Ryc. 8. Kwiaty tiare (*Gardenia tahitensis*), symbol Tahiti. Fot. Giaou



Ryc. 9. Kwiaty *Barringtonia asiatica*. Fot. autor

śmiertelnym). Mimo tej siły wiatru, spotkałem tylko jedną złamaną palmę.

Jak widzieliśmy, roślinność nizinna na Tahiti jest interesująca raczej dla ogrodnika niż dla botanika, na Moorei jest ona bardziej pierwotna, ale też bardzo zmieniona. Tylko wilgotne lasy górskie mogą stanowić teren badań botanika.

Zniekształcający wpływ kultury europejskiej dotknął nie tylko przyrodę ale i człowieka. Skutkiem zawleczenia chorób i sprowadzenia alkoholu liczba mieszkańców Tahiti oceniana przez Cooka na 120 000 zmalała w r. 1848 do 10 000 (obecnie jest ok. 100 000). Na wyspie Moorea w dolinie Titiroa znaleziono aż 145 ruin marae — ołtarzy z okresu przedchrześcijańskiego. Świadczy to o dawnym gęstym zaludnieniu tej wyspy, dziś liczy ona tylko ok. 1200 mieszkańców.

Dawna kultura polinezyjska była związana z łatwym zdobywaniem żywności, dostarczanej przez morze i rośliny, i z łatwym zaspokajaniem innych potrzeb w zakresie mieszkania i ubrania, dzięki klimatowi wiecznego lata. W tych warunkach niewielka ilość pracy, konieczna dla przeżycia, stawała się przyjemnością, sportem. Pozostawało dużo wolnego czasu, poświęcanego na przyjemności, zabawy i odpoczynek. Niesłusznie więc posądzamy Tahitańczyków o lenistwo lub uważamy ich za duże dzieci — to jest raczej ich filozofia życiowa. Inna sprawa, że my, ludzie północy,



Ryc. 10. Palmy kokosowe nad laguną Moorei. Fot. autor

mamy wrodzoną żądzę czynu, walki i nie możemy pogodzić się z tą filozofią.

Kolizja między kulturą tradycyjną i europejską tłumaczy wiele spraw na Tahiti. Jej przejawem jest na przykład sławne już dziś „fiu” — rzucenie pracy lub jakiejś czynności na skutek zniechęcenia. Robotnik lub tancerz jest fiu — i odchodzi, nic nikomu nie mówiąc, aby już nie wrócić — nawet po należne mu wynagrodzenie. Dalsze dane o filozofii polinezyjskiej znaleźć można w niezwykle interesującym studium A. t'Serstevensa, *Tahiti i jej korona* (wyd. Albin Michel, Paryż 1971).

Dawne tradycje polinezyjskie przetrwały w tańcach i śpiewach. Piękny to widok, gdy ładnie zbudowani chłopcy i dziewczęta, w spódniczkach z włókien purao — hibiskusa, ukwieceni wieńcami i naszyjnikami z tiare i frangipanii tańczą w takt upajającej muzyki i śpiewu. To widowisko jest takie samo jak za czasów Bougainville'a, gdyż tańce i śpiew są namiętnością Tahitańczyków; wykonują je oni z przejęciem i zapamiętaniem, dla własnej przyjemności.

Dużo zmieniło się od chwili, gdy piękna vahine (dziewczyna) wdrapała się na okręt „La Boudeuse” Bougainville'a. Zmieniła się przyroda i ludzie — ale zostało piękno w innej postaci i został nieuchwytny, ale realny czar mórz południowych.

ANDRZEJ WIŚLIŃSKI (Lublin)

TRĄBY POWIETRZNE I WIRY PYŁOWE

Groźne zjawiska atmosferyczne zajmowały i zajmują uwagę meteorologów, pobudzają ich do rozważań teoretycznych i angażują służbę pogody, zwłaszcza w tych krajach, w których powodują wielkie zniszczenia. Szczególnie duże zainteresowanie wzbudzają małoskalowe wiry powietrzne o osi pionowej; zjawiska o stosunkowo niewielkich rozmiarach, ale o sile niszczącej często bardzo dużej. Wyrazem tego zainteresowania jest spotykana w literaturze meteorologicznej wielu krajów, a przede wszystkim w literaturze amerykańskiej, ogromna ilość artykułów i notatek naukowych na temat takich wirów. Radziecki przegląd świa-

towej literatury naukowej „Referatiwnyj żurnal” zawiera nawet odrębny rozdział poświęcony wyłącznie piśmiennictwu dotyczącemu małoskalowych wirów powietrznych.

Wśród małoskalowych wirów powietrznych o osi pionowej wyróżniamy dwie zasadnicze grupy. Jedną z nich tworzą wiry powstające blisko powierzchni gruntu, poniżej podstawy chmur i nie wykazujące związku z chmurami. Do drugiej grupy należą wiry zwane ogólnie trąbami powietrznymi; związane genetycznie z chmurami i zawsze towarzyszące swoim chmurom macierzystym.

Spośród wirów nie wykazujących związku z chmurami najczęściej spotykane są formy małe, tworzące się w wyniku opływania przeszkód terenowych przez wiatr. Wiry takie powstają za narożnikami budynków, za filarami skalnymi i różnego rodzaju innymi przeszkodami powodującymi lokalne zakłócenia kierunku wiatru. Ich rozmiary i prędkość powietrza w nich występująca są zbyt małe, by powodować zniszczenia dotkliwe dla człowieka, lecz są wystarczające, by unosić z podłoża pył, liście, śnieg i inne drobne przedmioty, dzięki którym wiry stają się widoczne.

Większe i groźniejsze są wiry powstające w wyniku naruszenia chwiejnej równowagi powietrza w warstwie przyziemnej. W warstwie tej powietrze może mieć wysoką temperaturę dzięki pobraniu ciepła od podłoża ogrzanego bezpośrednio przez promienie słoneczne. Powietrze to może znajdować się w stanie równowagi statycznej, mogą w nim nie występować ruchy pionowe, ale gdy w dowolnym miejscu pojawi się impuls powodujący nawet niewielkie przesunięcie pionowe, może dojść do gwałtownego ruchu wznoszącego. Wznoszenie ma charakter wypływu ciepłego, lekkiego powietrza z warstwy przyziemnej do warstw wyższych. Do miejsca wypływu natychmiast kieruje się powietrze z różnych stron warstwy przyziemnej, w licznych przypadkach tworząc wir porywający pył i unoszący go nieraz na znaczną wysokość.

Ze względu na rodzaj unoszonego materiału wiry takie są nazywane odpowiednio pyłowymi, śnieżnymi, wodnymi (gdy unoszone są kropelki wody), popiołowymi (gdy wiruje popiół wulkaniczny) itp. Nazwa wiry pyłowe jest używana również nadrzędnie, na oznaczenie wszystkich wirów tworzących się w przyziemnej warstwie powietrza, w wyniku naruszenia równowagi chwiejnej.

Wiry pyłowe, przesuwając się zgodnie z ogólnym kierunkiem wiatru, transportują ciepłe powietrze na stosunkowo niewielkie odległości. Ich drogi, obserwowane na pustyniach USA, tylko w skrajnych przypadkach osiągają długość do 60 km, a przeważnie są wielokrotnie krótsze. Odpowiednio niedługi jest również czas ich trwania. Większość wirów istnieje przez kilka, do kilkudziesięciu minut, a tylko w jednym z zanotowanych przypadków wir trwał aż 7 godzin.

Dokładne badania przeprowadzone w USA w roku 1960, za pomocą specjalnie wykonanej, bardzo czułej aparatury przenośnej, pozwoliły stwierdzić, że temperatura powietrza w wirach jest wyższa od temperatury powietrza otaczającego nawet o 9°, natomiast ciśnienie wykazuje spadek od zewnętrznej części wiru do jego osi, dochodzący do 2,4 mb. Spadek ciśnienia oraz związana z nim siła skierowana do osi wiru osiągają takie wartości, by mogła istnieć równowaga między siłami działającymi do osi, a siłami skierowanymi na zewnątrz wiru, z których szczególnie istotna jest siła odśrodkowa. Spadek ciśnienia o 2,4 mb należy uważać za bardzo duży, jeśli zważyć, że średnica wirów wynosi przeciętnie kilka, kilkanaście albo kilkadziesiąt metrów, a tylko w nielicznych przypadkach dochodzi do 200 metrów, gdy tymczasem w wielkoskalowych układach niżowych takie wartości poziomych różnic ciśnienia przypadają na odległość kilkudziesięciu, a często kilkuset kilometrów.

Wysokość wirów pyłowych mieści się zwykle w granicach 100-200 metrów, a w szczególnych przypadkach przekracza 1200 metrów. Badania przeprowadzone

w USA z szybowców wykazały jednak, że nawet na wysokości 4-5 kilometrów dają się zaobserwować spiralne, wstępujące ruchy powietrza o bardzo małej, nieuzbrojonym okiem niedostrzegalnej zawartości pyłu. Średnica wirów na tej wysokości wynosi 1,5 do 2 kilometrów. Przyjmując możliwość połączenia obu wirów, dolnego i górnego, w jedną całość, można przedstawić model przestrzenny wiru pyłowego, jako lej widoczny w dolnej, wąskiej części, dzięki unoszonemu w górę pyłowi, a niewidoczny w górnej, szerokiej, do której pył nie dociera w ilości łatwo dostrzegalnej.

Wiry pyłowe są zjawiskiem pospolitym. Występują na wszystkich kontynentach i we wszystkich strefach klimatycznych, lecz najczęściej pojawiają się i osiągają największe rozmiary nad pustyniami, gdzie przy bezchmurnym zwykle niebie istnieją nad rozgrzanym podłożem bardzo sprzyjające warunki do zaistnienia procesu nagłego wznoszenia się powietrza. Do obszarów takich należą pustynie i stepy Ameryki Północnej, Azji, Australii i Afryki. Wiry obserwowane w Ameryce Północnej są nazywane popularnie *diabłami pyłowymi* (*dust devil*), gdyż ze względu na ich niespodziewane pojawianie się, szybkie przemieszczanie się i przenoszenie dużych ilości pyłu, spotkanie z nimi jest dla człowieka bardzo nieprzyjemne, a może być niebezpieczne. Upalna i sucha pogoda nie jest jednak niezbędna do powstawania wirów pyłowych. Obserwowano je, jako wiry śnieżne, w Arktyce i na Antarktydzie, a typowy wir pyłowy zanotowano w sierpniu 1962 roku w Arktyce amerykańskiej, na Wyspie Ellesmere'a. Jego średnica wynosiła 9 metrów, a wysokość części widocznej osiągnęła 60 metrów. Na Ziemi Adeli (Antarktyda) obserwowano wiry o średnicy dochodzącej do 100 metrów. Wiry te przenosiły się wraz z wiatrem nad morze, gdzie porywały kropelki wody i tworzyły z nich kolumny pyłu wodnego o wysokości do 1200 metrów. W porównaniu z lądowymi wirami pyłowymi wiry występujące tylko nad wodą są zjawiskiem nieczęstym.

Nad wielkimi pożarami powstają czasami charakterystyczne, wirujące kolumny dymne i ogniowe. Duże wiry dymne były obserwowane podczas pożarów gazu ziemnego i ropy naftowej na Saharze i w Kalifornii. Szczególnie wielki wir ogniowo-dymny utworzył się po jednym z bombardowań Hamburga przez aliantów, w czasie II wojny światowej. Jego średnica u podstawy wynosiła 2 kilometry, a wysokość osiągnęła 4 kilometry. Prędkość powietrza w wirze była taka duża, że zostały wyrwane z korzeniami wielkie drzewa. Pomimo że był to tylko wir ogniowo-dymny, jego rozmiary i siła niszcząca były charakterystyczne dla największych trąb powietrznych.

W poszczególnych przypadkach, znanych z Kalifornii i Sahary, wielkie pożary ropy naftowej i gazu ziemnego stanowiły pośrednią przyczynę powstawania trąb powietrznych. Trąby pojawiały się pod charakterystycznymi chmurami kłębiastymi, utworzonymi w wyniku intensywnego wznoszenia się powietrza i dymu nad obszarami objętymi przez ogień.

