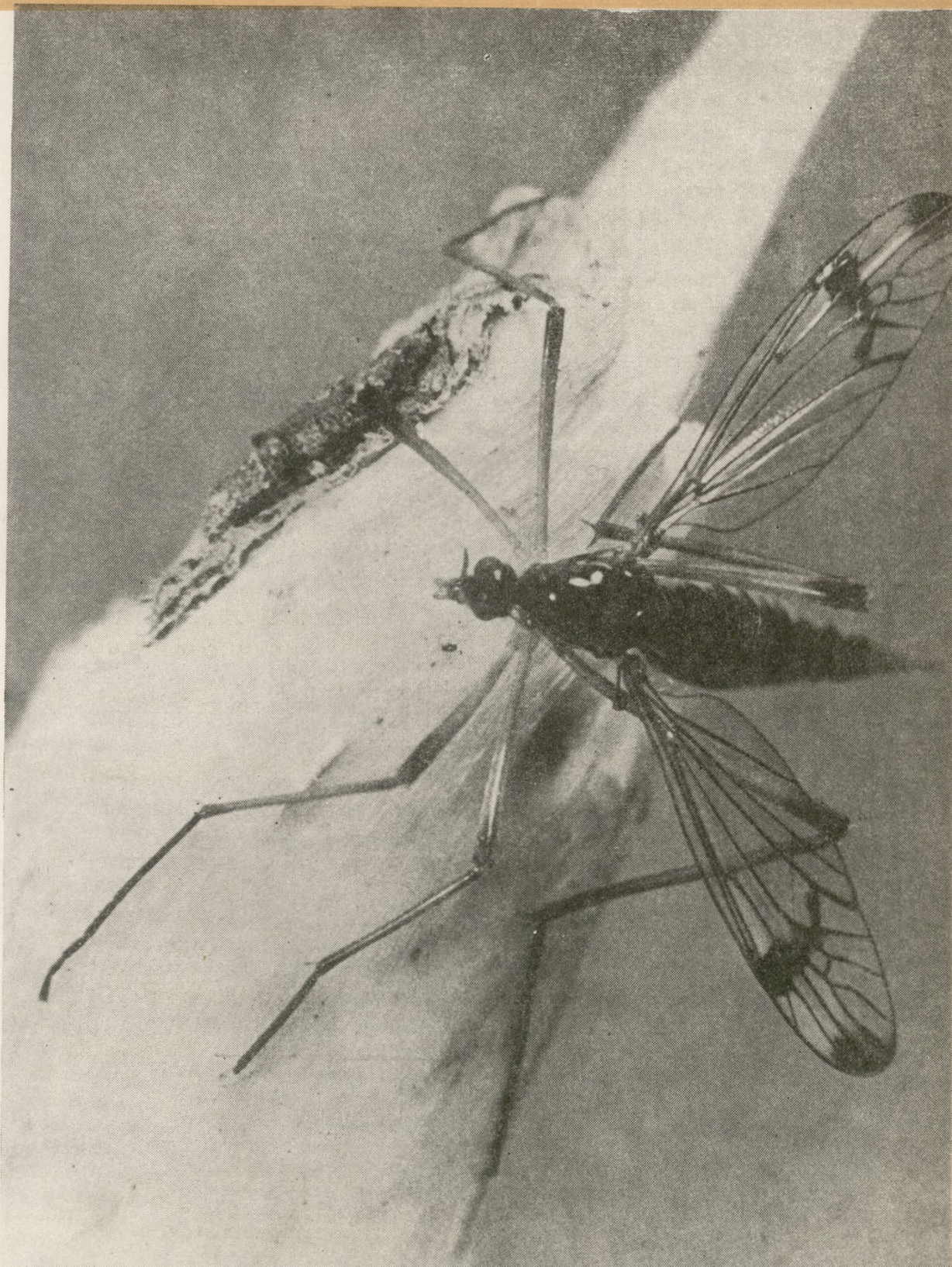


WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

TOM 83 NR 10—11

LISTOPAD 1982



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

Wydane z pomocą finansową Polskiej Akademii Nauk

TREŚĆ ZESZYTU 10—11 (2226—2227)

Zuchiewicz W., Geneza przełomu Dunajca przez Pieniny	169
Strojny W., Spływ łodziami flisackimi przełomem Dunajca w Pieninach	173
Veřulani J., Czy nowotwory wywołane są nieprawidłową fosforylacją białek	177
Wierzbicki A., Saga o gołębiu wędrownym	180
Sołtys Z., Biologia szyszynki ssaków	183
Szczypek T., Wach J., Współczesne procesy soliflukcyjne w rejonie Zato- tuki Gås (Południowy Spitsbergen)	186
Boksa J., Nagroda Nobla w dziedzinie chemii za 1981 r.	189
Śmiałowski A., Hubel i Wiesel — laureaci Nagrody Nobla za badania nad układem wzrokowym	192
Przegląd nauk neurobiologicznych	
Odrodzenie elektrofizjologii neuronu (Oprac. J. G. V.)	193
Jak zmusza się potas do płynięcia pod górę (Oprac. J. G. V.)	194
Drobiazgi przyrodnicze	
Ichtiotest (W. Byczkowska-Smyk)	195
„Zabawy z grzechotnikami” (A. Wierzbicki)	196
Wszechświat przed 100 laty	197
Recenzje	
Ch. Parma: Jaskinie (A. Rösler)	198
Wierchy (J. S. Dąbrowski)	198
T. Phelps: Poisonous Snakes (P. Sura)	199
M. V. Gorlenko, M. A. Bondarceva, L. V. Garibova, I. I. Sidorova, T. P. Sizova: Griby SSSR (M. Z. Szczepka) . . .	199

Spis plansz

- I. PIENINY. Przełom Dunajca. Fot. W. Strojny
- II. ZACHODNIA CZĘŚĆ PIENIŃSKIEGO PASA SKAŁKOWEGO; wieś Nowa
 Biała. Fot. W. Strojny
- III. KOŁOSZ WIELOBARWNY *Araneus ceropegius* Walck. Fot. W. Strojny
- IV. ŻERUJĄCE GOŁĘBIE WĘDROWNE

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

TOM 83
(ROK 101)

LISTOPAD 1982

ZESZYT 10—11
(2226—2227)

WITOLD ZUCHIEWICZ (Kraków)

GENEZA PRZEŁOMU DUNAJCA PRZEZ PIENINY

Poglądy na genezę i wiek przełomu Dunajca przez Pieniny ulegały licznym zmianom, w miarę rozwoju badań geologicznych w pienińskim pasie skałkowym i Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej.

Pieniński pas skałkowy oddziela wielkie jednostki strukturalne Karpat: Karpaty Wewnętrzne, na południe od pasa oraz Karpaty Zewnętrzne (fliszowe), na północ od pasa. Budują go utwory jurajskie, kredowe i wyjątkowo — triasowe, sfałdowane w najwyższej kredzie oraz na granicy kredy i paleogenu oraz utwory paleogeńskiej osłony, która uległa silnemu sfałdowaniu wraz ze starszymi elementami na granicy paleogenu i neogenu.

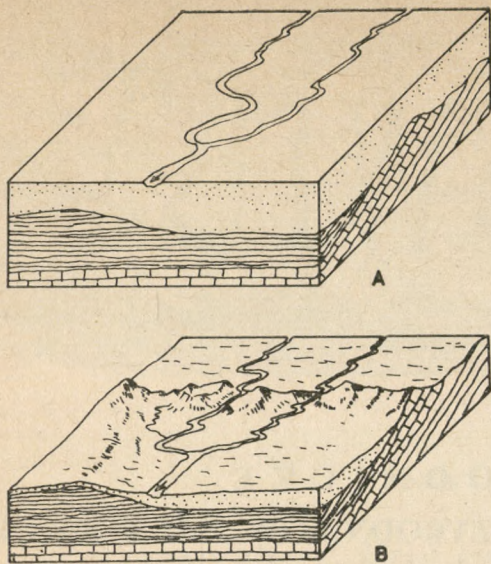
Utwory paleogeńskie obrzeżające pas skałkowy od północy należą do płaszczowiny magurskiej, wchodzącej w obręb Karpat. Zewnętrznych (fliszowych), natomiast słabo sfałdowane utwory paleogeńskiego fliszu podhalańskiego, obrzeżające pas od południa, stanowią osłonę osadową płaszczowin tatrzańskich i należą do Karpat Wewnętrznych.

Bogata historia geologiczna pienińskiego pasa skałkowego, a zwłaszcza kilkakrotne fałdowania, wpłynęła na skomplikowany styl budowy tektonicznej tej jednostki. Wyraża się on obecnością wielkiej ilości łusek, brył, porwań i fałdów o zróżnicowanej rozciągłości.

Urozmaiconą rzeźbę pasa skałkowego polega na tym, że wierzchołki, strome stoki i ostre grzbiety górskie wykształciły się w obrębie szczególnie odpornych skał jurajskich i dolnokredowych, natomiast obniżenia i dna dolinne zostały założone na mniej odpornych skałach wieku górnokredowego i paleogeńskiego.

Na zachód od Falsztyna pieniński pas skałkowy zanurza się stopniowo pod młode osady, wypełniające zapadlisko tektoniczne Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. Są to neogeńskie utwory piaszczysto-ilasto-mułkowe, często z wkładkami węgla brunatnego, o miąższości sięgającej do 900 m w Kotlinie Orawskiej i około 300—400 m w Kotlinie Nowotarskiej. W stropowej partii tych utworów w Kotlinie Orawskiej pojawia się przeszło 200 m miąższości seria osadów żwirowo-piaszczystych stożka Domańskiego Wierchu, wieku plioceńsko-dolnoczwartorzędowego.

Pod względem ukształtowania powierzchni, pieniński pas skałkowy na interesującym nas obszarze obejmuje Pieniny Spiskie (Wał Braniśka — Hombarku) oraz Pieniny Właściwe. Pieniny Spiskie tworzą wąski, słabo rozczłonkowany grzbiet górski, o stromych stokach i wysokościach względnych do 200 m. Dolina Dunajca oddziela go od Pienin właściwych. Jest to tzw. mały przełom Dunajca, zwany też przeło-



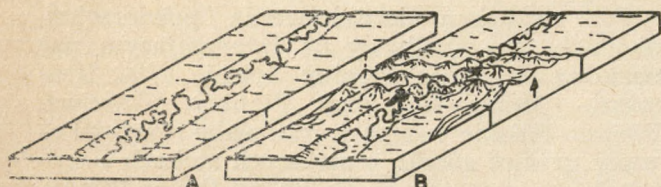
Ryc. 1. Powstanie przełomów epigenetycznych według Książkiewicza

mem niedzickim lub Kapuśnicy (między zamkiem czorsztyńskim a niedzickim). Dalej ku wschodowi rozciąga się masyw Pienin, o szerokości do 4 km, silnie rozczłonkowany dolinami potoków uchodzących do Dunajca i Krośnicy. Obok łagodnych, zaokrąglonych garbów występują tu skaliste wierzchołki, wąskie doliny i strome grzbiety. Pieniny właściwe, między Sromowcami Niżnymi a Sokolicą, rozcina Pieniński Przełom Dunajca — jedyny swego rodzaju w Europie głęboki, stromościenny jar o ścianach skalnych, sięgających 300—500 m wysokości.

Przy odległości w linii prostej 2,5 km Dunajec tworzy w przełomie 7 ostrych zakrętów (wcięte meandry) i ma 9 km długości. Rzeką płynie korytem skalnym, nie przysypanym rumowiskiem. O intensywnej erozji wgłębnej świadczą progi skalne, grupujące się w przełomie w 14 stref poprzecznych do biegu rzeki oraz liczne kotły eworsyjne (przegłębienia) na zakolach meandrowych, osięgające 6—8 m głębokości.

W wieku XIX dominował pogląd, zapoczątkowany przez Staszica, że przełom pieniński jest przełomem przelewowym, utworzonym w plejstocenie lub holocenie, w wyniku przelania się wód polodowcowych z Kotliny Nowotarskiej w Kotlinę Krościenka. Zapałowicz (1913) sądził, że lodowce tatrzańskie sięgały aż po Nowy Targ, a „stary lodowiec tatrzański przeciskał się przez Pieniny”, pozostawiając ślady materiału morenowego na wysokości około 800 m n.p.m.

Odmienny pogląd wysunął Zuber (1914), przypisując powstanie przełomu erozji rzecznej



Ryc. 2. Powstanie przełomu antecedentnego według Książkiewicza

i procesom krasowym, działającym w plejstocenie.

Pod wpływem wyników badań geologa wiedeńskiego Uhliga, Limanowski (1904) i Nałkowski (1904) uznali przełom za epigenetyczny (por. ryc. 1). Pogląd ten zakładał, iż skałki wapienne, w których dzisiaj wycięty jest przełom pieniński, były niegdyś przykryte przez mało odporne utwory osłony kredowo-paleogeńskiej, po których płynął swobodnie meandrujący Dunajec. Wskutek powolnej erozji wgłębnej rzeka wcięła się w utwory podłoża, nie zmieniając swego pierwotnego biegu. Dzięki temu, Dunajec płynie dzisiaj w głębokiej dolinie o przebiegu meandrowym. Podobne sugestie zawierała praca Romera (1905). Uważał on, iż pierwotnie Dunajec płynął w poziomie Pienin po Podhalu. Gdy Podhale uległo tektonicznemu obniżeniu, Dunajec „wrzynał się w Pieniny i przebił najpierw miękkie łupki, a potem wapienie skaliste”.

Wielu zwolenników zyskała teoria antecedenencji przełomu (Sawicki 1909, Pawłowski 1915, Klimaszewski 1934, 1937).

Przełom antecedentny powstaje przy współudziale ruchów górotwórczych. Gdy na drodze rzeki w poprzek jej biegu zaczyna piętrzyć się wał górski (wzniesienie), rzeka reaguje rozmaicie. Jeśli wypiętrzenie postępuje szybko, rzeka bywa zmuszona do zmiany swego kierunku, względnie zostaje podparta i przed wypiętrzeniem tworzy się jezioro. Jeżeli wypiętrzenie jest na tyle powolne, iż rzeka nadąża z pogłębianiem koryta i doliny, powstaje przełom antecedentny (por. ryc. 2). Przełomy antecedentne bywają często bardzo kręte. Krętość ta jest najczęściej wymuszana przez budowę geologiczną (zróznicowana odporność skał podłoża). Zazwyczaj wypiętrzenie jakiegoś obszaru nie postępuje jednostajnie, zmienia się jego tempo i nasilenie. Zmienność ta zaznacza się na zboczach przełomu powstawaniem poziomów zrównania i teras rzecznych.

W ujęciu Sawickiego (1909), w efekcie długotrwałych procesów niszczących w miocenie, wykształciły się w omawianej przez nas części Karpat dwa poziomy zrównania: górski (starszy) i pogórski (młodszy). Dunajec miał pierwotnie płynąć w poziomie górskim, od Tatr ku północy. Rzeką miała przebieg swobodny, tworząc liczne zakola. Wypiętrzenie poziomu górskiego o 600 m przez ruchy tektoniczne miało spowodować wcięcie erozyjne całego systemu rzeczno-geologicznego pra-Dunajca. W wyniku powolnej erozji dennej, uwarunkowanej dużą twardością skał, rzeka miała czas na wytworzenie rzeźby o cechach dojrzałości (krajobraz pagórkowaty). Ślady tej rzeźby miały zachować się w Pieninach. Następnie zaznaczyło się kolejne, słabsze już dźwignięcie tektoniczne, o około 200 m, powodując ostateczne wcięcie się meandrów do dzisiejszego poziomu. A zatem, przełom pieniński powstał w wyniku powolnego wcinania się Dunajca w podnoszoną przez ruchy tektoniczne strukturę pienińskiego pasa skalnego. Jest to więc przełom antecedentny. Proces formowania przełomu miał się dokonać w pliocenie.

Niektórzy autorzy podkreślali tektoniczne

uwarunkowania powstania przełomu. Pogląd ten wypowiedział jeszcze w 1895 roku Rehman, a rozwinął w latach 50. naszego stulecia Birkenmajer, określając przełom jako anteceden-tno-strukturalny. Autor ów zwrócił uwagę na fakt, że przełom pieniński leży w obrębie maksymalnej depresji pasa skałkowego, natomiast przełom niedzicki założony został na osi wielkiej poprzecznej depresji Niedzicy-Wzaru. Sugerował również, że elewacje i depresje zaznaczały się z pewnością w pierwotnej rzeźbie Pienin wpływając, obok różnic w odporności skał i wielkopromiennych spaczni oraz wypiętrzeń górotworu w neogenie, na powstanie przełomu. Miało to nastąpić u schyłku pliocenu.

Na początku lat 60. wylansowano koncepcję przełomu strukturalnego, wykorzystującego strefy złużnień na liniach uskoków oraz strefy skał o mniejszej odporności, powstałego przed środkowym pliocenem (Klimaszewski 1961) lub w środkowym pliocenie (Klimaszewski 1965, 1972).

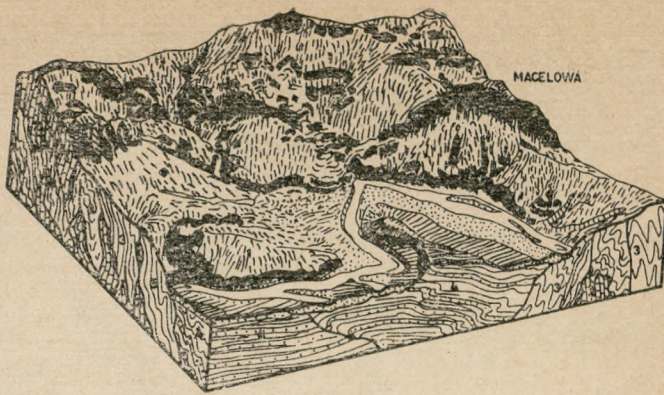
W opublikowanym w 1979 *Przewodniku po Pienińskim Pasiu Skałkowym* Birkenmajer określa początek tworzenia się przełomu na górny miocen i dolny pliocen. W owym czasie Kotlina Nowotarska miała być odwadniana w kierunku wschodnim, poprzez system Białki i Białego Dunajca, uchodzące do Popradu. Natomiast północne stoki Pienin były odwadniane przez system tzw. Dunajca sądeckiego, ku północy. W wyniku silnego wcinania się rzeki w dźwigający się w omawianym czasie obszar Pienin i Małych Pienin, Dunajec sądecki przechwycił (skaptował) system rzeczny Białki—Białego Dunajca. Pogłębianie meandrów następowało w ciągu górnego pliocenu i całego plejstocenu. W związku z powyższym, przełom pieniński Dunajca należałoby uznać za przełom erozji wstecznej, czyli regresyjny.

Którą z omawianych koncepcji można uznać za słuszną? Aby odpowiedzieć na to pytanie powinniśmy prześledzić historię geologiczną obszaru pienińskiego, począwszy od schyłku miocenu.

W późnym miocenie i wczesnym pliocenie pieniński pas skałkowy tworzył garb, rozcinały poprzecznie przez niewielkie potoki. W pliocenie miały miejsce ruchy obniżające Kotlinę Orawsko-Nowotarską. Strefa najsilniejszego obniżania biegła w rejonie przyskałkowym. W tym samym czasie Pogórze Gubałowskie i Podtatrze ulegały słabemu podnoszeniu.

We wczesnym pliocenie, w wyniku bocznej erozji rzek, tworzy się na Podhalu i w Gorcach śródgórska powierzchnia zrównania, której ślady napotykamy obecnie na spłaszczonych grzbietach Pasm Lubania i Radziejowej. Jednocześnie, w obniżeniach i rozlewiskach pra-Dunajca osadzają się utwory ilasto-mułkowe, zazębiające się z osadami przynoszonymi przez powierzchniowe ruchy masowe i potoki z południowych stoków ówczesnych Gorców (Mizerna, Grywałd, Potoczki).

W środkowej części pliocenu ruchy tektoniczne prowadzą do wypiętrzenia pasm Lubania—Radziejowej oraz obniżenia części dorzecza



Ryc. 3. Blokdiagram doliny Dunajca pomiędzy Sromowcami Średnimi a Macelową według Marcinkiewicza. Dobrze widoczny skomplikowany styl budowy tektonicznej pienińskiego pasa skałkowego: 1 — wapień, margle i iły środkowej i górnej jury, 2 — wapień skaliste, margle i piaskowce jury i dolnej kredy, 3 — margle i piaskowce kredy środkowej, 4 — piaskowce i łupki dolnego trzeciorzędu.