Trąby powietrzne powstają w chmurach o dużej rozciągłości pionowej i o intensywnych ruchach pionowych. Proces tworzenia się trąb nie został jeszcze dokładnie poznany; w związku z tym nie wiadomo czy można wyróżniać wśród nich rodzaje o niejednakowej genezie, czy też należy uważać je za zjawiska genetycznie nieodróżniane. Jedyny powszechnie przyjęty podział dotyczy rodzaju podłoża, nad którym



Ryc. 1. Wir pyłowy w pobliżu Denver, w stanie Colorado (Weather, VI, 1967. Fot. F. J. Monkhouse)

trąby występują. Zgodnie z tym podziałem trąby znajdujące się nad lądem są nazywane często trąbami powietrznymi, a trąby występujące nad wodą — trąbami wodnymi. Dla trąb obserwowanych nad lądem stosowana jest w literaturze amerykańskiej, a coraz powszechniej i w europejskiej, nazwa tornado, zaczerpnięta z języka hiszpańskiego i używana początkowo na oznaczenie gwałtownych burz nawiedzających gwinejskie wybrzeże Afryki. Tak więc jedna i ta sama trąba może być nazwana tornado, gdy występuje nad lądem i trąbą wodną, gdy znajduje się nad wodą. Wobec tego wygodnie jest stosować określenie trąby powietrznej tylko nadrzędnie, dla obu grup tego zjawiska.

W swoim wczesnym stadium trąba powietrzna jest widoczna, jako nieprzezroczysty lej zwieszający się pod chmurą i opuszczający się nisko, często aż do podłoża. Po osiągnięciu podłoża trąba powoduje wznoszenie się obłoku pyłowego, utworzonego nad lądem z pyłu, piasku i różnych innych drobnych przedmiotów, lub — jeśli to dzieje się nad wodą — z kropelek wody. Wysokość obłoku pyłowego nierzadko przekracza 100 metrów, a jego średnica jest kilkakrotnie większa od średnicy trąby, która go utworzyła.

Rozwinięta trąba ma zazwyczaj kształt wąskiego leja. Rzadziej bywa to dosyć szeroki stożek, węższy u dołu i ścięty przez podłoże. Niekiedy trąba sprawia wrażenie długiej i wąskiej rury wyginanej przez wiatr, a często przypomina zgietą trąbę słonia. W przeciwieństwie do wirów pyłowych, jej nieprzezroczystość nie jest spowodowana zawartością pyłu pochodzenia lądowego. Trąba, będąc tworem chmury, nie zawiera takiego pyłu w odpowiednio dużych, łatwo dostrzegalnych ilościach, a o jej nieprzezroczystości stanowi strefa powietrza zawierającego dużą ilość drobnych kropelek wody, podobnie jak to ma miejsce w chmurze czy we mgle. Strefą tą może być wąski pierścień powietrza otaczającego trąbę, ochładzanego przez zimny prąd zstępujący, przypisywany centralnym, osiowym częściom trąb przez wielu badaczy. Przy odpowiednio



Ryc. 2. Mały wir pyłowy nad Wyspą Ellesmere'a, 20 sierpnia 1962 roku (Weather, III, 1963. Fot. G. Hattersley-Smith)

dużym spadku temperatury we wspomnianym pierścieniu para wodna może osiągać stan nasycenia i kondensować w postaci małych kropelek wody. Inna strefa nieprzezroczysta, również określona przez zawartość drobnych kropelek wody, może wystąpić w centralnej części wiru, gdzie z powodu działania siły odśrodkowej ma miejsce rozprężanie, a zatem i oziębianie powietrza.



Ryc. 3. Trąba wodna w okolicach Costa Brava (Hiszpania), 2 września 1965 roku (Weather, X, 1966. Fot. F. W. Lane)

Badania trąb powietrznych są bardzo trudne do przeprowadzenia, gdyż wszelkie przyrządy pomiarowe, a przede wszystkim delikatne wiatromierze ustawione na szlakach trąb z reguły ulegają zniszczeniu. Jedynie łatwe jest określenie długości szlaków i prędkości przesuwania się trąb. Według badań przeprowadzonych przez A. H. Gordona nad 52 trąbami wodnymi, trąby te, poruszając się z prędkością 9-13 m/s, przebywały zazwyczaj drogę 8-13 kilometrów. Czas ich trwania mieścił się w granicach 2-35 minut, a średnio wynosił 15 minut. Średnice dolnych części trąb wodnych, obliczone z 28 dokładnych fotografii, miały długość od 1 do 140 metrów, przy wartości średniej 25 metrów.

W porównaniu z przytoczonymi danymi tornado przedstawia się o wiele bardziej okazale. Trwa przeciętnie 1 godzinę. Jego średnica przy powierzchni gruntu wynosi przeważnie kilkaset albo kilkadziesiąt metrów. Średnia długość drogi, obliczona przez J. R. Martina po przebadaniu 1000 szlaków tornado w różnych częściach USA, wyniosła 22 kilometry, a droga najdłuższa, zaobserwowana 25 maja 1917 roku w stanie Illinois, osiągnęła 470 kilometrów.

Jest charakterystyczne i w świetle podanych liczb oczywiste, że trąby, które tworzą się nad lądem, jako tornado, a później przenoszą się razem z chmurami macierzystymi nad wodę, są większe niż typowe trąby wodne, powstające nad wodą. Reguła ta jest ważna tak dla trąb obserwowanych nad morzami, jak i dla trąb występujących nad wodami śródlądowymi i zgodnie z nią największe trąby obserwuje się w pobliżu wybrzeży.

Odpowiednio do rozmiarów i energii zjawiska, tornado stanowi przyczynę wielkich zniszczeń, wśród których typowe jest łamanie drzew i burzenie budynków. Znane są również przypadki przesuwania, podnoszenia, a nawet przenoszenia ciężkich przedmiotów, jak samochody, wagony kolejowe, małe mosty itp. W roku 1931, w stanie Minnesota, tornado „zdjęło” z szyn wagon z pasażerami, o łącznej masie 72 tony.

O wiele bardziej dotkliwe są jednak straty życia ludzkiego. W latach 1952—1957 zanotowano w USA 1157 wypadków śmiertelnych, związanych niewątpliwie z przejściem tornado, przy czym liczbę tornado w wymienionych latach określono na 4841. Jak wynika z powyższego zestawienia, nie każde tornado powodowało wypadki śmiertelne. Zdarzały się jednak przypadki bardzo groźne, spośród których największe zniszczenia miały miejsce w dniu 18 marca 1925 roku. Wtedy to tornado, które przeszło przez 3 stany: Missouri, Illinois i Indiana, spowodowało śmierć 689 osób i wyrządziło straty materialne o wartości 16,5 mln dolarów.

Znacznie mniejsza jest działalność niszcząca trąb wodnych. Spośród przeanalizowanych przez F. Rossmanna 19 przypadków spotkania statków z trąbami, w 10 spotkaniach statki doznały uszkodzeń, ale tylko 2 osoby uległy wypadkom śmiertelnym; jeden marynarz zginął uderzony spadającą częścią złamanego masztu, a inny wypadł za burtę. Powodem mniej groźnego działania trąb wodnych może być ich niewielka energia w porównaniu z tornado, jak i możliwość elastycznego poddawania się statków uderzeniom wiatru, w przeciwieństwie do sztywno ustawionych na lądzie budynków, drzew, słupów i różnych innych konstrukcji.

Tornado występuje najczęściej pojedynczo, pod chmurą burzową *Cumulonimbus*, rozległą i bardzo roz-

budowaną pionowo. Znacznie rzadziej bywa związane z dużymi chmurami *Cumulus*, albo z charakterystycznymi chmurami kłębiastymi, utworzonymi nad wielkimi pożarami.

Inaczej na ogół występują trąby wodne. Powszechne jest pojawianie się ich w całych seriach złożonych z kilku, kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu trąb przesuwających się jedna za drugą. Według zestawienia sporządzonego przez A. H. Gordona na podstawie obserwacji przeprowadzonych przez marynarzy, spośród 432 trąb wodnych 115 wystąpiło bez wątpienia pod chmurami *Cumulonimbus*, 124 pod wielkimi, a 7 pod małymi chmurami *Cumulus*, oraz 24 pod chmurami *Stratocumulus*. Dla 162 trąb rodzaj chmur został określony niepewnie, jako *Cumulus*, *Cumulonimbus*, *Stratocumulus*, a nawet, w nielicznych przypadkach, *Nimbostratus*. Stwierdzenie powiązania trąb wodnych z chmurami *Stratocumulus* i *Nimbostratus* jest zaskakujące, gdyż w obu tych rodzajach chmur nie zaznacza się intensywne ruchy pionowe. Nie można jednak odrzucić przypuszczenia, że w chmury te, charakteryzujące się dużą rozciągłością poziomą, mogły być wbudowane niezauważone przez obserwatorów chmury *Cumulonimbus*.

W świetle powyższych danych wydaje się oczywiste, że trąby wodne mogą powstawać w stosunkowo szerokim wachlarzu warunków i tworzą się znacznie łatwiej niż tornado. Próba wyjaśnienia tej względnej łatwości powstawania została podana przez F. Rossmanna. Przyjmuje on założenie, że nad wodą znajduje się zwykle bardzo wilgotne powietrze, w którym nawet mały spadek temperatury jest w stanie doprowadzić do kondensacji pary wodnej. Ochłodzenie może nastąpić w wyniku rozprężenia się powietrza w osi wiru. W ten sposób nawet niewielkie wiry występujące nad wodą spełniają warunki, by zyskać formę nieprzezroczystą, natomiast nad lądem, w powietrzu mniej wilgotnym tylko największe wiry, o odpowiednio dużym spadku ciśnienia wewnątrz, albo o intensywnym sprowadzaniu zimnego powietrza z chmury, mogą być widoczne, jako tornado.

Rossmann widzi uzasadnienie swojej hipotezy w często stwierdzanym fakcie pojawiania się trąb wodnych w pobliżu wybrzeży, pod chmurami, które rozwinęły się nad lądem około południa, w wyniku dostarczania wilgotnego powietrza przez bryzę morską. Później, w godzinach popołudniowych, chmury te przesuwały się w górnych prądach nad morze i dopiero wtedy było widać zwieszające się z nich trąby.

Sytuacje bryzowe stwarzają szczególnie sprzyjające warunki do tworzenia się trąb wodnych, o czym może świadczyć fakt, że właśnie w pobliżu wybrzeży i w godzinach popołudniowych trąby pojawiają się najczęściej. Daleko od brzegów, nad stosunkowo chłodną wodą wznoszenie się powietrza nie jest już takie intensywne i odpowiednio duże chmury kłębiaste, a wraz z nimi trąby wodne, zdarzają się rzadziej. Istnieją jednak obszary wód otwartych, nad którymi trąby występują szczególnie często. Obszarami tymi są ciepłe prądy morskie. Takim charakterystycznym miejscem na Atlantyku jest część Prądu Zatokowego w pobliżu Florydy. Poza tymi obszarami trąby wodne są powszechnym, niemal codziennym zjawiskiem nad Zatoką Meksykańską i Morzem Karaibskim, a bardzo często tworzą się również w pobliżu wschodnich wybrzeży Chin, Japonii i USA. Nie notowano ich jedynie nad wodami polarnymi, a więc w obszarach, gdzie



III. NUTRIE, *Myocastor coypus* (Mol.)

Fot. W. Strojny



IV. KRUSZCZYK RDZAWOCZERWONY, *Epipactis rubiginosa*

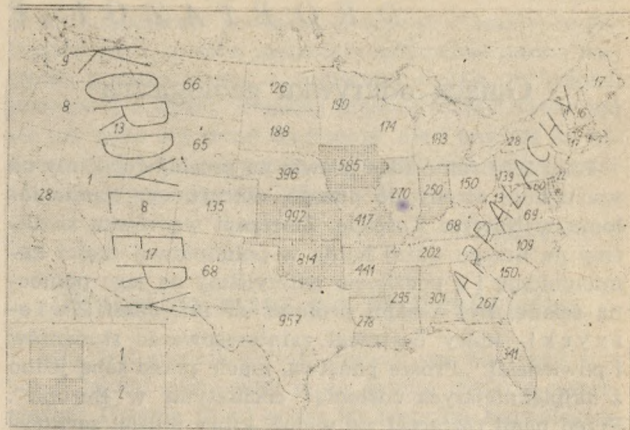
Fot. J. Płotkowiak



Ryc. 4. Trąba wodna nad Jeziorem Genewskim, 7 października 1956 roku (*Weather*, X, 1966. Fot. F. W. Lane)

z powodu niewielkiej zawartości pary wodnej w chłodnym powietrzu rozwój dużych, wypiętrzonych chmur jest mało prawdopodobny. Spośród mórz europejskich dosyć często obserwuje się je nad Morzem Śródziemnym, natomiast nad Bałtykiem i Morzem Północnym spotyka się je tylko sporadycznie. Typowe trąby wodne są pospolitym zjawiskiem nad ujściem Amazonki, a zdarzają się też nad innymi wodami śródlądowymi. Około 30 takich trąb zaobserwowano w czasach historycznych nad jeziorami Szwajcarii.

Tornado, podobnie jak trąby wodne, również nie występuje w obszarach polarnych i bardzo rzadko pojawia się w Europie Północnej. Dosyć często natomiast jest spotykane nad nizinnymi częściami lądów, w średnich i niskich szerokościach geograficznych; tam, gdzie powietrze jest ciepłe, zawiera dużo pary wodnej i tworząc wysoko sięgające prądy wznoszące może powodować powstawanie dużych chmur burzowych. Z tego względu obszary pustynne, nad którymi zalega powietrze gorące, lecz suche, na ogół tylko wyjątkowo są nawiedzane przez tornado, natomiast na niezbyt ciepłej Nowej Zelandii tornado pojawia się około 25 razy w roku. W sąsiedniej Australii występuje tak często, że stanowi poważny problem gospodarczy, a na równinnej części USA, między Appalachami a Górami Skalistymi, oraz na Nizinie Zatokowej i Florydzie jest zjawiskiem powszechnym, przynoszącym każdego roku ogromne zniszczenia. Szczególna sytuacja, w jakiej



Ryc. 5. Liczba tornado zarejestrowanych w poszczególnych stanach USA, w latach 1916—1957 (wg H. J. Critchfielda — *General Climatology*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1960). 1 — 20—40 tornado na 10 000 km² powierzchni stanu, 2 — ponad 40 tornado na 10 000 km² powierzchni stanu

znajdują się wspomniane obszary USA, jest spowodowana częstym zaleganiem ciepłego, bardzo wilgotnego powietrza pochodzącego z Zatoki Meksykańskiej. Wielkie chmury stwarzające warunki do powstawania tornado rozwijają się najłatwiej, gdy ciśnienie tego powietrza jest dostatecznie niskie, dzięki czemu procesy wznoszenia zachodzą łatwo. Bardzo istotnym czynnikiem wspomagającym tworzenie się chmur burzowych jest przesuwanie się frontów chłodnych przyspieszonych, przed którymi ciepłe, lekkie powietrze ulega szczególnie intensywnemu wznoszeniu. Nie jest więc kwestią przypadku, że największe tornado tworzą się zwykle przed frontami chłodnymi.

Zarówno tornado, jak i trąby wodne występują przede wszystkim w cieplej porze roku; najczęściej w godzinach popołudniowych, to jest wtedy, gdy wielkie chmury konwekcyjne osiągają maksymalny rozwój.

W ostatnich latach został stwierdzony związek tornado z cyklonami tropikalnymi, zwanymi tajfunami we wschodniej Azji, *willy-willy* w Australii i *hurricane* w Ameryce. Cyklony tropikalne, stanowiące wiry powietrzne o średnicach tysiące razy większych od trąb, są jakby potencjalnymi nosicielami tornado. Dla takich tornado J. S. Smith proponuje nazwę *hurricane-tornado*, a A. D. Pearson i A. F. Sadowski używają określenia *hurricane-induced tornadoes* (tornado pobudzone przez *hurricane*).

Pomimo ogromnych nakładów finansowych, przeznaczonych na całym świecie na badania atmosfery, trąby powietrzne w dalszym ciągu pozostają zjawiskiem stosunkowo mało poznanym. Pojawianie się ich jest notowane przeważnie przez przypadkowych obserwatorów, a dokładne dane z obserwacji są uzyskiwane rzadko. Opracowania teoretyczne nie pozwalają jeszcze na przedstawienie bez zastrzeżeń dokładnego modelu i na stworzenie wyczerpującej teorii powstawania trąb. W związku z tym nie opracowano jeszcze dostatecznego systemu ochrony przed trąbami powietrznymi.

Ginąca odkrywka geologiczna

Lato 1954 roku. Idąc prawie na przełaj doszliśmy od wschodniej strony do dużego, nieczynnego kamieniołomu w Nowym Kościele. Zmęczeni wędrówką siedliśmy na brzegu dużej hałdy w południowej części kamieniołomu i z podziwem patrzyliśmy na jego północną ścianę. Był z nami profesor dr inż. Józef Zwierycki, który dostrzegł zainteresowanie studentów i powiedział: „Proszę państwa, macie przed sobą jedno z najpiękniejszych odsłoneń cechsztynu w Europie”. Przed nami roztaczał się widok, który musiał zachwycić każdego geologa.

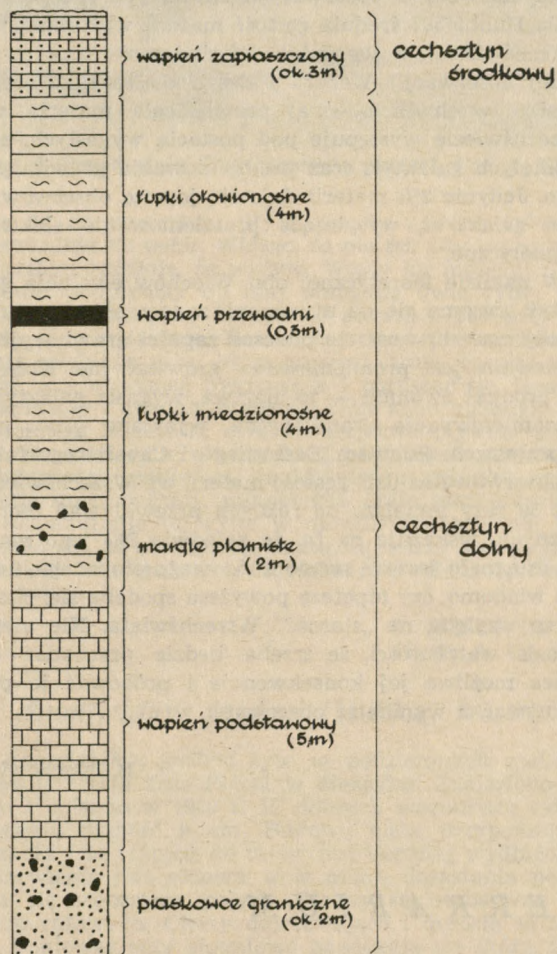
Kamieniołom miał zarys wydłużonego NW—SE prostokąta. Wejście do niego było od strony północno-zachodniej, gdzie widniały kominy i dachy zabudowań dawnej cementowni, do której należał. Interesująca nas ściana kamieniołomu ciągnęła się licznymi załamaniami na odległość około 400 m. Jej maksymalna wysokość dochodziła do 20 m i podzielona była dwoma małymi tarasami, które być może kiedyś stanowiły poziomy eksploatacyjne. Obraz ściany rysował się jako regularne, różnej grubości pasy barwy białej, jasnoszarej, ciemnoszarej i żółtobiałej, lekko nachylone ku NW, a całość oświetlona słońcem przypominała ściany kanionów widywane w kolorowych westernach. Ciekawa i puczająca była geologia tej ściany.

Na najniższym poziomie, w dnie kamieniołomu był niewielki wykop głębokości 2 m, w którym odsłaniały się piaskowce zlepniowate barwy czerwonej, miejscami szarozielonej lub szarozółtej. Piaskowce te są nazywane granicznymi, bo leżą na granicy osadów czerwonego spągowca (perm dolny) i cechsztynu (perm górny), zaś one same, mimo bardzo dużego podobieństwa do osadów czerwonego spągowca, należą do cechsztynu, jak tego dowodzą znalezione skamieniałości. Od barwy tych piaskowców dno kamieniołomu było szaroczerwone. Pierwszy biały pas ściany, szerokości około 5 m, stanowiły masywne, skrytokrystaliczne wapienie, zwane podstawowymi, barwy jasnoszarej do białej (z daleka białe). Wkładki czerwonych iłupków, grubości kilku centymetrów rozdzielały je na mniejsze ławice. Nad nimi biegł pas szerokości około 6 m składający się z kilkudziesięciu centymetrowych, naprzemianległych, regularnych pasów ciemno- i jasnoszarych. Była to seria łupków marglistych (pasy ciemnoszare) i wapieni marglistych (pasy jasnoszare). W jej dolnej partii (2 m) występowały liczne czerwone plamy, średnicy do kilku centymetrów. Stąd określa się te osady jako margle plamiste. Powyżej nich można było obserwować na powierzchniach spękań i złupkowania skały liczne naloty malachitu ($\text{Cu}_2 [\text{CO}_3]_2 [\text{OH}]_2$) lub rzadziej niebieskie naloty azurytu ($\text{Cu}_3 [\text{CO}_3]_2 [\text{OH}]_2$) świadczące, że w skałach tych występują minerały miedzi. Tę część omawianej serii określa się jako łup-



Ryc. 1. Wapień przewodni (nad młotkiem) oddzielający serię łupków miedzionośnych (w spągu) od serii łupków ołowionośnych (w stropie). — Osady dolnego cechsztynu z Nowego Kościoła (Dolny Śląsk). Fot. J. Niśkiewicz

ki miedzionośne. Nad nimi występowała charakterystyczna 30 cm warstwa jasnoszarego wapienia, która wyraźną wstęgą rysowała się na naszej ścianie, oddzielając opisaną wyżej serię osadów od litologicznie i barwą podobnej serii osadów wyżej występujących. Był to kolejny pas — „przekładaniec” pasów ciemno- i jasnoszarych, szerokości około 4 m. Daremne było szukanie w tych osadach nalotów miedzi. Minerale miedzi nie występują, lecz ich miejsce zajęły, chociaż w mniejszej ilości niedostrzegalne gołym okiem, minerały ołowiu i cynku. Dlatego serię tę określa się jako



Ryc. 2. Schematyczny profil geologiczny północnej ściany kamieniołomu w Nowym Kościele

łupki ołowionośne. Charakterystyczna wstęga jasnoszarego wapienia zwanego przewodnim, oddziela więc łupki miedzionośne od łupków ołowionośnych (patrz ryc. 1).

Na samej górze opisywanej ściany ciągnął się ostatni barwny pas — jasnoszaro-żółtawy, który budują masywne, skrytokrystaliczne, lekko zapiaszczone wapienie wykształcone zasadniczo jako jedna, stosunkowo mało spękana ławica. Załączony rysunek przedstawia schematycznie profil geologiczny opisywanej ściany. U podstawy ściany i na wspomnianych tarasach były niewielkie stożki usypiskowe blozków łupków i wapieni marglistych. Dno kamieniołomu, w mniejszym stopniu stożki usypiskowe, porastały młode drzewka, głównie brzoźki i krzewy — wszystko samosiejki, które były barwnym dopełnieniem tego pięknego wycinka krajobrazu.

Jak wyglądała opisywana ściana w roku 1970? Drzewa i krzaki całkowicie zarastają kamieniołom. Wierzchoł-

ki drzew wyrastają ponad jego górną powierzchnię. Stożki usypiskowe powiększyły się tak znacznie, że połączone teraz ze sobą zasłaniają całkowicie pasmo wapienia podstawowego, a miejscami sięgają po wapien przewodni i wyżej. Z naszej pięknej ściany odsłaniają się już tylko jej górne fragmenty, ale i one nie są widoczne z daleka, jak swego czasu cała ściana, bo zasłaniają je bujnie wyrosłe krzaki i drzewa.