Krośnicy, powodując przemieszczenie w dół stoku zdeponowanych wcześniej osadów piaszczysto-mułkowych. Ruchy podnoszące pasmo Lubania wywołują również gwałtowną sedymentację osadów żwirowo-piaszczystych stożków napływowych potoków uchodzących do Dunajca. Poziom śródgórski ulega wówczas silnemu rozcięciu przez rzeki oraz skośnemu podniesieniu, uzyskując w przypadku pasma Lubania pochylenie ku południowi.

W późnym pliocenie w rzeźbie pienińskiego pasa skałkowego zaznaczają się już szerokie doliny o łagodnych zboczach i zrównane wierzchowiny, kontrastujące z wąskimi odcinkami dolin przełomowych. W wyniku intensywnej erozji rzecznej tworzy się pogórska powierzchnia zrównania, zaznaczająca się obecnie w postaci szeregu spłaszczeń, ścinających skały o różnej odporności.

Schyłek pliocenu charakteryzuje się wzmożoną aktywnością tektoniczną. Następuje ponowne wypiętrzenie pasm Lubania—Radziejowej oraz Pienin. Powoduje to rozcięcie erozyjne poziomu pogórskiego do głębokości około 100 m.

Sumaryczną wartość ruchów wypiętrzających w neogenie (w stosunku do obecnego poziomu koryta Dunajca) można oszacować na około 200—600 m w przypadku pasma Lubania (600 m w osiowej części pasma, 200 m — na jego południowym obrzeżeniu) i około 350 m w Pieninach. Ruchom tym towarzyszyło obniżanie dna Kotliny Orawsko-Nowotarskiej, od 1600 m w części zachodniej do 900 m w części wschodniej.

We wczesnym czwartorzędzie wody potoków tatrzańskich płynące do Wagu zostały przechwycone przez Białą Dunajec, a Biała Woda, płynąca przez Brzegi-Kacwin, została skaptowana przez Białkę. Zmiany sieci hydrograficznej wiązały się ze wzmożoną aktywnością tektoniczną Podhala i Pienin.

Na początku plejstocenu panował klimat chłodny i dość suchy. Rzeki płynęły na poziomie wznoszącym się 80—150 m ponad dnami dolin współczesnych. Poziom ten nazywano nie-



Ryc. 4. Szkic geomorfologiczny przełomu Dunajca przez Pieniny według badań autora: Fragmenty powierzchni zrównania: 1 — śródgórskiej, 2 — pogórskiej, 3 — poziomu przydolinnej. Grzbiety: 4 — granice, 5 — wąskie skaliste, 6 — wąskie zaokrąglone, 7 — szerokie zaokrąglone. Wierzchołki: 8 — kopiane (duże, małe), 9 — kopulaste (duże, małe), 10 — ostre, skaliste (turnie), 11 — stożkowe (duże, małe); 12 — przełęcze, 13 — grzbiety twarde, zbudowane z wapieni, 14 — ściany skalne, 15 — mury skalne i zamczyska skalne, 16 — nisze lub progi osuwisk skalnych. Nisze lub tylne progi osuwisk ziemnych: 17 — ustalone, 18 — świeże; 19 — drobne osuwiska i zerwy, 20 — powierzchnie osuwiskowo-ślaziskowe, 21 — jezory osuwiskowe, 22 — zwały obrywów, 23 — równiny akumulacji soliflukcyjnej (powstające w okresach glacialnych, w wyniku sypywania przepojonej wodą warstwy odmarznętego gruntu). Krawędzie teras rzecznych i stożków napływowych o wysokości względnej: 24 — do 3 m, 25 — 3–6 m, 26 — 6–12 m, 27 — ponad 12 m, 28 — równiny erozyjne wycięte przed okresem zlodowacenia południowopolskiego (karakowskiego), 29 — ze zlodowacenia południowopolskiego, 30 — ze zlodowacenia środkowopolskiego, 31 — ze zlodowacenia bałtyckiego (Wisły), 32 — holocenów; 33 — stożki napływowe. Koryta rzeczne wycięte w skale: 34 — średnie, 35 — małe. Koryta rzeczne wycięte w starszych osadach rzecznych: 36 — średnie, 37 — małe. Koryta starorzeczy wycięte w piaskach i żwirach: 38 — świeże, głębokie z wodą, 39 — stare, płytkie, suche. Progi skalne w korytach rzek: 40 — średnich, 41 — małych; 42 — kotły i rynny w korytach rzecznych, 43 — progi u wylotów dolin zawieszonych; 44 — żleby. Podcięcia erozyjne o wysokościach względnych: 45 — 6–12 m, 46 — ponad 12 m; 47 — ważniejsze uskoki, 48 — granica państwa

kiedy poziomem przydolinny. Nie jest to jednak powierzchnia zrównania, lecz terasa rzeczna. Fragmenty wczesnoczwartorzędowego dna doliny w Pieninach obserwować można na wysokości 540–560 m n.p.m. (100–150 m wysokości względnej). Spłaszczenia te bardzo wyraźnie zaznaczają się na południowych stokach garbu Wielkie Pole nad Czorsztynem, poniżej zamku niedzickiego, na Górze Ubszar, w Kątach, nad Sromowcami Niżnymi, w Czerwonym Klasztorze, a w przełomie pienińskim — na zakolu Facimiech oraz Klasztornej Górze.

Na powierzchni spłaszczeń można niekiedy napotkać resztki osadów rzecznych — otoczków skał tatrzańskich, silnie na ogół zwiertających.

Rozcięcie omawianego poziomu dokonywało się etapami w trakcie plejstocenu. Erozji wgłębnej rzek sprzyjały ruchy tektoniczne, podnoszące pieniński pas skałkowy i obniżające dno Kotliny Nowotarskiej. Ruchy tektoniczne zachodzą również współcześnie. Ich prędkość w okolicach Czorsztyna wynosi $\pm 0,5$ do $+1$ mm rocznie.

Występowanie wzdłuż doliny Dunajca poziomów zrównania i teras rzecznych, znaczących ślady dawnych den dolinnych, jak również rozmieszczenie i wiek utworów pliocenów we wschodniej części Kotliny Nowotarskiej (Mizerna, Frydman) oraz w dorzeczu Krośnicy (Grywałd, Potoczki), pozwalają wnosić o wiek obu przełomów Dunajca: niedzickiego i pienińskiego.

Można przypuszczać, że początek formowania przełomów przypadał na pliocen środkowy, jednakże bardziej prawdopodobne wydaje się umieszczenie zasadniczego okresu powstawania przełomów we wczesnym czwartorzędzie. Przemawia za tym fakt, iż nad zboczami doliny przełomowej zachował się praktycznie tylko poziom dolnoczwartorzędowy — przydolinny. Jeżeli natomiast przeprowadzimy rekonstrukcję pierwotnego zasięgu słodkowodnych utworów pliocenów na południowych stokach Pasma Lubania okaże się, że sięgały one pierwotnie wysokości 650 m n.p.m. Oznacza to, że w pliocenie Dunajec mógł płynąć przez Pieniny inną drogą niż obecnie. Wykorzystywał on bowiem

Przełęcz Snożkę i dolinę Krośnicy, a dalej ku wschodowi płynął doliną Grajcarka w stronę Kotliny Litmanowskiej nad Popradem. Hipotezę tą potwierdza ponadto znalezisko otoczków skał tatrzańskich w stropowej części utworów pliocenskich w Potoczach, koło Krościenka (Żytko 1963).

Przeprowadzone w ciągu ostatnich 30 lat badania geologiczne w pienińskim pasie skałowym pozwalają wykluczyć koncepcję epigenezy przełomów. Na powstanie obu przełomów Dunajca wpłynęły z pewnością zróżnicowane

ruchy tektoniczne w późnym pliocenie i wczesnym czwartorzędzie podnoszące obszar Pienin, różnice w odporności skał, wielkie poprzeczne depresje pasa skałkowego oraz strefy uskokuwe o przebiegu południkowym. Te ostatnie uwarunkowały utworzenie głęboko wciętych meandrów Dunajca w przełomie pienińskim.

Reasumując, przełomy niedzicki i pieniński Dunajca można uznać za antecendentne, powstałe głównie we wczesnym czwartorzędzie, a ostatecznie pogłębione w okresie późniejszym.

WŁADYSŁAW STROJNY (Wrocław)

SPŁYW ŁODZIAMI FLISACKIMI PRZEŁOMEM DUNAJCA W PIENINACH

Kto szuka szlachetniejszego używania przyrody, malowanych a wspaniałych widoków, dla tego pobyt w Szczawnicy będzie nadzwyczaj ponętym.

Ludwik Zejszner, 1884

Niezwykły przełom Dunajca w Pieninach, nie mający sobie równego w Europie, odznacza się wyjątkowymi walorami widokowymi. Ktokolwiek raz płynął tunelem przełomu wśród skał wznoszących się na 300 m w górę ponad poziom Dunajca, ten na pewno nigdy nie zapomni własnych przeżyć. Niestety, nad Pieninami wisi groźba dalekosieżnych zmian w związku z budową zbiornika zaporowego. W tej chwili trudno nawet przewidzieć wszystkie konsekwencje inwestycji dla przyrody tego klejnotu górskiego.

Geneza powstania przełomu Dunajca w Pieninach nie została całkowicie wyjaśniona. Geologowie zastanawiają się, dlaczego Dunajec nie wykorzystał obniżonego koryta rzeki Krośnicy, zbudowanego z materiałów łatwych do pokonania, lecz „wybrał” drogę najtrudniejszą. Przedał się bowiem przez skałki wapienne pod Czorsztynem, a później po raz wtóry przez twarde skały rogowcowe na odcinku od Sromowiec Niżnych do Szczawnicy i dopiero tą drogą płynął do Krościenka i wylotu Krośnicy.

Przełom Dunajca zaczął tworzyć się w miocenie, ale główne jego formy ukształtowały się w pliocenie i plejstocenie. Gdy Pieniny zostały wypiętrzone z morza przez siły górotwórcze działające z głębi Ziemi, zaatakowały je deszcze, wody płynące, wiatry i inne czynniki klimatyczne. Najpierw uległy erozji miękkie utwory, a twarde wapienie rogowcowe oparły się tym siłom i dlatego powstały tak charakterystyczne dla Pienin kontrasty.