J. Niśkiewicz

Brakująca masa we Wszechświecie

Jaka jest średnia gęstość materii we Wszechświecie i pod jakimi postaciami może w nim materia występować? Pytanie to od wielu lat niepokoi kosmologów, zwłaszcza w obliczu faktu, że dostępne nam dane nie układają się w jakiś jednolity, zgodny schemat. Właściwie to można bezpośrednio ocenić jedynie gęstość tzw. materii widzialnej, występującej pod postacią galaktyk; otrzymana w oparciu o te informacje wartość średniej gęstości materii we Wszechświecie wydaje się jednak teoretykom zbyt mała i niezgodna z różnymi faktami empirycznymi, dotyczącymi struktury Wszechświata w całości. Postuluje się więc występowanie tzw. nieobserwowalnych bezpośrednio postaci materii; istnieją tu rozliczne teoretyczne możliwości. I tak np. Pontecorvo i Smorodinski wysunęli kiedyś przypuszczenie, że ogromna liczba neutrin, cząstek nadzwyczaj słabo oddziałujących z wszystkimi innymi postaciami materii (i także ze sobą wzajemnie), wypełniać może przestrzeń kosmiczną i dostarczać sporej części wspomnianej już „brakującej masy”. Wheeler i inni sądzą, że należy się liczyć ze sporym wkładem pochodzącym od promieniowania grawitacyjnego, wypełniającego przestrzeń i nader trudno obserwowalnego. Wreszcie cały szereg astrofizyków, wychodząc niekiedy z dość odmiennych założeń, rozważa w sposób poważny możliwość istnienia zlokalizowanych w skończonych obszarach zagęszczeń materii, nie wysyłających promieniowania. Zdaniem Kumara, już w naszej Galaktyce istnieć może sporo tzw. „czarnych karłów”, niewielkich gwiazd o tak małej masie, że nigdy dojdź w nich nie mogło do zainicjowania reakcji jądrowych w centrum. Obok tego rodzaju tworów, jak gdyby nienarodzonych (czy martwo narodzonych) gwiazd, galaktyki mogą być wypełnione „zwłokami” gwiazd, które już wygasły. Mogą to być albo wygasłe gwiazdy neutronowe — coś w rodzaju pulsarów, które pod koniec swej ewolucji już całkiem przestały się obracać i wysyłać promieniowanie. Niektórzy szacują liczbę takich wygasłych pulsarów w naszej Galaktyce jako równą 10^8 . Mogą to być wreszcie tzw. czarne doły — produkt końcowy zapaści relatywistycznej (kolapsu). Dopiero w ciągu ostatniego roku zajęto się nieco dokładniej możliwościami obserwacji tego rodzaju dziwnych obiektów, których istnienie przewiduje ogólna teoria względności. Wokół „czarnego dołu” przestrzeń jest tak silnie zakrzywiona, że światło nie może się z niego wydostać. Pozostaje tylko pole grawitacyjne, w którym mogą poruszać się inne ciała; poprzez obserwacje ich ruchu można wniesć pośrednio, że coś w rodzaju „czarnego dołu” istnieje. Ile jest takich „czarnych dołów”, nie wiemy. Na łamach angielskiego czasopisma „Nature” ukazały się w 1971 roku doniesienia o odkryciu kilku tego rodzaju obiektów w naszej Galaktyce.

Są wreszcie i tacy teoretycy, jak np. Peebles czy

Jordan, którzy sądzą, że mogą istnieć twory podobne właściwościami do czarnych dołów, tylko na znacznie większą skalę: mają być to tzw. czarne galaktyki, w których może być skupiona masa rzędu miliardów mas słonecznych, a które nie są wcale widoczne. Istnieją także przypuszczenia, wysuwane np. przez Ambarcumiana, jakoby takie bardzo masywne i bardzo gęste twory, w stanie o ogromnej gęstości (co najmniej takiej jak we wnętrzach pulsarów, tj. 10^{15} g/cm³), mogły eksplodować, rozpryskując się na mniejsze odłamki i tworząc gromady gwiazd. Z tego rodzaju przejściem wiąże się od pewnego czasu wybuchy w jądrach galaktyk. Może w tych obszarach znajdują się bryły materii nadgęstej, o nader niskiej temperaturze i dużej masie, wybuchające od czasu do czasu. W świetle gromadzonych obserwacji coraz większa część astrofizyków skłonna jest przypuszczać, że tak jest. W takim razie jednak dotychczasowe oszacowania średniej gęstości materii we Wszechświecie muszą ulec zmianie, gdyż nikt dotychczas nie był w stanie uwzględnić owych niewidzialnych bezpośrednio nadgęstych tworów w jądrach galaktyk (a może nawet występujących jeszcze dodatkowo obok galaktyk).

Spore zamieszanie wniosły tu wyniki doświadczeń Webera, który twierdzi (a nie wszyscy w to wierzą!), że odkrył fale grawitacyjne, pochodzące z centralnych obszarów naszej Galaktyki. Jeśli wyniki jego przyjąć, wtedy trzeba w racjonalny sposób wyjaśnić, skąd aż tyle promieniowania grawitacyjnego bierze się z wnętrza Galaktyki. Jedni sądzą, że w tym wnętrzu zachodzi duża liczba procesów zapaści grawitacyjnej, inni uważają to za mało prawdopodobne i zakładają inny mechanizm tworzenia się fal grawitacyjnych. W obszarach centralnych Galaktyki znajdować się ma, ich zdaniem, spora liczba nadgęstych i niewidzialnych bezpośrednio tworów, zapadniętych gwiazd, czyli czarnych dołów. We wzajemnych zderzeniach i rozproszeniach (na zewnętrznym polu grawitacyjnym każdego z nich) wytwarzane są ogromne ilości promieniowania grawi-

tacyjnego, przy czym gromada „czarnych dołów” ulega z wolna przemianie w jeden „czarny dół”. Energia, wypromieniowana przy tym w ciągu roku, odpowiada mniej więcej masie ok. 200 razy większej od masy Słońca. Jest to więc niezwykle efektywny proces przemiany jednej postaci energii w drugą.

Jeśli proces ten przebiega z podobną szybkością nie tylko w naszej Galaktyce, wtedy konsekwencje tego dla kosmologii mogą się okazać niezwykle. Zajęli się tym na łamach włoskiego czasopisma fizycznego „Nuovo Cimento” B. Bertotti i A. Cavaliere. W analizie swej skorzystali oni z obserwacyjnych danych kosmologii (stała Hubble’a i średnia gęstość materii widzialnej we Wszechświecie), z wyników doświadczenia (czy może raczej obserwacji) Webera i doszli do zaskakującego wyniku: w chwili obecnej prawie cała materia we Wszechświecie występuje pod postacią wygasłych, zapadniętych galaktyk oraz promieniowania grawitacyjnego. Jedynie 2% materii daje się jeszcze obserwować jako galaktyki, wysyłające promieniowanie elektromagnetyczne.

W analizie teoretycznej obu Włochów ewolucja galaktyk zaczyna się od utworzenia zagęszczeń z rozproszonej materii, wreszcie podczas zapaści grawitacyjnej emitowane jest promieniowanie grawitacyjne. Końcowy produkt ewolucji — to martwa, wygasła galaktyka i promieniowanie grawitacyjne, wysyłane przez nią w przestrzeń. Zdaniem Bertottiego i Cavalierego fakt, że obserwowalna dziś gęstość materii we Wszechświecie jest 50 razy mniejsza od różnych przewidywań teoretycznych, wskazuje na to, że zaledwie 2% jego masy nie osiągnęło jeszcze swego końcowego etapu ewolucji. Nie wiadomo, czy hipoteza powyższa spodoba się, choćby ze względu na „starość” Wszechświata. Nie ulega jednak wątpliwości, że trzeba będzie przebadać do końca możliwe jej konsekwencje i próbować je porównywać z wynikami obserwacji.

B. Kuchowicz

AKWARIUM I TERRARIUM

Gnathonemus petersi (Günther 1862)

Ta oryginalna ryba z rodziny *Mormyridae* żyje w wolno płynących mulistych wodach Afryki od Kongo i Kamerunu do Nigeru. Dorasta najwyżej do 23-25 cm, a więc nadaje się do hodowli w akwarium.

Dolna szczeka rurkowatego pyszczka jest wyciągnięta w zgiętą ku dołowi trąbę, przy pomocy której ryba przeszukuje dno. Wydłużone ciało jest silnie spłaszczone bocznie, szaro-brunatne, czasem prawie czarne. W tylnej połowie boków leży ciemny, biało obrzeżony poprzeczny pas. Płetwa grzbietowa i odbytowa są przsunięte do tyłu i ku końcowi zwężone, płetwa ogonowa wycięta. Oczy są bez wyrazu, jak gdyby pokryte aksamitem.

Przedstawiciele tej rodziny mają zdolność orientowania się w otoczeniu przy pomocy narządów, które wytwarzają prąd elektryczny o niskim napięciu (rzędu 10^{-2} volt).

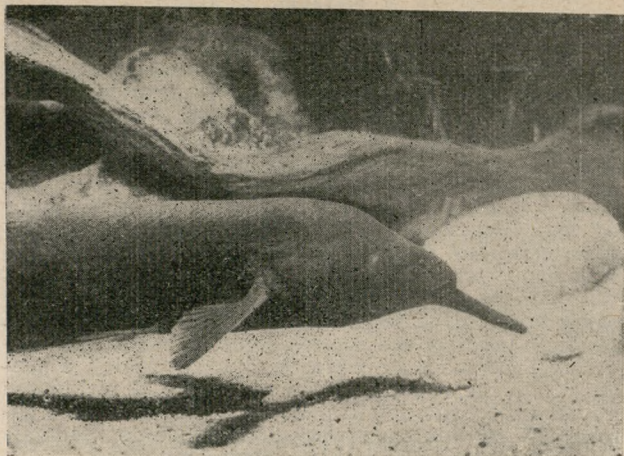
Z gatunkiem tym miałem do czynienia dwukrotnie. W pierwszym wypadku ryby wkrótce po przybyciu zginęły. W drugim wypadku powiodło się lepiej. Trzy świeżo przybyte okazy w ciągu dwóch pierwszych tygodni zaznajamiały się ze swoim nowym mieszkaniem nie zwracając uwagi na pożywienie. Potem nastąpił zwrot na lepsze: ryby zaczęły jeść. Najlepiej czuły się

w temperaturze 23-25°C, na skład chemiczny wody niewrażliwe.

Pewnego dnia przyszedłem, żeby wyłączyć światło i zobaczyłem że jedna z ryb wyskoczyła z akwarium i leży na podłodze. Jeszcze żyła, więc szybko wrzuci-



Ryc. 1. *Gnathonemus petersi*. Fot. J. Eliáš



Ryc. 2. Przód ciała *Gnathonemus petersi*. Fot. J. Eliáš

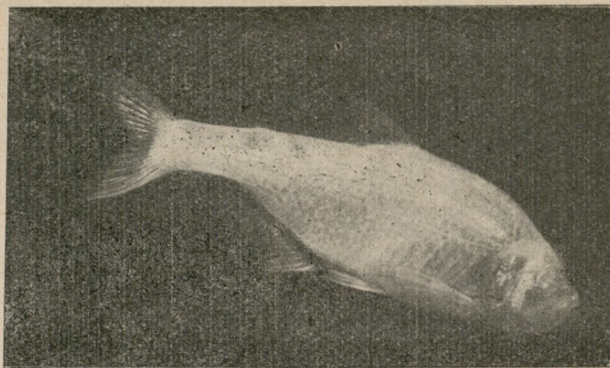
łem ją do akwarium. Ryba opadła na dno i leżała bezwładnie na boku. Widząc, że nie ma siły się unieść, straciłem nadzieję, że wyżyje. Wtedy ku mojemu zdumieniu podpłynęły do niej pozostałe dwie ryby, pomogły jej stanąć w normalnej pozycji i podparły ją. Było to wzruszające. Pomoc najwidoczniej zmobilizowała osłabioną rybę, która ze swej strony czyniła wysiłki, aby utrzymać równowagę i poruszać się. Ilekroć traciła siły i upadała pozostałe ryby znów spieszyły jej z pomocą. Nazajutrz całe towarzystwo pływało zdrowe, jak gdyby nic nie zaszło. Z podobnym przejawem solidarności spotkałem się również u gatunku z zupełnie innej rodziny, mianowicie *Botia macracanthus*.

Rozmnażanie tej ryby w niewoli na razie nie powiodło się, co nie zmienia faktu, że należy ona do najbardziej interesujących mieszkańców słodkowodnego akwarium.

J. Eliáš (Brno)
(tłum. A. Czapik)

Anoptichthys jordani (Hubba, Innes)

Anoptichthys jordani żyje w podziemnych rzekach prowincji San Lois Potosi w Meksyku. Znalezione go tam i opisano w 1949 r. w dobrych warunkach rybki osiągają długość 9 cm. Budową ciała przypominają brzanki z tą różnicą, że tułów jest bardziej wydłużony. Ubarwienie jest różowe, a w miarę dorastania pojawia się srebrzysty połysk. Płetwy są bezbarwne do słabo różowych. Okazy dojrzewające i dorosłe są ślepe, ponieważ oczy stopniowo powlekają się skórą. Za-



Anoptichthys jordani (Hubba, Innes)

rodki i młode rybki mają małe funkcjonujące oczy, które służą im w pierwszym okresie życia. Później oczy stopniowo zarastają i rybki znajdują pożywienie za pomocą dotyku i węchu. Samica jest silniej zbudowana niż samiec, słabiej wybarwiona i ma bardziej zaokrąglony brzuch. Samiec jest smuklejszy i silniej ubarwiony.

Rybki te powinno się trzymać w dużych akwariach, wodzie twardości 10-20° i temperaturze 20-24°C, trzeba im też urządzić odpowiednie kryjówki, a akwarium częściowo zaciemnić.

Pierwsze próby wytarcia tych rybek nie powiodły się. Wreszcie umieściłem wybraną parę *Anoptichthys jordani* w dużym akwarium bez roślin, którego dno było pokryte grubym piaskiem i dużymi kamieniami. Nie minęła godzina jak rozpoczęło się tarło. Trwało ono dwie godziny i dało sporą ilość ikry. Na ten czas wyłączyłem oświetlenie i akwarium znajdowało się w półmroku. Po tarle odłowilem ryby i akwarium zupełnie zaciemniłem. Młode wylęgły się już po 48 godzinach, a szóstego dnia zaczęły pływać (temperatura wody wynosiła 26°C). Zacząłem podawać najdrobniejsze pożywienie. Młode rybki są ogromnie żarłoczne i przy dobrym karmieniu bardzo szybko rosną. W ten sposób wychowałem 160 sztuk.

W wyniku dalszych doświadczeń doszedłem do wniosku, że tym rybkom nie można narzucać partnera — muszą dobrać się same. Muszą mieć duże akwarium z kryjówkami i raczej twardą wodę. Natomiast wydaje mi się, że poza okresem tarła nie jest konieczne trzymanie ich w półmroku. U dorosłych ryb charakterystyczne jest to, że pływają z głową zwróconą ku dołowi. Są wszystkożerne, spokojne i mogą być trzymane w towarzystwie innych spokojnych ryb.

V. L a h o d a (Brno)
(tłum. A. Czapik)

ROZMAITOŚCI

Zmiany fizjologiczne pod wpływem muzyki. W Salzburgu istnieje instytut badawczy zajmujący się wpływem muzyki na władzę umysłową i cielesną; został on założony przez znanego dyrygenta austriackiego, Herberta von Karajana, który poddał się sam badaniom podczas próby „Zygryda”. Pozwolił sobie umieścić na ciele przeróżne mierniki (ciśnienia krwi, pocenia się, szybkości oddychania itp.). Aparatura wykazała zarówno wzrost tętna (o 30 uderzeń na minutę), jak i ciśnienia krwi w chwilach, gdy rosło natężenie emocjonalne muzyki. W doświadczeniu tym chodziło o wykazanie, że uczuciowe zaangażowanie dyrygenta, nie zaś wysiłek fizyczny prowadzą do takich wyników.

Wyniki te zostały zamieszczone w tym samym numerze pisma, w którym przedstawiono rezultaty badań nad wpływem zażywania określonych substancji na odczuwanie muzyki. Podobno można podnieść stopień doznań czysto estetycznych, zażywając tych substancji przed słuchaniem różnych utworów, ztraca się bowiem

drażliwość spowodowana słuchaniem dysonansów czy też gwałtownych przeskoków natężenia. W innych doświadczeniach badano zmiany fizjologiczne w trakcie słuchania utworu muzycznego przez osoby, które go lubią, i przez takie, dla których nie stanowi on większego przeżycia. Sposób reagowania okazał się nieco odmienny. U entuzjasty danego utworu aparatura wykryła w trakcie przesłuchu nieregularny oddech, wzrost tętna, zmianę reakcji elektrofizjologicznych.

Są to wyniki doświadczeń ze zbyt jeszcze małą liczbą osób, by można sobie pozwolić na uogólnienie. Mogą tu być spore efekty indywidualności osoby słuchającej. W każdym razie prace te stanowią punkt startowy do badań nad psychologicznymi i fizjologicznymi skutkami działania muzyki, nad użyciem środków uspokajających i zastosowaniem muzyki w terapii.

World Medicine 1970

B. K.

Nowy typ echolokacji: chemiczna. Dotychczas znana była echolokacja ultradźwiękowa (nieoperze, delfiny, niektóre ssaki owadożerne), dźwiękowa (nieliczne ptaki), elektryczna (nieliczne ryby) oraz elektromagnetyczna (aparaty produkcji ludzkiej).

Prof. Max Delbrück, laureat nagrody Nobla, zaczął się przed 20 laty nader prymitywnym grzybem z rodzaju *Phycomyces*, gdyż owocnik jego reaguje na światło. Przy badaniach tych zauważył, że ten 1 cm wielkości grzyb „obchodzi” podczas wzrostu przeszkody, nie dotykając ich. W toku dalszych badań okazało się, że grzyb ten rozporządza echolokacją chemiczną, dzięki której wyczuwa przeszkody przed ich dotknięciem. Mianowicie, owocnik jego wysyła substancję zapachową, której drobiny swobodnie rozchodzą się w przestrzeni. W razie obecności przeszkody odbijają się od niej i wracają do grzyba, organ zmysłowy zaś w trzonie wykrywa je. W reakcji następuje szybszy wzrost trzonu po stronie zwróconej do przeszkody, skutkiem czego grzyb odchyła się od niej. Tak więc grzyb ten węchem wyczuwa przeszkody.

A. K.

Prostaglandyny a laktacja. Prostaglandyny są to związki biologicznie czynne, wykryte w płynie nasennym (są one wydzielane przez gruczoł krokowy). Prostaglandyny wywołują silne skurcze mięśni gładkich. Obecność ich stwierdzono również w wydzielinie miesiaczkowej i w endometrium. Ponieważ prostaglandyny niszczą ciało żółte, prawdopodobnie biorą one udział w procesach zachodzących pod koniec ciąży. Samicom szczura, w 17 i 18 dniu ciąży wstrzykiwano dootrzewnowo 1,2 mg prostaglandyn (w czterech dawkach po 0,3 mg). Zwierzęta kontrolne otrzymywały w tym samym czasie sól fizjologiczną. W 12 i 17 godzin później wykonano test na oksytocynę, którego dodatni wynik wskazuje na rozpoczynający się poród. U wszystkich samic kontrolnych test ten był ujemny i w normalnym terminie urodziły one zdrowe płody. U samic doświadczalnych pojawiły się wyraźne skurcze macicy, a gruczoły mleczne zaczęły wydelać mleko. U niektórych z nich w pochwie pojawiła się krew, ale żadna nie poroniła. W 20 dniu ciąży wszystkie samice doświadczalne urodziły, ale tylko niektóre płody były żywe.

Nature 1971

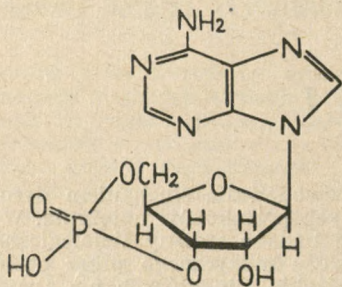
W. B. S.

KRONIKA NAUKOWA

Nagroda Nobla za mechanizm działania hormonów

Nagrodę Nobla z dziedziny medycyny otrzymał w roku 1971 profesor Earl Sutherland z *Vanderbilt University School of Medicine*, ze Stanów Zjednoczonych za odkrycie pośrednika działania hormonów. Wysokość nagrody wynosi 36 000 funtów szterlingów i nie była tym razem dzielona z innym uczonym.

Profesor E. Sutherland liczy 55 lat i ma za sobą 25-letni okres badań nad działaniem hormonów. W 1957 roku odkrył istnienie bardzo uniwersalnej cząsteczki — cyklicznego AMP. Odkrycie to wywodzi się z prac nad mechanizmem mobilizacji glukozy z glikogenu przez adrenalinę i glukagon. Gdy dodawał jednego z tych hormonów do ekstraktu komórek wątrobowych obserwował jednocześnie tworzenie się nieznanej pochodnej jednofosforanowej adenozy. Po zbadaniu struktury tego związku okazało się, że jest to 3',5'-jednofosforan adenozy, w którym reszta kwasu fosforowego tworzy mostek między trzecim i piątym węglem rybozy:



Dalsze badania wykazały, że zwiększenie się zawartości cyklicznego AMP w komórkach wątrobowych zachodzi przed mobilizacją glukozy, co wskazywało, że ten związek jest pośrednikiem w działaniu hormonów. Obserwacja tego zjawiska stała się podstawą dalszych badań nad molekularnym mechanizmem działania hormonów. Profesor Sutherland zaproponował ogólną koncepcję oddziaływania hormonów na niektóre procesy metaboliczne. Glukagon czy adrenalina podnosi poziom glukozy we krwi przez aktywizację enzymu — cyklicznej adenylowej wątroby, która przekształca ATP na cykliczny AMP. Cykliczny AMP powoduje, z kolei,

przebieżenie enzymu fosforylasy glukozy-1-P z formy nieaktywnej do formy aktywnej będącej w stanie odszczepiać glukozę od glikogenu.

Następne badania nad działaniem cyklicznego AMP potwierdziły koncepcję prof. Sutherlanda i wykazały, że ten nukleotyd jest również pośrednikiem w działaniu wielu innych hormonów. Stymuluje on np. mobilizację kwasów tłuszczowych z tkanki tłuszczowej i przyspiesza syntezę sterydów.

Profesor Sutherland zapoczątkował, można śmiało powiedzieć, nowy etap w dziedzinie badania molekularnego mechanizmu działania hormonów. Setki uczonych pracuje obecnie nad rolą cyklicznego AMP. Ukazało się na ten temat tysiące publikacji.

Ostatnio powstała koncepcja kinaz białkowych zależnych od cyklicznego AMP dla wyjaśnienia roli cyklicznego nukleotydu w szeregu różnych reakcji biochemicznych. Chociaż nie jest ona jeszcze ostatecznie udowodniona, to obecnie jest jednym z ciekawszych uogólnień działania tego niezwyklego nukleotydu.

K. Kochman

PTMA wkracza w drugie półwiecze działalności

Pięćdziesięcioletnia już z górą, ciekawa przeszłość Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii może być uważana za historię społecznie zorganizowanego amatorskiego ruchu astronomicznego w Polsce. Dziś PTMA liczy ponad trzy tysiące członków zrzeszając oprócz amatorów astronomii także wielu jej zawodowych reprezentantów. Towarzystwo posiada aktualnie 26 oddziałów, które rozwijają żywą działalność oświatową, samokształceniową, a także i naukową.

Założone w 1921 roku Towarzystwo występuje pod aktualną nazwą od roku 1947. W okresie bezpośredniego poprzedzającym oficjalne zebranie założycielskie (dnia 26 listopada 1921) — w latach 1919—1921 istniała już załączkowa forma przyszłego stowarzyszenia — Koło Miłośników Astronomii. Późniejsza ewolucja nazwy to: Towarzystwo Miłośników Astronomii (1921—1928) i Polskie Towarzystwo Przyjaciół Astronomii (1928—1939). Siedzibą władz centralnych Towarzystwa była przed wojną Warszawa. Aktualna siedziba Zarządu Głównego PTMA mieści się w Krakowie. Obecnym prezesem PTMA jest doc. dr Józef Sałabun, dyrektor

Obserwatorium Astronomicznego i Planetarium w Chorzowie. Przewodniczącym Rady Naukowej PTMA jest prof. dr Eugeniusz Rybka.

Dwa, dziś najpotężniejsze oddziały PTMA, to warszawski i krakowski, z których każdy liczy po trzystu kilkudziesięciu członków.

PTMA prowadzi systematyczną działalność wydawniczą. Oprócz swego regularnego organu, miesięcznika „Urania” wydaje „Dodatek naukowy do Uranii” i pozycje sporadyczne, jak np. obrotowe mapy nieba itp. Aktualnym redaktorem naczelnym „Uranii” jest dr Ludwik Zajdler (Warszawa), autor rozchwytej przed niewielu laty ciekawej książki o Atlantydzie.