Do wysokości 200 m ponad dnem dzisiejszej doliny, Dunajec płynął swobodnie, dopiero

później, prawdopodobnie wskutek dzwigania się górotworu w poprzek jego biegu, zaczął wcinąć się w podłoże. Bieg swój ustalił po obniżeniu się o 100 m, o czym świadczą tarasowate wcięcia zgodne z dzisiejszym jego kierunkiem.

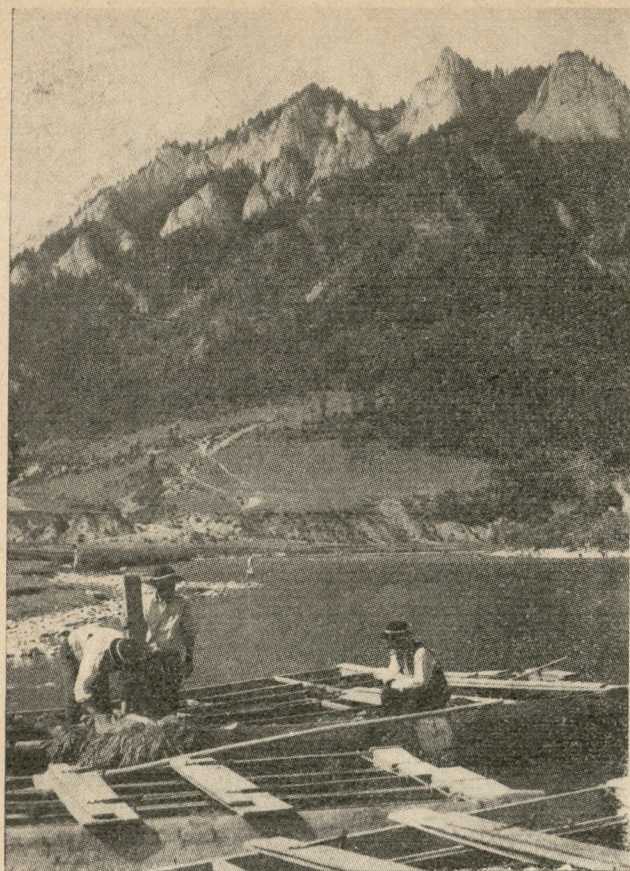
Walery Eljasz autor *Ilustrowanego przewodnika do Tatr, Pienin i Szczawnicy*, wydanego w Poznaniu w 1870 r., tak pisał o przełomie:

„Uroczą to jazda Dunajcem przez Pieniny, a równej sobie podobno nie ma w Europie. Jakim sposobem tedy wyszukał sobie drogę Dunajec, trudno pojąć, bo wdarcie się jego pomiędzy tak wyniosłe skały mogło nastąpić tylko przy wielkiej rewolucji ziemnej. Obok niego nie ma przejścia dla człowieka wzdłuż Pienin, bo często skały wprost nurzają się prostopadle w głębiach wody”.

Osobną kartę historii Pienin stanowi turystyka. Kolebką polskiej turystyki nie były Tatry, lecz Pieniny. Kiedy o Zakopanem jeszcze się nie mówiło, do Pienin przyjeżdżają letnicy i kuracjusze. Wody szczawnickie, badane od 1810 roku, a może wcześniej, były najbardziej popularne w XIX wieku wśród uzdrowisk polskich. Zakład zdrojowy zaczęto tworzyć od około 1820 roku. Szczawnica znana była daleko poza granicami Galicji. Oto jak przedstawia się liczba przyjezdnych w poszczególnych latach: 1857 r. ponad 1000, 1872 — 2000, a w 1883 — 3000. Z tej miejscowości organizowano napierw wycieczki do Pienin i przełomu Dunajca.

Niezbędnie wiele wiadomości mamy o początkach spływu przełomem Dunajca. Pierwsze spływy organizowali niewątpliwie już na początku XIX wieku, Palocsajowie — właściciele zamku w Niedzicy. W każdym razie wspomniany Ludwik Zejszner pisał w 1848 roku o flotyllach złożonych z 10—15 podwójnych łodzi.

Z roku na rok do Pienin napływało coraz więcej letników i kuracjuszy. W latach 1927—1935 było ich w Szczawnicy średnio 7000, w Krościenku — 1850, w Czorsztynie — 970, w Łapszach Niżnych — 85. Również szybko roz-



Ryc. 1. Łodzie flisackie u stóp Trzech Koron. Fot. W. Strojny



Ryc. 2. Wyjście z Przełomu Dunajca koło Szczawnicy. Fot. W. Strojny

wijał się spływ przełomem Dunajca. W 1935 roku spłynęło łodziami 9980 osób, i analogicznie w 1936 — 16 000, w 1937 — 18 750. Flisaków było 150. Większość z nich (115) mieszkała we wsi Sromowce Niżne. Spływ zaczynał się głównie spod zamku Niedzickiego (80%), a częściowo (20%) ze Sromowiec Niżnych.

Po ostatniej wojnie liczba uczestników spływu zaczęła gwałtownie wzrastać, jeśli w 1952 roku było ich 12 000, to już w 1956 roku — 50 800. W tym czasie ruch pieszy nie wzrastał tak gwałtownie i wynosił około 150 000 osób rocznie, lecz już około 1960 roku — szlaki Pienin przemierzało 250 000, a pięć lat później około 400 000 osób. Również z roku na rok szybko rosła liczba uczestników spływu, który przekształcił się już w imprezę o międzynarodowym zasięgu. W 1957 roku spłynęło przełomem 75 000 osób.

Obecnie turystyka w Pieninach rozwija się żywiołowo w dwóch kierunkach: w ostatnich latach pieszo wędruje tu ponad pół miliona osób rocznie, a przepływa na łodziach flisackich w ciągu sezonu 250—300 tys. osób po stronie polskiej i około 20 tysięcy po stronie słowackiej (trasa Czerwony Klasztor — Leśny Potok), w roku 1967 od 1. V do 31. VIII — przełomem Dunajca spłynęło 172 tysiące, w tym około 20 tysięcy gości zagranicznych z 37 państw. A zatem ogólna frekwencja osób w ciągu roku może osiągać około 800 tysięcy. W latach o wyjątkowej frekwencji, szlaki Pienin przemierza niemal milion osób.

Prawie wszystkie miejscowości pienińskie leżą nad Dunajcem, który w życiu górali spełnia dalej niepoślednią rolę. Był on drogą komunikacyjną latem, a także zimą, bo po zamrożonej rzece można było łatwo dotrzeć w głąb przełomu po zwierzynę lub siano skoszone na niedostępnych łąkach.

Transportowe łodzie góralskie dłubano początkowo z pnia potężnego świerka. Takie „cołno” zabierało do 4 ludzi. Jeżdżono na nim także na ryby, które wylawiano różnymi sposobami, między innymi trójzębem z żelaza. Z czasem duże i stosunkowo ciężkie czółno zastąpiono dwoma mniejszymi łodziami (dłubanki), które wiązano obok siebie w tzw. „dwójki”. One właśnie dały początek łodziom flisackim.

Spływy zaczęły się, jak już wiemy, pod koniec połowy ubiegłego stulecia. Górale odwozili wtedy „gości” do Szczawnicy z Polanki znajdującej się powyżej ujścia Pienińskiego Potoku. Tu stała altanka nazwana po węgiersku „csarda”, gdzie przy posiłkach i napojach przygrywała muzyka cygańska. Polanka była docelowym miejscem spaceru kuracjuszy ze Szczawnicy. Odwożenie gości stało się zwyczajem. Pierwszymi flisakami byli górale ze Szczawnicy — Pajka, Majka i Liguś. Z biegiem czasu, gdy sława Pienin przyciągała coraz więcej kuracjuszy, wycieczkowiczów i turystów, za przykładem flisaków ze Szczawnicy poszli górale ze Sromowiec Niżnych, później Sromowiec Wyżnych i Krościenka. Po pierwszej wojnie światowej przedłużono spływ od Czorsztyna i dołą-

czyli się do wymienionych flisaków, także górale z tej miejscowości.

Łodzie po spływie holowano w górę Dunajca we własnym zakresie, co nie było łatwe ze względu na skalisty brzeg i bystrą wodę. Najstarsi przewoźnicy opowiadają, jak to smarowali nogi słoniną i sadłem, aby zabezpieczyć skórę od spękania. Jeszcze w 1956 roku widziałem flisaków holujących łodzie powiązane jedna za drugą. Pierwszą łódź ciągnął na linie jeden flisak, a drugi odpychał ją długą żerdzią.

Ciężka praca, jaką wykonywano podczas holowania łodzi do różnych miejscowości, nie pozostała bez wpływu na ich wymiary. Łodzie szczawnickie miały 5,7 metrów długości i 24—45 cm szerokości. Natomiast górale ze Sromowiec dłubali nieco mniejsze łodzie, przede wszystkim z lekkiego drewna topoli, lipy, wierzby. Obecnie, gdy o grube pnie jest coraz trudniej, łodzie zbijane są z desek świerkowych i jodłowych (tzw. zbijanki). Dzisiaj pojedynczą dłubanką przepływają Dunajec ze Sromowiec do Czerwonego Klasztoru kandydaci na przewoźników, aby przedstawić swoją zręczność. Napływ chętnych do spływania przełomem spowodował, że łodzie zaczęto wiązać po 4 lub po 5 razem.

Początkowo ruch flisacki nie był uporządkowany i każdy flisak „łapał gości” na własną rękę, często niewiele mogąc przy tym zarobić. W latach 1934—1935 staraniem kierownictwa Pienińskiego Parku Narodowego, założono Polskie Stowarzyszenie Flisaków Pienińskich na rzece Dunajcu. Działo ono do 1939 roku i przyczyniło się do każdego flisakowi równą liczbę spływów na rok. Od 1957 roku obowiązki organizacyjne wielkiego masowego spływu wzięło na siebie Polskie Towarzystwo Turystyczno-Krajoznawcze. Uzyskiwany dochód idzie na ochronę przyrody i zagospodarowanie turystyczne Parku. Łodzie były transportowane w górę Dunajca furmankami z Krościenka do Czorsztyna lub ze Szczawnicy do Czerwonego Klasztoru szosą biegnącą po stronie czechosłowackiej. Obecnie łodzie są transportowane samochodami z Zawiasów (Zerwany Most) do nowej przystani w Sromowcach-Kątach.