PTMA dysponuje obecnie kilkoma stacjami astronomicznymi i skromniej wyposażonymi kilkunastoma punktami obserwacyjnymi. W okresie poprzedzającym pięćsetną rocznicę urodzin Mikołaja Kopernika uzyskało PTMA zrozumienie i poparcie dla swej cennej inicjatywy budowy Ludowych Obserwatoriów Astronomicznych i Planetariów. Właśnie ostatnio, w marcu br.

została ukończona w Grudziądzu jedna z tych bardzo społeczeństwu potrzebnych inwestycji kulturalno-oświatowych.

Nie jest oczywiście rzeczą możliwą, choćby tylko wzmiankować w krótkiej notatce, o wszelkich godnych uwagi osiągnięciach i zamierzeniach PTMA, czy o pracach będących aktualnie w toku, dlatego zainteresowanym polecam, jako lekturę bliżej informującą, opracowanie T. Grzesi i J. Rolewicz¹ oraz artykuł L. Zajdlera². Obie pozycje doskonale się zresztą uzupełniają.

J. Mietelski

¹ Tadeusz Grzesio, Jan Rolewicz, 50 lat społecznego-miłośniczego ruchu astronomicznego w Polsce. Rys historyczny, wyd. Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Kraków 1971.

² Ludwik Zajdler, 50 lat naszego Towarzystwa, „Urania”, r. XLIII, nr 2, s. 34–45, wyd. PTMA, Warszawa-Kraków 1972.

RECENZJE

Biologia XX wieku. Praca zbiorowa pod redakcją Stanisława Skowrona, Włodzimierza Ostrowskiego i Alicji Teichmy. Wiedza Powszechna, Warszawa 1971. Tom 1, str. 604+44 tablice, tom 2, str. 598+72 tablice, cena zł 235.—

Dzieło to oczekiwane od dawna ukazało się wreszcie na półkach księgarskich, jako niestety jeszcze jeden przykład zbyt wydłużonego cyklu wydawniczego. Notka wydawnicza informuje, że maszynopis oddano do składu w r. 1969, druk zakończono w grudniu 1971, faktycznie więc kupić można dzieło dopiero w r. 1972. Tymczasem autorzy musieli pisać swe rozdziały najpóźniej w r. 1968, opierając się na literaturze ogłoszonej drukiem najpóźniej w r. 1967.

Książka zawiera zbiór 48 artykułów obejmujących wszystkie istotne działy nauki o życiu. Autorami są wybitni polscy uczeni, toteż dzieło jest prawdziwą kopalnią cennych wiadomości, zaś autorytet naukowy autorów zapewnia zaufanie czytelników odnośnie do poziomu, wyboru i rzetelności informacji. Szkoda, że nie zamieszczono krótkich notatek informacyjnych o autorach. Istnieje tradycja pomijania tytułów autora pracy naukowej, oparta na założeniu, że tekst ma się bronić sam, a czytelnik nie powinien się sugerować dotychczasowymi osiągnięciami piszącego. Uzasadnienie to traci ważność przy publikacjach popularnonaukowych. Nie powinno się ukrywać w tym wypadku przed czytelnikiem faktów dla niego istotnych.

Podział tematu między autorów i organizacja całości stanowiły zapewne największy problem dla redaktorów. Trudności te zostały rozwiązane w sumie bardzo pomyślnie, choć nie ze wszystkim można by się zgodzić. Tak np. zagadnienia genetyki mieszczą się w czterech odrębnych artykułach, noszących nazwy: „genetyka klasyczna”, „genetyka molekularna”, „genetyka a dobór sztuczny”, i „genetyka populacji”, znajdujących się w rozmaitych częściach tomów pierwszego i drugiego. Jeśli dojdzie do drugiego wydania, trzeba by pomyśleć o bardziej zwartym omówieniu odnośnej tematyki. Mimo niewątpliwej doniosłości gospodarczej zagadnienia nie bardzo uzasadnione wydaje się poświęcenie osobnego rozdziału sztucznemu unasiennianiu zwierząt gospodarskich, gdy równocześnie wiele zagadnień z zakresu rolnictwa i medycyny omówiono tylko na marginesie innych zagadnień, np. biologiczne metody walki ze szkodnikami lub chemizację rolnictwa.

Ilustracje zamieszczone w tekście są estetyczne i czytelne, natomiast na pewno bardzo niewygodne dla czytelników jest zamieszczenie tablic na końcu tomów. Jest to oczywiście związane z trudnością wmontowania tablic drukowanych na lepszym papierze, między kart-

ki tekstu, nie jest to jednak trudność nie do pokonania. Poziom tablic jest na ogół bardzo dobry, nawet niektóre elektronogramy wypadły efektownie (np. tabl. 27, 29, 34 i 35 w tomie I), jednak niektóre fotografie były chyba niewyraźne w oryginale (np. tab. 13 i 28 w tomie 2).

Czytelnicy polscy mają obecnie do dyspozycji wiele serii wydawniczych popularnonaukowych z dziedziny biologii, można by więc może wątpić, czy obszerne wydawnictwo całościowe było potrzebne. Za celowością podjętego wysiłku przemawiają poważne argumenty. Poszukiwanie potrzebnych wiadomości w wielu drobnych wydawnictwach nie zawsze jest łatwe, są też działy biologii, o których stanie obecnym pisano bardzo niewiele. *Biologia XX wieku* dając możliwie kompletny i harmonijny przegląd wszystkich zagadnień stanie się zapewne bardzo cennym i stale używanym źródłem wiadomości. Ponadto wiele wydawnictw popularnonaukowych to tłumaczenia z języków obcych. Autor polski może lepiej dostosować treść tego co pisze do naszych lokalnych potrzeb, po drugie tłumaczenie z obcego języka oznacza dalsze opóźnienie wiadomości o parę lat, co przy obecnym tempie zmian w nauce ma bardzo duże znaczenie.

H. Szarski

H. M. Smith and R. B. Smith: **Synopsis of the herpetofauna of Mexico**. Vol. 1. Analysis of the literature on the Mexican axolotl. Eric Lundberg, Augusta, West Virginia 1971, stron 245, wykresów 6, cena \$ 10.—

Pierwsza wzmianka o aksolotlu, *Ambystoma mexicanum* (Shaw 1789), ukazała się drukiem w r. 1615. Autorem jej był Francisco Ximénez. Posłużył się on informacjami zebranymi wcześniej przez swego rodaka, F. Hernandez, który w latach 1570–1577 podróżował po Meksyku. Pokłósiem meksykańskiej wyprawy było obszerne dzieło wydane w Rzymie, jednak ze znacznym opóźnieniem, bo dopiero w r. 1648. Żywe aksolotle dotarły do Europy o wiele później. Pierwsza przesyłka, składająca się z 34 żywych zwierząt, nadeszła do Muzeum Historii Naturalnej w Paryżu w 1863 roku, druga — w trzy lata później.

Neoteniczny płaz, coż to za rarytas w owych czasach! Hodowla nie nastroczała trudności. Aksolotle mnożyły się dzielnie, toteż zaczęto je ekspediować do różnych krajów europejskich. Wkrótce popłynęły przez oceany i zadomowiły się również na stałe w laboratoriach Stanów Zjednoczonych, Australii i Nowej Ze-

landii. I tak zaczęła się kariera światowa tych zwierząt.

Najczęściej aksolotl był obiektem badań embriologicznych. Niemal równie liczne są publikacje dotyczące zjawisk regeneracji i metamorfozy. W dalszej kolejności należy wymienić badania endokrynologiczne, hodowlane, obserwacje dotyczące wpływu promieniowania na organizm aksolotli, eksperymenty polegające na przeszczepianiu tkanek, badania anatomiczne i wiele innych. W sumie, do r. 1970, uzbierało się tych prac aż 3311, przynajmniej tyle pozycji bibliograficznych zawiera anonsowana książka. Jest ona sumiennym zestawieniem światowego piśmiennictwa dotyczącego aksolotla. Powstała zbiorowym wysiłkiem wielu instytucji i osób, zarówno Amerykanów, jak i zoologów spoza tego kraju. Ukazanie się bibliografii aksolotla, pozycji cennej i chyba nie mającej precedensu w naukach zoologicznych, jest przede wszystkim zasługą herpetologicznego małżeństwa H. M. i R. B. Smith, tym niemniej, trudno sobie wyobrazić, aby mogła ona posiadać walor opracowania wyczerpującego, bez udziału dużej liczby zoologów różnych narodowości. Państwo Smith znaleźli chętnych i bezinteresownych współpracowników.

Oprócz zestawienia bibliografii dotyczącej aksolotla, stanowiącej zasadniczą i bez wątpienia najwartościowszą część książki, wartość jej wzbogacają indeksy, rzeczowy oraz współautorów cytowanych prac, monografii, podręczników i artykułów, wreszcie indeks źródeł o charakterze periodyków. Chyląc czoła przed autorami omawianej bibliografii za ogrom włożonego przez nich wysiłku w dotarcie do różnorodnych publikacji rozproszonych, jak się okazuje, w 525 periodykach oraz licznych monografiach, podręcznikach, artykułach popularnych itp., trudno jest oprzeć się przekornej satysfakcji wypływającej z różnicy zainteresowań państwa Smith i recenzenta.

Źródłem autentycznej satysfakcji jest udział zoologów polskich w dorobku naukowym objętym zakresem książki. Wertując jej kartki odruchowo zatrzymujemy się przy znanych nazwiskach: E. Godlewski, L. Kaufman, Z. Grodziński, S. Skowron, K. Sembrat, H. Szarski, F. Pautsch, M. Jordan, A. Marchlewska-Koj, K. Rzehak, H. Roguski i szereg innych. Zoolodzy różnych pokoleń i specjalności. 85 pozycji „polskich”, w tym jedna aż z r. 1822. Ta data dobrze świadczy o starej gwardii zoologów polskich, którzy mimo niełatwe czasy byli w czołówce zoologii europejskiej.

Niewiele brakowało, a byłbym pominął interesujący wstęp, w którym autorzy zawarli na 20 stronach druku zwieszę opracowanie nazewnictwa, zjawiska neotenu i metamorfozy u aksolotla oraz przeprowadzili analizę piśmiennictwa przedmiotu. Osoby interesujące się historią nauki znajdują tam cenny przyczynek obrazujący (również graficznie) stopniowe odchodzenie od badań opisowych i nagły zwrot ku badaniom eksperymentalnym, które eksplodowały gdzieś w latach dwudziestych naszego stulecia. Eksplozja badań stłumiona została dwukrotnie eksplozjami wojen światowych. Potwierdza to nawet casus aksolotla. Co więcej, ma on wszelkie cechy próbki reprezentatywnej: potwierdza znane polskiemu czytelnikowi wywoły głośniego historyka nauki D. J. de Solla Pricea. 3311 pozycji bibliograficznych wchłoniętych i przetrawionych przez komputer obrazuje m. in. zależność produkcji naukowej i polityki, lawinowy przyrost publikacji w dobie pokoju, jeden z wykresów można również interpretować jako jedną z konsekwencji II Wojny Światowej: koniec niepodzielnego panowania w nauce języka niemieckiego.

Dla herpetologów zapewne interesująca będzie wiadomość, że *Analysis of the literature of the Mexican Axolotl* jest zaledwie pierwszą jaskółką 9-tomowej serii, która przyniesie bibliografię herpetofauny Meksyku z wyłączeniem aksolotla, dwutomowe opracowanie węży tego kraju, dalsze dwa woluminy dotyczyć będą jaszczurek, następne dwa pozostałych gadów, wreszcie w ostatnich dwóch tomach czytelnicy otrzymają opracowanie płazów Meksyku.

Smakoszy zaintryguje zapewne fakt, iż państwo Smith serwują dania z aksolotli.