Spływy łodziami flisackimi niewątpliwie będą utrudnione przez projektowane zapory wodne w Pieninach. Zmieniano kilka razy koncepcję ich budowy. Ostateczna decyzja zapadła w 1974 roku i do budowy zbiorników przystąpiono trzy lata później. Zapora główna zostanie usypana w Czorsztynie około 300 m na południe od istniejącego mostu drogowego u stóp zamku w Niedzicy. Przegrodzi ona dolinę i spiętrzy wodę maksymalnie do rzędnej 534,5 m n.p.m., a przy normalnym piętrzeniu do rzędnej 529 m n.p.m. W pierwszym przypadku przegroda czołowa utworzy zbiornik retencyjny o pojemności 234,5 milionów m³, długości około 10 km i powierzchni około 1050 ha. W drugim przypadku pojemność zbiornika osiągnie 170 milionów m³. Wysokość zapory wyniesie 52,6 m, szerokość u podstawy około 250 m, szerokość korony 7 m, zaś długość na wysokości korony — 404 m.

Druga zapora czołowa powstanie w Sromowcach Wyżnych. Jej długość osiągnie 447 m, maksymalna wysokość 12 m, a szerokość korony 10 m. Koroną zapory przebiegać będzie droga, która połączy Niedzicę przez Sromowce Wyżne z Krośnicą. Zapora utworzy zbiornik wyrównawczy o powierzchni około 90 ha i pojemności 5,6 milionów m³.

Bitwa o skarby Pienin, między zespołem energetyków polskich a geologami, przyrodnikami, historykami sztuki i świadomą częścią społeczeństwa w sprawie budowy zapory na Dunajcu pod Czorsztynem, toczy się właściwie od 1948 r. Wysłunięto mnóstwo zastrzeżeń przeciw koncepcji budowy zapory właśnie w Pieninach, które są jednym z najwspanialszych klejnotów przyrodniczych w Europie.

Spływ przełomem Dunajca w Pieninach jest obecnie największą atrakcją turystyczną nie tylko w Polsce, lecz na skalę międzynarodową. Spływy urządzone są dalej na prymitywnych czołnach. Łodziami kieruje dwóch kwalifikowanych górali pienińskich, za pomocą żerdzi świerkowych.

Do niedawna najdłuższa droga spływu wynosiła 24 km (Czorsztyn—Krościenko) i trwała ponad 4 godziny. Od 1976 r., w związku z budową zapory wodnej na Dunajcu, trasa spływu uległa skróceniu, gdyż przystań flisacką wybudowano w Sromowcach-Kątach. Do przystani prowadzi szosa od wsi Krośnicy, przecinająca w poprzek Pieniny Czorsztyńskie, z której korzystają turyści i samochody przewożące łodzie flisackie. Trasa spływu wynosi obecnie niespełna 15 km. Czas spływu uzależniony jest od stanu wody i trwa około 2,5 do 3,0 godz. Najwięcej osobliwości przyrodniczych znajduje się na dziewięciokilometrowej trasie od Sromowiec Niżnych do Szczawnicy. Łodzie przepływają ten odcinek mniej więcej w ciągu 90 minut.

Jesteśmy na przystani flisackiej w Kątach, gdzie górale pienińscy spychają „cołna” na wodę, wiążąc je po 4, najczęściej po 5, a nawet 6. Szpary między nimi utykają gałęziami świerka i wierzby, by woda nie ochlapała turystów. W poprzek łodzi kładą „descułki” do siedzenia, ujmują w ręce „spryski”, jeden staje na przodzie, a drugi w tyle łodzi i odbijają od brzegu.

Wspomniany Walery Eljasz, sto lat temu z górą tak pisał o łodziach flisackich: „Związując przewoźnicy po dwa czołna razem, bo na pojedynczym tylko dobry pływak odważyć się może puścić na Dunajcu. Na takich dwóch związanych do siebie czołnach płynąć może najwięcej cztery osoby oprócz przewoźników. Jeżeli towarzystwo nie liczy 8 osób, to jest rada na to taka, aby kazać dowiązać trzecie czołno do pary, co daje wiele bezpieczeństwa, kosztuje zaś tylko o jeden gulden więcej. Trzeba się o to jednak energicznie upominać, bo przewoźnicy dla większego zarobku wolą parami pływać”.

Obecnie przed ruszeniem na spływ przygrywa uczestnikom orkiestra cygańska, oczekując na datki. Wykonywane są też zdjęcia fotograficzne, które można wykupić na brzegu w Szczawnicy po ukończeniu spływu. Wkrótce po opusz-

czeniu przystani, podjeżdżamy pod Macelową Górę (802 m), uwieńczoną na grzbietach łaskami reliktovej sosny pospolitej. Przed następnym zakolem pozostawiamy na lewym brzegu wieś Sromowce Średnie, złożoną z kilku domów i dopływamy do Sromowiec Niżnych, gdzie wśród wysokich drzew widać zabytkowy drewniany kościółek z XVII w. Po przeciwnej czeskosłowackiej stronie mijamy Czerwony Klasztor (po słowacku Cerveny Klastor), gdzie również turyści przygotowują się do spływu.

Walery Eljasz w swoim przewodniku przestrzegał: „Z wielką troskliwością strzec trzeba zamówionych przewoźników, aby się nie popili w Czerwonym Klasztorze, bo już tyle było wypadków smutnych w Pieninach z powodu opilstwa przewoźników, że każdy, komu życie miłe, nie powinien się spuszczać na trzeźwość tych zręcznych ludzi, ale nie powściągliwych do trunków. Trzeba im udzielić trochę wódki lub wina, aby im dodać animuszu, ale albo z czołen nie wypuszczać, albo każdy krok ich od brzegu śledzić, szczególnie w karczmie. Na przyrzeczenia najsołenniejsze nie ma co zważać, ani zaręczenia karczmarza, bo w razie wypadku następstw nie zdołają naprawić”.

Przed nami w całej okazałości przepiękne Trzy Korony — najwyższe wzniesienie w Pienińskim Parku Narodowym. Na lewo widać ujście stromego Wąwozu Sobczańskiego z Górą Podskalnią (742 m). Silny prąd niesie coraz szybciej wprost pod stopy Trzech Koron (982 m) — największej osobliwości Pienin. Przy Ostrej Skale ostry zakręt w prawo i wjazd we „wrota” przełomu. Po lewej, niby słupy bramy wjazdowej, skały Grabczychy Wyżnej i Niżnej z okopconą grota rybacką, po stronie prawej Klasztorna Góra i droga uszkodzona przez powódź, biegnąca aż do wyjścia z przełomu.

Szczeliny i półki urwistych nagich ścian zasiedla roślinność naskalna, jej zieleń z całą gamą odcieni wspaniale kontrastuje z białością skał wapiennych. Po pięciu minutach łódzie zbliżają się do miejsca, gdzie skały z obu stron wchodzi klinem w koryto Dunajca, tworzą wąskie przejście zwane Janosikowym Skokiem. W Świniej Skale flisacy pokazują Grota Wilczą Jamę z głową wilka.

Przy Polanie Huta ukrytej wśród lasów po słowackiej części Pienin, Dunajec jakby ginie pod ziemią. Flisacy proponują zakłady, zapytując turystów, w którą stronę rzeka skręci. Przed Hutą Dunajec skręca ostro w lewo, opływając półwysep Klejowej Góry. Stąd można ostatni raz oglądać Trzy Korony. Rzeka biegnie łukiem w lewo, zbliżając się do pięknej polanki z szalaszem — Rówieńki, z której górale wywożą zimną sianą na saniach po zamarznięciu Dunajca. Zza przydrożnych drzew wyłania się powoli po stronie słowackiej, stroma, potężna ściana z siedmioma trójkątnymi skałkami, które przypominają jakby kaptury mnichów. Górale proponują ponownie zakład w sprawie kierunku biegu Dunajca.

Nieoczekiwany skręt w lewo, już widać skały Piecki i zaraz prostopadłą i prawie gołą ścianę Facimiechu (782,8 m), najdziksze miejsce

w przełomie. U jego stóp kipieli, szum i wartki prąd wody. Flisacy z wysiłkiem odpychają łódź od podwodnych głazów. Dunajec odbija w prawo i łódzie wpływają na spokojną rzekę, która rozlewa szeroko swe wody. To miejsce flisacy nazywają Leniwe albo Nowym Światem. Jest to dopiero połowa drogi.

Widać teraz ponad nami Czerwone Skały (745 m), Czerteż (774 m), Czertezik (772 m) i Sokolą Perć. Łódzie mijają poszarpane ściany Piecków, na których znalazły schronienie ostatnie ostoje jałowca sawiny (*Juniperus sabina*) — podobnie, jak na Facimiechu — oddzielone od nich skały Ligarki z piękną polaną o tej samej nazwie i wyżłobione skały Fajar-kowe.

Wkrótce pokazuje się Sokolica (747 m), najpiękniejszy szczyt Pienin — wznosząca się niemal prostopadłą ścianą do wysokości 300 m ponad poziom Dunajca. Górale nazywają tę skałę matką Pienin.

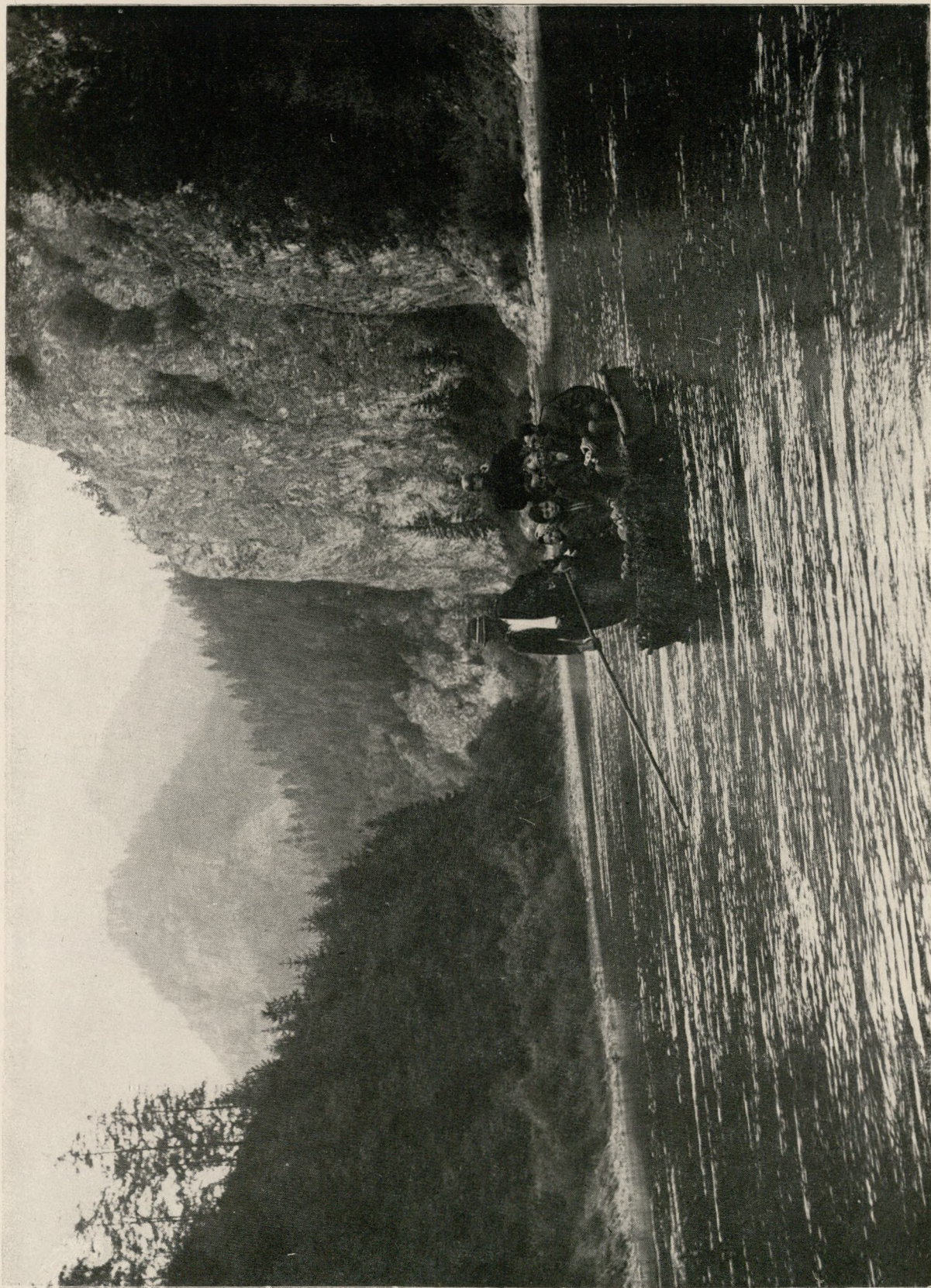
Z lewego brzegu z szumem wlewa do Dunajca swe wody Pieniński Potok. Blisko jego ujścia wyrasta goła ściana Slimakowej Skały, uwieńczona pióropuszem sosen. Flisacy pokazują na wodzie skałkę przypominającą kształtem żółwia i mocniej ujmują „spryski”. Wśród bryzgów pian, bodajże największych w przełomie, łódzie zbliżają się do spiczastej Głowy Cukru, leżącej u gołych stóp Sokolicy. W tyle widać Górę Zamkową (719 m). Dunajec opływa Sokolicę, która przedstawia się coraz to w innej krasie. Na szczycie ledwo widać postacie ludzkie podziwiające spod reliktowych sosen przepiękny przełom Dunajca.

Rzeka płynie wciąż w lewo i zatacza prawie kolistą pętlę wokół lesistych Przechodków Wielkich. Za Sokolicą po prawej stronie, wyłania się wyniosły stożek skały Sama Jedna, za którą Leśnicki Potok wlewa swe wody do Dunajca. Za chwilę jesteśmy pod gołą ścianą Skały Wylizanej (570,6 m). Górale znowu czynią zakłady z turystami czy Dunajec wypłynie między te dwie skały.

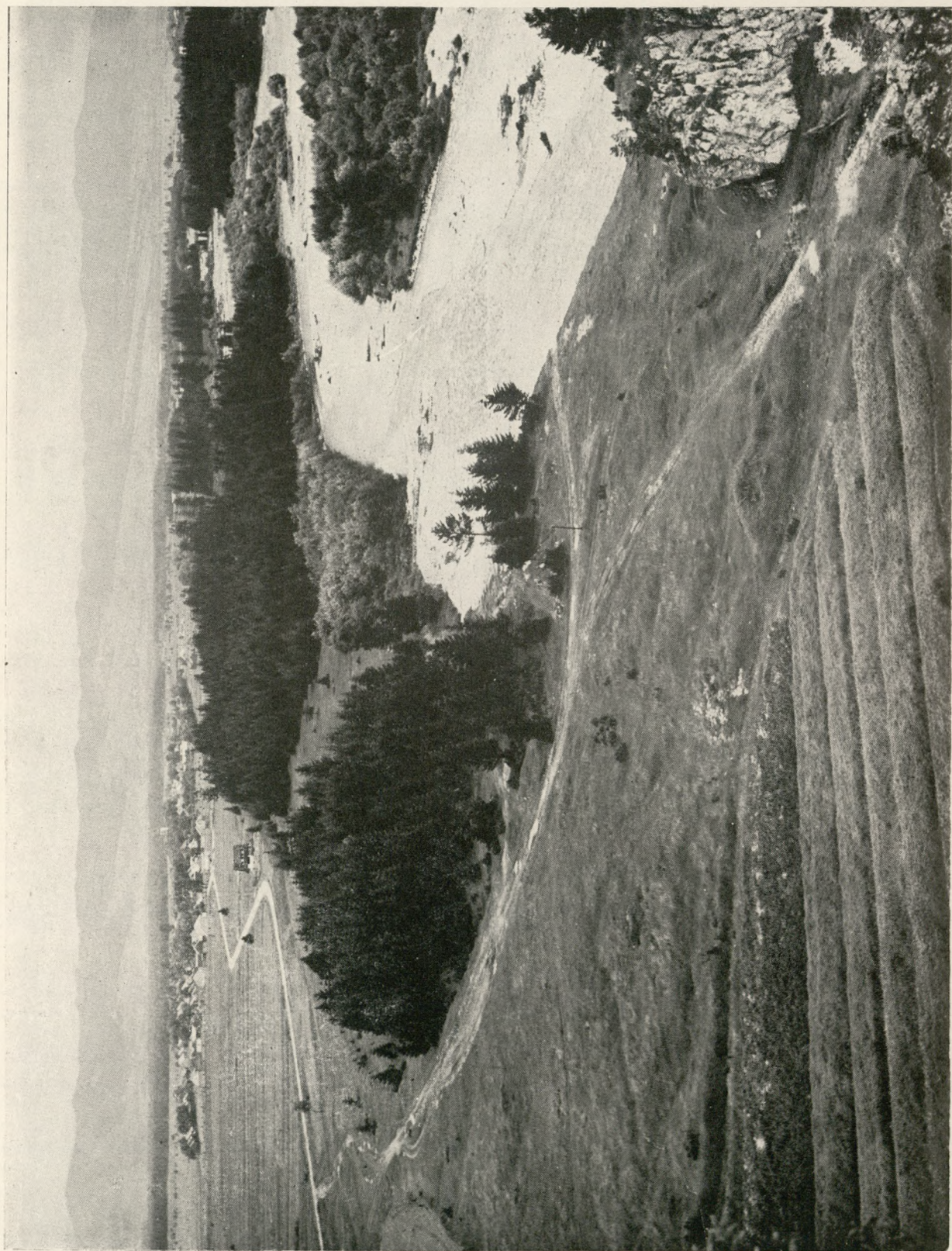
Rzeka opływa teraz wschodnią ścianę Sokolicy, czyli Rygle Sokolicy i skręca na lewo pod urwiska Hukowej Skały, która żegna nas w przełomie Dunajca. Poniżej na prawym brzegu łódzie flisackie ocierają się o Białą Skałę i lądują na prawym brzegu pod Salamonową Skałą koło Szczawnicy Niżnej, gdzie Dunajec rozlewa się w spokojną rzekę.

Obecnie spływ kończy się nieco wyżej, przy granicy polsko-czechosłowackiej. Stąd transportowane są łódzie naszych sąsiadów do Czerwonego Klasztoru, inne spływają do bazy turystycznej w Zawiasach przy tzw. Zerwanym Moście, a niektóre do Krościenka.

Walery Eljasz pisze o dodatkowych atrakcjach ubiegłego wieku, czekających gości podczas spływu: „Dziewczęta na patykach zatykają szmaty kolorowe, wchodzi z tym do wody, ustawiając się tak, aby utworzyć z tych pstrych strzępów niby bramę dla przejeżdżających czołnami. Stosownie do głębokości wody obnażają się coraz wyżej, nie zważając na wstyd i przyzwoitość, I za tę niedorzeczność żądają zapłaty.



I. PIENINY. Przełom Dunajca. Fot. W. Strojny



II. ZACHODNIA CZĘŚĆ PIENIŃSKIEGO PASA SKALKOWEGO; wieś Nowa Biała. Fot. W. Strojny

Takie hece powtarzają się w wielu miejscach, zwłaszcza przy wyjściu na brzeg w Szczawnicy”.

Obecnie w Szczawnicy Niżnej, w pobliżu ujścia Grajcarka, można zobaczyć sportowców

ćwiczących w kajakach slalom między wiszącymi ponad wodą bramkami z drewnianych drążków.

W 1981 r. zapoczątkowano obchody 150 lat spływu przełomem Dunajca w Pieninach.

JERZY VETULANI (Kraków)

CZY NOWOTWORY WYWOŁANE SĄ NIEPRAWIDŁOWĄ FOSFORYLACJĄ BIAŁEK

W połowie 1981 r. wydawało się, że zdołano, dzięki pracom Rackera i Spector, dokonać zasadniczego postępu w naszej wiedzy na temat przyczyn i biochemii procesu nowotworowego i sformułować ogólną teorię, opierającą się na badaniach nad wirusami powodującymi nowotwory (onkowirusy) z jednej strony, oraz na badaniach nad biochemią tkanki nowotworowej z drugiej. Teoria Rackera i Spector zakładała, że geny zawarte w onkowirusach (onkogeny) lub ich odpowiedniki w normalnej tkance (protoonkogeny) uruchamiają procesy fosforylacji białek, przy czym fosforylacja ta następuje w niewłaściwym miejscu. Wynikiem tego są procesy biochemiczne prowadzące, m.in., do niekontrolowanego wzrostu tkanki. Zainteresowanie teorią Rackera i Spector było ogromne, a w kręgach specjalistów upowszechniła się ona jeszcze przed opublikowaniem podstawowych ich prac, w czasopismach „Science” i „Cell” w czerwcu 1981. Polski czytelnik miał możliwość zaznajomić się z wynikami Rackera i Spector, gdyż były one omówione przez prof. Ostrowskiego w „Problemach” (11/81).