A. Jasiński

Jaroslav Spirhanzl-Duriš (tekst), Jan Solovjev (ilustracje). *Mały Atlas Ptaków*. PWRiL, Warszawa 1971, str. 256, ryc. 110, cena zł 80.—

Tłumaczony z czeskiego przez p. dr Marię Kaczmarek atlas ptaków jest pozycją „wyjątkową” w naszym piśmiennictwie popularnonaukowym ostatnich lat. Nie jest to niestety komplement. Książka ta bowiem zwraca uwagę rzadko spotykanym nagromadzeniem błędów rzeczowych i irytującym, staroświeckim stylem polegającym na przypisywaniu „ptakom różnych cech charakteru ludzkiego. Te wprowadzone być może dla „ożywienia” stylu antropomorfizmy, wypaczają sens biologiczny opisywanych zjawisk. Mamy więc szpaka „zegnającego swą skrzynkę lęgową”, bąka „zacieklego wroga żab”, siniaka „jest w dobrej komitywie z gołębiami domowymi”, w czasie śpiewu pokrzewka czarnobłzysta „cała drży w natchnieniu”, sowa płomykówka jest „wierna swojej ojczyźnie”, mysikrólik „opiekuje się wzorowo zajętem przez siebie rewirem i nie przepuści ani jednemu szkodliwemu owadowi”, kos to „przebiegły chytrus”, sosnówka „sumiennie oczyszcza las”, czubatka składa jaja „i natychmiast zaczyna śpiewać o swym szczęściu”, kowalik „wiosną odwiedzają się za dożywianie biegając głową w dół w poszukiwaniu szkodników”, u sroki „bystre oko zdradza ruchliwość” itd. Jest to wzorowane na XIX-wiecznym sposobie pisania o zwierzętach, który na szczęście już prawie zniknął ze współczesnego piśmiennictwa popularnonaukowego. Styl ten ma tą jeszcze właściwość, że może pomóc w ukryciu ignorancji autora, który zamiast dać poprawną interpretację różnych zjawisk biologicznych wykręca się „metaforami”.

Przy pobieżnym przeglądnięciu książki zauważyłem ok. 80 błędnych informacji. Oto przykłady bardziej rażących błędów: trzciniak jest mniejszy niż trzcinniczek (str. 21); u grzywacza wylęgają się pisklęta od razu zdolne do samodzielnego bytu (str. 78); zakrzywiony dziób puszczyka wskazuje, że jest on bliskim krewnym płomykówki (str. 86); żołądra drąży korytarz w ścianie skalnej (str. 102); krętogłów swoją zdobycz straszy sycząc i wykręcając szyję (trochę dalej wyjaśniono, że główną zdobyczą są mrówki, co wszystko razem jest dość humorystyczne); podróżniczek to „rzadko spotykany u nas ptak przelotny”, a trochę dalej: „część podróżniczków lecąc na północ zatrzymuje się u nas na lato” (str. 152); pleszka nie wiję gniazda (str. 156), dzierzba gąsiorek pięknie śpiewa (str. 164). Poza tym mamy wzmianki o nieznanych nawet ornitologom zawodowym gatunkach, jak świergotek rudawy (str. 20), pliszka polna (str. 25). Dość intrygujące są również informacje, że kos ma z wierzchu gniazdo połatanie (str. 144); kobuz pisklętami innych ptaków karmi swoje potomstwo, dlatego nie znosi obecności w najbliższym otoczeniu sąsiadów tego samego gatunku (str. 52), że wiosną najpierw rozbrzmiewa śpiew sikorek i innych, a potem dopiero „meldują się” ptaki krzyżące (?) i dzięcioły (str. 24). Oczywiście nie dysponując oryginałem, trudno orzec czy są to błędy wyłącznie autora, czy też również i tłumaczki.

Po lekturze tej książki czytelnik może sobie wyrobić opinię, że ptaki dzielą się na uczynne, pożyteczne ptaszki, które trudnią się zbieraniem szkodników, aby pomóc ludziom (tych jest większość) i „element przestępczy”, wśród którego dominują ptaki drapieżne. I to wszystko w okresie, kiedy przyrodniczy i popularyzatorzy starają się przekazać społeczeństwu wiedzę o tym, że przyroda stanowi skomplikowany układ całościowy, w którym każdy gatunek spełnia rolę jakiegoś ogniwa, i nie można mówić o pożyteczności i szkodliwości jako takiej, ale tylko o konkretnych, określonych przypadkach.

Interesujące jest, że angielskie wydanie tej książki ma zupełnie inny, poprawny tekst napisany prawdopodobnie nie przez p. Spirhanzla-Duriša.

Ryciny barwne, ta najistotniejsza część atlasu, są po prostu złe. Sylwetki ptaków w większości przypadków są pokraczne i rażą oko każdego, kto obserwuje ptaki w przyrodzie. Widać, że autor ilustracji niewiele ptaków oglądał w terenie. Pozostaje rzeczka zagadkowa, jakimi kryteriami kierowano się tłumacząc to „dzieło” na język polski. Mamy przecież *Ptaki Polski* J. Sokołowskiego z dobrymi ilustracjami W. Siwka,

a także wielu innych ornitologów i rysowników, którzy mogliby się podjąć napisania tego rodzaju publikacji. Od lat też jest utrącana sprawa wydania polskiej edycji atlasu Petersona i innych, najlepszego z istniejących kluczy polowych do oznaczania ptaków europejskich.

A. Dyrca

Antonina Leńkowska: Dzieje Ligi Ochrony Przyrody w Polsce, Warszawa 1968, cena zł 28.—

Nakładem Zakładu Zadrzewień i Zieleni Ligi Ochrony Przyrody ukazała się książka poświęcona instytucji, znanej niemal każdemu polskiemu przyrodnikowi, i jej dziejom w minionym okresie 40-lecia istnienia. Zadania napisania tej książki podjęła się dr Antonina Leńkowska, będąca jednym z najlepszych w Polsce znawców zagadnień ochrony przyrody, autorka pięknej i oryginalnie ujętej książki *Ziemia oskałpowana*. Niełatwe to było zadanie, ponieważ z czasów przedwojennych nie wiele tylko było artykułów czy wzmianek o działalności Ligi w czasopiśmie i publikacjach, a w czasie drugiej wojny światowej większość dokumentów uległa zniszczeniu. Dzięki przeprowadzonym żmudnym poszukiwaniom i starannemu wykorzystaniu zachowanych źródeł powstała wartościowa i interesująca książka obrazująca rozwój Ligi Ochrony Przyrody i jej losy w różnych środowiskach, oraz osiągnięcia będące zasługą licznych jej działaczy terenowych. Książka podzielona została na 31 rozdziałów, z których pierwszy *Ruch ochrony przyrody na ziemiach polskich przed powstaniem Ligi Ochrony Przyrody* omawia pionierskie poczynania Ludwika Zejsznera, Maksymiliana Nowickiego i Edwarda Janoty (starania o ochronę świstaka i kozicy w Tatrach), Mariana Raciborskiego, Wacława Nałkowskiego i Aleksandra Janowskiego oraz różnych instytucji, towarzystw (jak Galicyjskie Towarzystwo Ochrony Zwierząt, Polskie Towarzystwo Tatrzzańskie, Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, Polskie Towarzystwo Krajoznawcze, Warszawskie Towarzystwo Miłośników Przyrody) i wydawnictw, które w okresie zaborów rozpoczęły propagować ideę ochrony przyrody.

Obok portretów najwybitniejszych polskich działaczy na polu ochrony przyrody (Władysława Szafera,

Aleksandra Janowskiego, Jana Gwalberta Pawlikowskiego, Stanisława Małkowskiego, Adama Wodzieckiego, Bolesława Hryniewieckiego, Walerego Goetla i in.) zamieszczone zostały różne fotografie okolicznościowe oraz reprodukcje odezw, ulotek, plakatów i innych materiałów dotyczących działalności Ligi i jej oddziałów.

Wdzięczność należy się autorce za jej niemały trud, który dał w rezultacie obraz dziejów Ligi Ochrony Przyrody w Polsce wydobywając z zapomnienia wielu jej nieustraszonych działaczy. Szata edytorska omawianej książki bardzo staranna.

K. M.

Kosmos — Seria A. Biologia

Zeszyt 2 (115) zawiera artykuły H. Krzanowskiej *Zapłodnienie u ssaków*, J. Kozłowskiego *Wędrowki ptaków jako wymik działania doboru naturalnego*, K. Starmacha *Samoczyszczanie się rzek jako problem biologiczny*, E. Turlejskiej-Stelmasiak *Ośrodkowe mechanizmy termoregulacji u zwierząt stałocieplnych*, B. Czaplińskiego *Osiągnięcia w 25-leciu PRL i perspektywy parazytologii polskiej*, J. Mowszowicza *Zagadnienia fitochorologii*, oraz w dziale *Dyskusja i krytyka A. Lewandowskiego Czy rezerwaty aktywne?*

Liczne recenzje oraz sprawozdania z serii prac Wydziału Nauk Biologicznych w latach 1969 - 1971 stanowią uzupełnienie omawianego zeszytu.

Z. M.

Chrońmy Przyrodę Ojczystą

Zeszyt 6/1971 (listopad-grudzień) zawiera artykuły T. Szczęsnego *Ochrona krajobrazu potrzebą społeczną*, A. W. Sokołowskiego *Godne ochrony fragmenty Puszczy Rominckiej*, Z. Denisiuka i Z. Głowacińskiego *Ostoje bobrów w Polsce oraz niektóre aspekty ich ochrony*, ponadto drobniejsze artykuły w działach: *Korespondencje*, *Wiadomości bieżące*, *Z działalności Ligi Ochrony Przyrody*, *Ochrona Przyrody za granicą*.

Z. M.

KSIĄŻKI NADEŚLANE

Państwowe Wydawnictwo Naukowe

- C. H. Andrewes: **Historia naturalna wirusów**, z ang. tłum. M. Korbecki, Warszawa 1971, s. 299, cena zł 35.—
 W. G. Chodakow: **Śniegi i lody Ziemi**, z ros. tłum. J. Krystek, Warszawa 1971, s. 204, cena zł 25.—
 Robert P. Levine: **Zarys genetyki**, z ang. tłum. F. Olbrychtowa, Warszawa 1971, s. 233, cena zł 25.—
 E. I. Paranow: **Na skrzyżowaniu nieskończoności**, z ang. tłum. J. Kielbasiński i B. Kuchowicz, Warszawa 1971, s. 660, cena zł 58.—
 Bohdan Rodkiewicz: **Zarys genetyki**, Warszawa 1971, s. 306, cena zł 40.—
 K. I. Szczolkin: **Fizyka mikroświata**, z ros. tłum. J. Rondio i M. Siemiński, Warszawa 1971, s. 303, cena zł 38.—
 Wojciech Walczak: **Rzeźbiarze powierzchni Ziemi**, Warszawa 1971, s. 263, cena zł 36.—

Państwowe Wydawnictwo Wiedza Powszechna

- Jean Dorst: **Zanim zginie przyroda**, z franc. tłum. Z. Sikora, Warszawa 1971, s. 460, cena zł 50.—

- Vitus B. Dröschner: **Świat zmysłów**, z niem. tłum. B. Witkowska, Warszawa 1971, s. 323, cena zł 35.—
 Adam B. Empacher, Zbigniew Sęp, Anna Żakowska, Wojciech Żakowski: **Mały słownik matematyczny**, Warszawa 1970, s. 344, cena zł 35.—
 Jerzy Jateczak: **Neutrino kosmiczne**, Warszawa 1971, s. 126, cena zł 10.—
 Włodzimierz Laprus: **Współczesna koncepcja przestrzeni i czasu**, Warszawa 1970, s. 187, cena zł 15.—
 Stefan Mackiewicz: **Molekularne podstawy odporności**, Warszawa 1970, s. 143, cena zł 10.—
 Ernst Bäumlner: **Na tropach raka**, z niem. tłum. J. Koziorowski, Warszawa 1971, s. 311, cena zł 25.—
 Georg Klaus, Heinz Liebscher: **Co to jest cybernetyka**, z niem. tłum. H. Sejneński, Warszawa 1971, s. 127, cena zł 10.—
 Stanisław Leszczycki, Mieczysław Fleszar: **Australia, Oceanie, Antarktyda**, Warszawa 1971, s. 237, cena zł 35.—
 Tadeusz Pióro: **Broń jądrowa (Geneza — działanie — skutki)**, Warszawa 1971, s. 187, cena zł 15.—
 Janusz Thor: **Kosmonautyka wczoraj i dziś**, Warszawa 1971, s. 151, cena zł 10.—

Olimpiada biologiczna

Pierwsze posiedzenie członków Komitetu Głównego Olimpiady Biologicznej, powołanych przez Ministerstwo Oświaty i Szkolnictwa Wyższego, odbyło się 13. IX. 1971 r.