W tej sytuacji niemałe zamieszanie wywołało odwołanie już opublikowanych prac przez Rackera, wycofanie innych prac z publikacji oraz oświadczenie, że większość wyników wymaga powtórzenia. Implikowało to jednoznacznie, że niektóre przynajmniej wyniki były sfalszowane. Jak więc wygląda obecny stan rzeczy? Co jest prawdą, co jest wątpliwe, co okazało się fałszem?

CO JEST PRAWDĄ?

Badania nad wirusami nowotworowymi wykazały istnienie całej grupy genów powodujących transformację nowotworową zakażonych komórek. Onkogeny te są przenoszone przez retrowirusy, tzn. wirusy zbudowane z RNA. Po wnikięciu do komórki RNA wirusowy wymusza syntezę odpowiedniego DNA (ponieważ proces ten biegnie w kierunku przeciwnym do naturalnego kodowania cząsteczek RNA przez DNA nazywamy go retrotranskrypcją; stąd też nazwa wirusów). Z kolei tak wytworzony DNA steruje syntezą RNA i białka wirusowego. Bardzo ważnym było odkrycie, że onkogeny nie są swoiste dla retrowirusów, ale są normalnymi genami komórek zwierzęcych, przechwyconymi (i może nieco zmodyfikowanymi) przez wirusy.

Onkogeny licznych wirusów, atakujących różne gatunki zwierząt i wywołujące różne rodzaje raków, kodują syntezę enzymów fosforylujących białka: kinaz białkowych. Kinazy te przenoszą grupy fosforanowe z trójfosforanu adenozy (ATP) na reszty aminokwa-

sowe w białkach. Kinazy białkowe to liczna grupa enzymów; z reguły przenoszą one grupy fosforanowe na reszty seryny lub treoniny. Kinazy kodowane przez RNA onkowirusa różnią się od innych kinaz tym, że fosforylują reszty innego aminokwasu — tyrozyny. Poza dziewięcioma kinazami kodowanymi przez onkogenne retrowirusy tylko jeszcze jedna — kinaza indukowana przez czynnik wzrostu naskórka, pobudzającego podział komórek — fosforyluje reszty tyrozyny.

Tak więc wyniki badań nad onkowirusami sugerują, że protoonkogeny mogą znajdować się w komórkach nowotworów zwierzęcych, gdzie mogą kodować syntezę patologicznych kinaz białkowych, fosforylujących białka przy tyrozynie.

Badania biochemiczne nad tkanką nowotworową wykazują pewne jej odrębności w porównaniu z tkanką normalną, a zwłaszcza znacznie wyższy niż w tkankach normalnych poziom beztlenowego rozkładu cukrów — glikolizy. Jest to tzw. efekt Warburga. Na podstawie swoich badań Warburg wysunął hipotezę, że zasadniczą różnicą pomiędzy tkanką nowotworową a normalną jest przesunięcie metabolizmu w kierunku beztlenowym, spowodowane uszkodzeniem oddychania komórkowego.

Wyjaśnienie przyczyn efektu Warburga było przedmiotem poszukiwań wybitnego uczonego z Cornell University, Efraima Rackera. Wykazał on, w 1973 r., że zwiększona glikoliza w komórkach guza Ehrlicha jest spowodowana nadmierną aktywnością ATPazy sodowo-potasowej, enzymu regulującego stężenia jonów sodowych i potasowych we wnętrzu komórki. ATPaza sodowo-potasowa jest zlokalizowana w błonie komórkowej, a jej działanie polega na „wypompowywaniu” jonów sodowych przeciwko gradientowi stężeń z wnętrza komórki do płynu międzykomórkowego. Z tego powodu nazywana jest popularnie pompą membranową albo pompą sodową. Enzym ten czerpie energię z rozpadu głównego akumulatora energii komórek, ATP, który ulega przy tym rozkładowi do adenozyndwufosforanu (ADP) i jonu fosforanowego. ADP i jony fosforanowe są niezbędne dla glikolizy. (O ATPazie dokładniej piszemy w „Przeglądzie Nauk Neurologicznych” w tym numerze „Wszechświata”).

HIPOTEZA

Racker wysunął przypuszczenie, że ATPaza komórek nowotworowych nie jest tak wydajna jako pompa membranowa, jak w komórkach normalnych. Wskutek tego, aby zapewnić odpowiednie stężenia sodu

i potasu we wnętrzu komórki, musi pracować intensywniej, a stąd jej aktywność musi być większa. W wyniku zwiększonej aktywności ATPazy komórka dysponuje większą ilością potrzebnych do glikolizy ADP i reszt fosforanowych. Prace mające na celu potwierdzenie lub obalenie tej hipotezy były prowadzone w laboratorium Rackera w Cornell University.

ZDOLNY DOKTORANT

W styczniu 1980 r. do laboratorium Rackera przybył nowy doktorant, Mark Spector. Przyjechał do Nowego Jorku z rodzinnego Cincinnati, gdzie ukończył studia i uzyskał bardzo interesujące wyniki w toku wykonywania swojej pracy magisterskiej. Pracę tę prowadził pod kierownictwem Douglasa Wingleta, niegdyś przez krótki czas współpracownika Rackera. W jej trakcie udało mu się wyizolować białko umożliwiający chloroplastom *in vitro* rozbijać cząsteczkę wody w obecności światła. Chociaż Wingletovi nie udało się powtórzyć wyników Spector, gdyż uzyskane przez niego białko wykazywało znacznie niższą aktywność, wyników magistranta nie kwestionowano. Spector nie uzyskał zresztą stopnia magistra (Master), ale przeniósł się do Rackera, aby rozpocząć prace nad doktoratem (w systemie amerykańskim magisterium nie jest warunkiem dopuszczenia do doktoratu; studia kończy się ze stopniem bakałarza (bachelor), po czym, jeżeli kandydat ma na to ochotę, pracuje jako „student dyplomowany” (graduate student) w wybranym przez siebie ośrodku prowadzącym studia podyplomowe (postgraduate school), aby zdobyć stopień magistra lub doktora.

Spector w nowym miejscu pracy zdobył sobie uznanie przełożonych i kolegów. Był błyskotliwy, utalentowany technicznie i ogromnie pracowity. Doświadczenia prowadził na znacznie liczniejszych próbkach niż jego współtowarzysze. „Tam, gdzie kto inny rozwija jeden chromatogram, Mark rozwijał dziesięć” — stwierdził w wywiadzie jego kolega. „Był supergwiazdą” — mówili o nim przełożeni. Z tych powodów nikt też nie dziwił się, że młody doktorant zaczyna uzyskiwać błyskotliwe sukcesy.

WYNIKI SPECTORA

Pierwsze doświadczenia Spector potwierdziły i rozszerzyły hipotezę jego promotora (w terminologii amerykańskiej — doradcy), zakładając, że nadmierna aktywność ATPazy komórek nowotworowych jest wynikiem jej niesprawności jako pompy membranowej. Udowodnił on, że ATPaza izolowana z błon komórek rakowych pracuje z niską wydajnością, podczas gdy ATPaza analogicznie izolowana z błon komórek normalnych funkcjonuje z dobrą wydajnością jako pompa sodowo-potasowa. Następnie udało mu się wykazać, że mniejsza efektywność ATPazy z komórek nowotworowych jest spowodowana tym, że enzym uległ fosforylacji. Po odszczepieniu dodatkowej grupy fosforanowej aktywność ATPazy z komórek nowotworowych powracała do normy. Dalej Spector wyizolował z komórek nowotworowych kinazę odpowiedzialną za fosforylację pompy membranowej. Enzym ten Racker i Spector ochrzczili jako PK_M (*Protein kinase — membrane*).

Dalsze wyniki Spector były coraz to bardziej interesujące i posiadały coraz to większe znaczenie ogólne. PK_M okazała się enzymem aktywnym tylko wówczas, gdy sama uległa uprzednio fosforylacji, a kinazę

katalizującą ten proces wyizolowano i opisano jako PKs. PKs była również aktywna tylko po fosforylacji, przy pomocy kinazy PK_L, ta zaś, aby uzyskać aktywność, musiała być fosforylowana działaniem jeszcze jednej kinazy, PK_F. Cały ten system kolejnych fosforylacji, w którym jeszcze dodatkowo PKs mogła katalizować fosforylację PK_F, nazwał Racker „kaskadą kinazową”. W normalnych komórkach kaskada kinazowa jest nieaktywna, ale w komórkach nowotworowych ulega uczynnieniu i — w wyniku fosforylacji pompy membranowej — powoduje wzmożoną glikolizę. Fosforylując inne białka komórkowe enzymy kaskady mogą powodować i inne zmiany związane z nowotworzeniem tkanki, takie jak zmiana kształtu komórek i niekontrolowane podziały.

Uruchomienie kaskady następuje, według Spector, wówczas, kiedy kinazy są fosforylowane przy reszcie tyrozynowej. To odkrycie stanowiło przerzucenie pomostu między biochemią a pracami nad onkowirusami: jak pamiętamy, noszone przez nie onkogeny kodują kinazy fosforylujące białka przy tyrozinie. Wydawało się, że fosforylacja tyrozyny może stanowić klucz do transformacji nowotworowej. Dalsze doświadczenia wykazały, że kinaza kodowana przez jeden z czterech onkogenów wirusa miedziaka Rousa, gen src, jest analogiczna, jeżeli nie identyczna z pierwszym enzymem kaskady i uruchamia kaskadę kinazową, zapoczątkowując w ten sposób proces nowotworowy. Po tym doniesieniu wielu biologów molekularnych zaczęło zastanawiać się, czy badane przez nich białka transformujące nie będą również pasować do kaskady kinazowej.