Posiedzeniu przewodniczył Prezes Zarządu Głównego Pol. T-wa Przyrodników im. M. Kopernika prof. dr Kazimierz Maślankiewicz. Na tym posiedzeniu nastąpiło ukonstytuowanie się Komitetu Głównego, ustalenie spraw organizacyjnych i finansowych oraz tematyki I Olimpiady.

Przewodniczącym Komitetu Głównego wybrano prof. dr Włodzimierza Michajłowa — sekretarza Wydziału II. Nauk Biologicznych PAN, zastępcą przewodniczącego został doc. Jan Wąsowicz, kierownikiem organizacyjnym mgr Janina Zdebska, sekretarzem dr Andrzej Fagasiński. Do Prezydium Komitetu powołano dr Danutę Cichy — przedstawiciela Ministerstwa Oświaty i Szkolnictwa Wyższego i mgr inż. Wiesława Janiszewskiego — Przewodniczącego Zarządu Głównego LOP.

Pozostali członkowie utworzyli komisję organizacyjną i programową. Na tym posiedzeniu ustalono również zasady organizacji Okręgowych Komitetów Olimpiady oraz wytyczne do tematyki trzech stopni zawodów olimpiady.

W skład Komitetu Głównego poza wymienionymi już członkami w Prezydium wchodzi: mgr inż. Jan Dziedzic — wiceprzewodniczący Zarządu Głównego LOP, prof. dr Tadeusz Gorczyński i prof. dr Władysław Herman — przedstawiciele Zarządu Głównego Pol. T-wa Przyrodników im. M. Kopernika, mgr Maria Kołatko, mgr Maria Niemierko, mgr inż. Anna Spiechowicz — przedstawiciele nauczycielstwa, prof. dr Henryk Sandner — Zakład Ekologii PAN i doc. dr Wiesław Stawiński — kierownik Zakładu Dydaktyki Biologii WSP Kraków.

Okręgowe Komitety Olimpiady powołano w Białymstoku, Bydgoszczy, Gdańsku, Katowicach, Krakowie, Lublinie, Łodzi, Olsztynie, Poznaniu, Szczecinie, Warszawie i Wrocławiu.

Do Olimpiady (z 410 szkół licealnych, około 45% szkół) zgłosiło się 2081 uczniów, w eliminacjach szkolnych do II stopnia zakwalifikowało się 1141 uczestników. Do zawodów III stopnia Komisje Okręgowe po eliminacjach wojewódzkich zakwalifikowały 135 uczestników. Z Białegostoku — 1 uczestnik, z Bydgoszczy — 12, z Gdańska — 6, z Katowic — 4, z Krakowa — 12, z Lublina — 15, z Łodzi — 14, z Olsztyna — 4, z Poznania — 29, z Szczecina — 4, z Warszawy — 21, z Wrocławia — 13. (Komitety Okręgowe zorganizowane zostały w miejscach, gdzie istnieją Oddziały Pol. T-wa Przyrodników, dlatego też połączono Rzeszów z Krakowem, Lublin z Kielcami, Poznań z Zieloną Górą, Wrocław z Opolem.)

Tematyka zawodów I Olimpiady Biologicznej obejmowała dla:

I stopnia — samodzielne obserwacje nad biologią dowolnie wybranego zwierzęcia bezkręgowego i znajomość gatunków zwierząt bezkręgowych chronionych w Polsce.

II stopnia — morfologia i anatomia rośliny okrytozalążkowej i podstawowe problemy współcześnie pojętej ochrony przyrody.

III stopnia — tematyka jest związana z zagadnieniami ekologicznymi i biogeograficznymi. Tematykę ustalono zgodnie z obowiązującym programem nauczania nauk biologicznych.

Zawody pierwszego stopnia odbyły się na terenie szkół w dniach 26—30. XI. 1971., II stopnia w siedzibach Komitetów Okręgowych w dniach 25—31. I. 1972., III stopnia eliminacje ogólnopolskie w Warszawie w dniach 8—10. IV. 1972.

Olimpiada Biologiczna poza wielkim zainteresowaniem szerokiego kół młodzieży spowodowała aktywny udział w pracach organizacyjnych i programowych wielu pracowników naukowych i dydaktycznych. Pracownicy 8 Uniwersytetów, 4 WSR, 2 WSN, 1 WSWP, 1 Akademii Med., Instytutu Med. Morskiej, wszystkich Ośrodków Metodycznych, Kuratoriów, LOP, członkowie Pol. T-wa Przyrodników — to czynni członkowie Komitetu Głównego i Komitetów Okręgowych.

J. W.

Errata

W nr 5/72 czasopisma „Wszechświat” podpis na planszy Ia powinien brzmieć: CIETRZEW TOKUJĄCY. Czytelników, którzy otrzymali zeszyt z błędnym podpisem, prosimy uprzejmie o poprawienie. Za powstały w druku błąd przeprasza Drukarnia UJ.

WSZECHŚWIAT

Redaktor Naczelny: Kazimierz Maślankiewicz, Komitet Redakcyjny: Franciszek Górski,

Halina Krzanowska (z-ca nac. red.), Kazimierz Maroń (sekretarz redakcji)

Adres redakcji: Kraków, ul. Podwałe 1, parter, tel. 229-24

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE—ODDZIAŁ W KRAKOWIE, ul. SMOLEŃSK 14
Nakład 4497+133 egz. Format A4, ark. wyd. 4,5, druk. 3 $\frac{1}{2}$ +2 wkł., papier druk. sat. 61×86,65 g kl. V i papier kred. 90 g
Cena zł 6.— Otrzymano do składania w kwietniu 1972. Podpisano do druku w czerwcu 1972. Zamówienie 311/72
O-13. Druk ukończono w czerwcu 1972 DRUKARNIA UNIwersytetu Jagiellońskiego, KRAKÓW ul. CZAPSKICH 4

**ADRESY I KONTA BANKOWE ODDZIAŁÓW POL. TOW. PRZYRODNIKÓW
IM. KOPERNIKA**

Białystok, ul. Kilińskiego 1
 Bydgoszcz, Pl. Weysenhoffa 11, Państwowy Instytut Nauk Gospodarstwa Wiejskiego
PKO O/Bydgoszcz nr 6-9-370
 Gdańsk-Wrzeszcz, ul. Hibnera 1c Instytut Medycyny Morskiej **PKO O/Gdańsk
nr 52-9-54377**
 Katowice 2, Skryt. poczt. 489, **PKO I O/M Katowice nr 3-9-337**
 Kraków, ul. Podwale 1 **PKO O/Kraków nr 4-9-5623**
 Lublin, ul. Akademicka 15, pok. 312 Inst. Przym. Podst. Prod. Rośl. **PKO I O/M
Lublin nr 2-9-6518**
 Łódź, Park Sienkiewicza **PKO O/Łódź nr 7-9-1021**
 Olsztyn-Kortowo, Wyższa Szkoła Rolnicza, Zakład Chemii Ogólnej, blok 39 **PKO
IO/M Olsztyn nr 13-9-498**
 Poznań ul. Zwierzyniecka 19, Miejski Ogród Zoologiczny **PKO O/Poznań nr 5-9-21689**
 Puławy, Osada Pałacowa **PKO O/Puławy 9-Lb 1210337**
 Słupsk, ul. Arciszewskiego 22 b, Dziekanat Wydz. Mat.-Przym. WSN
 Szczecin, ul. Słowackiego 17, Inst. Biologii Roślin (Botanika) **PKO I O/M Szczecin
nr 10-9-644**
 Toruń, ul. Sienkiewicza 30/32 **PKO O/M Toruń nr 24-9-140**
 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki, piętro 19, pok. 1916 **PKO I O/M Warszawa
nr 1-9-120670**
 Wrocław, ul. Cybulskiego 30, I. p. **PKO I O/M Wrocław nr 8-9-663**

ZAWIADOMIENIE

Redakcja posiada niżej wyszczególnione numery czasopisma „Wszechświat” do sprzedaży.

rok 1945	nr nr 3	po 0.72	za egzemplarz
„ 1946	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6,	po 0.72 za egzemplarz (komplet)
„ 1947	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	po 0.72 za egzemplarz (komplet)
„ 1948	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	po 0.72 za egzemplarz (komplet)
„ 1949	„ „	5, 7, 8, 9, 10	po 0.72 za egzemplarz
„ 1950	„ „	6	po 0.72 za egzemplarz
„ 1951	„ „	1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10	po 0.72 za egzemplarz
„ 1952	„ „	3-6 7-10 (łączone po 4 egz.)	po 4.80 za egzemplarz
„ 1954	„ „	9-10 (łączone po 2 egz.)	po 8.— za egzemplarz
„ 1955	„ „	3, 4, 5, 6, 7, 12	po 4.— za egzemplarz
„ „	„ „	8-9, 10-11 (łączone po 8.—	za egzemplarz
„ 1956	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	po 4.— za egzemplarz
„ „	„ „	11-12 (łączony)	po 8.— za egzemplarz (komplet)
„ 1957	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12	po 6.— za egzemplarz
„ „	„ „	8-9 (łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
„ 1958	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.— za egzemplarz
„ „	„ „	7-8 (łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
„ 1959	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12	po 6.— za egzemplarz
„ „	„ „	7-8 (łączony)	po 12.— za egzemplarz
„ 1960	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	po 6.— za egzemplarz (komplet)
„ 1961	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.— za egzemplarz
„ „	„ „	7-8 (łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
„ 1962	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.— (komplet)
„ „	„ „	7-8 (łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
„ 1963	„ „	2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.— za egzemplarz
„ „	„ „	7-8 (łączony)	po 12.— za egzemplarz
„ 1964	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.— za egzemplarz
„ „	„ „	7-8 (łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
„ 1965	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.— za egzemplarz
„ „	„ „	7-8 (łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
„ 1966	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.— za egzemplarz
„ „	„ „	7-8 (łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
„ 1967	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.— za egzemplarz
„ „	„ „	7-8 (łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
„ 1968	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.— za egzemplarz
„ „	„ „	7-8 (łączony)	po 12.— za egzemplarz
„ 1969	„ „	5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.— za egzemplarz
„ „	„ „	7-8 (łączony)	po 12.— za egzemplarz
„ 1970	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.— za egzemplarz
„ „	„ „	7-8 (łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
„ 1971	„ „	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.— za egzemplarz
„ „	„ „	7-8 (łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
„ 1972	„ „	1, 2, 3, 4, 5	po 6.— za egzemplarz

Cena zł 6.—

WARUNKI PRENUMERATY
MIESIĘCZNIKA

WSZECHŚWIAT

Prenumeratę na kraj przyjmują urzędy pocztowe, listonosze oraz Oddziały i delegatury „Ruch”.

Można również dokonywać wpłat na konto PKO, nr 4-6-777 Przedsiębiorstwo Upowszechniania Prasy i Książki „Ruch” w Krakowie Al. Pokoju 5.

Prenumeraty przyjmowane są do 10 dnia miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty.

Cena prenumeraty:

kwartalnie	zł 18.—
półrocznie	zł 36.—
rocznie	zł 72.—

Prenumeratę na zagranicę, która jest o 40% droższa — przyjmuje Biuro Kolportażu Wydawnictw Zagranicznych „Ruch” Warszawa, ul. Wronia 23, tel. 20-46-88, konto PKO, nr 1-6-100024.

Egzemplarze numerów zdezaktualizowanych można nabywać w Przedsiębiorstwie Upowszechniania Prasy i Książki „Ruch” w Krakowie, Al. Pokoju 5, konto PKO, nr 4-6-777.

Bieżące numery można nabyć lub zamówić w księgarniach „Domu Książki” oraz w Ośrodku Rozpowszechniania Wydawnictw Naukowych Polskiej Akademii Nauk — Wzorcownia Wydawnictw Naukowych PAN — Ossolineum — PWN, Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter).

ADRES REDAKCJI: Redakcja czasopisma WSZECHŚWIAT, Kraków 4, ul. Podwale 1. Tel. 229-24, nr konta PKO Kraków 4-9-1876.

ADRES WYDAWNICTWA: Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Oddział Kraków, ul. Smoleńsk 14, 596-76, 267-85.