Spector rozpoczął współpracę z wybitnymi onkologami: Baltimore, Scolnickiem i Gallo. W wyniku doświadczeń Spector zaczęła się wyłaniać nowa, wielka hipoteza mechanizmu powstawania schorzeń nowotworowych. Zakładała ona, że wirusy onkogenne lub protoonkogeny odpowiednio aktywowane sterują produkcją białek, które bądź naśladują białka kaskady kinazowej, bądź kaskadę tę uruchamiają. Katalizowana przez te kinazy fosforylacja białek przy reszcie tyrozyny prowadzi do zmian nowotworowych. Transformacja nowotworowa, jak wynikało z dalszych badań Spector, nie jest jednak nieodwracalna: może być ona odwrócona przez działanie cyklicznego adenyzyonomonofosforanu, który aktywowałby jeszcze inną kinazę, tym razem fosforylującą białka przy reszcie seryny i w ten sposób zatrzymującą kaskadę.

WĄTPLIWOŚCI

Jak widać wyniki Spector były oszałamiające. Czy nie nazbyt? Wątpliwości wzbudziło nie tylko to, że wszystkie wyniki wzajemnie pasowały do siebie, ale także, że zostały uzyskane w nieprawdopodobnie krótkim czasie. W ciągu kilkunastu miesięcy Spector miał wyizolować cztery enzymy kaskady (znajdujące się przecież w tkankach w minimalnych ilościach), oczyścić je, uzyskać swoiste, skierowane przeciw nim przeciwciała (celem identyfikacji enzymów), oraz wykazać, że enzymy te są aktywowane przez fosforylację przy tyrozinie, a inaktywowane przez fosforylację przy serynie. Ci, którzy znali Spector, wierzyli, że jest to możliwe, znając jego złote ręce i mrówczą pracowitość. Inni zaczęli wątpić.

Doświadczenia prowadzone przez Spector najczęściej udawały się. Były to doświadczenia, w których istotną rolę odgrywało przygotowywanie chromatogra-

mów na kolumnie wypełnionej żelam, w której następowały reakcje immunochemiczne prowadzące do powstania pierścieni wytrąconego białka. Białko takie było radioaktywne i wyniki uwidoczniano na kolumnach metodą autoradiografii. Pewna ilość doświadczeń prowadzona była nie w laboratorium Rackera, ale o piętro wyżej, w pracowni Volkera Vogta. W tej pracowni ilość niepowodzeń była znacznie większa, a jak się okazało w retrospektywie, udawały się tylko te badania, w których Spector brał udział osobiście. „Wierzyliśmy wówczas, że Mark miał wyjątkowo szczęśliwą rękę”, mówił Vogt.

Więcej wątpliwości nasunęło się w wyniku współpracy ze Scolnickiem. Kiedy Spector doniósł, że uzyskał pośrednie dowody jakoby białko produkowane przez wirusa mięsaka mysiego Harveya działało podobnie jak kinaza PKM, bezpośrednio fosforylująca przy tyrozynie pompę membranową, w styczniu 1981 Scolnick przesłał mu odczynniki z prośbą o przeprowadzenie rozstrzygających doświadczeń. Spector przeprowadził je i odesłał Scolnickowi autoradiogramy kolumn, wskazujące, że faktycznie wirus Harveya produkuje białko przypominające PKM, precypitowane przez antysurowicę PKM. W marcu 1981 Scolnick zaprosił Spectora do swojego laboratorium celem powtórzenia doświadczeń. Przez dwa dni nic nie wychodziło, poczem Spector zatelefonował do Rackera prosząc o przysłanie nowych odczynników. Z tymi odczynnikami doświadczenia powiodły się. Kiedy jednak Spector wrócił do Nowego Jorku, a Scolnick chciał sprawdzić pewne wnioski wynikające z wyników Spectora, uzyskał wyniki negatywne.

Podobne rezultaty przyniosła współpraca z Gallo. I w tym wypadku doświadczenia prowadzone przez Spectora udawały się, natomiast w laboratorium Gallo jego doktorant, Manzari, nie był w stanie ich powtórzyć. Gallo wysłał więc Manzariego do Spectora celem powtórzenia doświadczeń. W tym momencie doszło do faktu, który pozostaje niewytłumaczony: doświadczenie w rękach Spectora powiodło się i wyniki były zgodne z oczekiwaniami, mimo tego że Manzari przywiózł próbki kodowane, tak że eksperymentujący nie wiedzieli, co która próbka zawiera. Po powrocie Manzariego do National Institute of Mental Health w Bethesda znów doświadczenie nie wyszło. Gallo do dziś dnia nie może wytłumaczyć, w jaki sposób mógłby Spector osiągnąć pozytywne wyniki z kodowanymi próbkami, gdyby oszukiwał. „Jeżeli było to oszustwo” — stwierdził Gallo — „było one niezwykle pomysłowe”.

Wątpliwości jednak gromadziły się. Mark Spector przestał używać wyprodukowane przez siebie przeciwciała kolegom (tłumacząc to chęcią zachowania priorytetu). Wreszcie sam wbil gwóźdź do swej trumny, wymyślając nieprawdopodobną historię o porwaniu swojej matki przez niepoczytalnego sąsiada.

WYKRYCIE FAŁSZERSTWA

Stale nasuwające się wątpliwości, a przede wszystkim trudności z powtórzeniem wyników i niesprawdzanie się ich konsekwencji w innych doświadczeniach skłoniły Vogta do zbadania jednego z chromatogramów przygotowanych przez Spectora. Postanowił zbadać

kolumnę wypełnioną żelam, w której znajdowały się wytrącone pierścienie białka. Zgodnie z zapiskami laboratoryjnymi i protokołem doświadczenia pierścienie te miały być utworzone z białka wirusowego z ufosforylowaną tyrozyną oraz czterech enzymów kaskady. Radioaktywność miała pochodzić od fosforu ^{32}P z grupy fosforanowej.

Vogt rozciął kolumnę i umieścił próbki żelu wraz z pierścieniami w liczniku scyntylacyjnym, celem dokonania pomiarów radioaktywności, a mianowicie natężenia promieniowania beta wysyłanego przez ^{32}P . Ku jego ogromnemu zdziwieniu okazało się, że licznik wcale nie wykazał radioaktywności związanej z ^{32}P . Dalsze badania dowiodły, że radioaktywność, która spowodowała zaczerwienie fotografii, pochodziła od innego izotopu — jodu ^{125}J . Wytłumaczyć to można było jedynie w ten sposób, że jakieś białko przed nałożeniem na kolumnę jodowano (z użyciem ^{125}J), a następnie umieszczano na żelu tak, aby naśladowało znakowane ^{32}P białko wirusa. Zaraz potem sprawdził chromatogramy Scolnick. Okazało się, że i w tym przypadku promieniotwórczość pochodziła od ^{125}J .

Spector zaprzeczył, aby popełnił świadomie fałszerstwo i stwierdził, że nie wie, jak doszło do skażenia próbek jodem. Badanie pracowni wykazało, że wiele odczynników skażonych było ^{125}J , a dostęp do niego miał głównie Spector. „Sądźmy, że zrobił to Mark” — mówią koledzy.

CO DALEJ?

Racker, bądź co bądź bezpośrednio odpowiedzialny za Spectora, w którym upatrywał swojego następcę w Cornell University, zażądał przygotowania oczyszczonych enzymów kaskady i przekazania mu ich do badań. „Powtórzę sam wszystkie doświadczenia wykonane przez Spectora, aby sprawdzić, czy są powtarzalne” — oświadczył. W ciągu jednego miesiąca Spector był w stanie przygotować tylko niewielką ilość PKM, ostatniego enzymu kaskady. Rackerowi udało się wykazać, że enzym ten faktycznie fosforyluje ATPazę przy tyrozynie, chociaż jego aktywność jest znacznie niższa niż opisana przez Spectora.

Spector zaprzecza, jakoby jego wyniki były sfałszowane. Wycofał jednak swą pracę doktorską i zrezygnował z pracy na Cornell University. Racker powtarza dalsze doświadczenia, a wraz z nim czynią to naukowcy z innych ośrodków.

Liczne dowody sugerują, że fosforylacja odgrywa ważną rolę w metabolizmie komórek nowotworowych, ale dopiero przyszłość okaże, czy hipoteza kaskady kinazowej, bardzo elegancka i pomysłowa, miała solidne podstawy, czy też została zbudowana na fałszywych podstawach.

Ogólna nauka z historii Marka Spectora jest jedna: fałszerstwo w nauce nie popłaca, szybko bowiem musi być wykryte. Nawet jeżeli nikt nie sprawdzi od razu sfałszowanych doświadczeń, nie sprawdzą się przewidywania oparte na uzyskanych w nieuczciwy sposób danych. Być może całe piękno nauk przyrodniczych zasadza się na tym, że w tej dziedzinie jak w żadnej innej prawda musi zawsze wyjść na jaw i zawsze zwyciężyć.

SAGA O GOŁĘBIU WĘDROWNYM

Historia wskazuje, że zasoby naturalne i gatunki, uważane za niezniszczalne, są w największym niebezpieczeństwie dewastacji lub wyginięcia.

Paul G. Heltne

Opowiemy jak zginął gołąb wędrowny *Ectopistes migratorius* L., najliczniejszy zdaniem badaczy gatunek ptaka na Ziemi. Jest to jeszcze jedna historia ludzkiej chciwości i okrucieństwa. Należy do długiego rejestru naporu człowieka na przyrodę.

Znamienne jest, że krzywa wyniszczania przez człowieka gatunków zwierząt na świecie, która wznosiła się łagodnie mniej więcej do 1800 r., wspina się potem pionowo. Można przy tym sądzić, że gatunek *Homo sapiens* jako czynnik biotyczny w środowisku wykazuje większy wpływ na rozmieszczenie i przeżycie różnych zwierząt niż miały go okresy zlodowacenia, odgrywające tak wielką rolę. W przeciągu mniej niż ostatnich dwu tysięcy lat kulturalnego rozwoju, ludzkość zdołała zniszczyć to, czego lodowce nie osiągnęły w ciągu dwu milionów lat! (L. i M. Milne, 1971). Jakiemu przyspieszeniu ulega niszczenie żywych zasobów przyrody, może świadczyć fakt, że spośród wszystkich gatunków zwierząt, które wygasły podczas ostatnich dwu tysięcy lat, około połowy tych gatunków znikło w ciągu kilkudziesięciu lat, tj. od 1900 r. do naszych dni.

Weźmy ptaki — ok. 95 gatunków i prawie tyleż podgatunków wygasło od 1600 r. Około 200 gatunków i prawdopodobnie dodatkowo 150 podgatunków można uważać za zagrożone. Przy czym liczba znanych gatunków ptaków na świecie wynosi ok. 8600 (S. Dillon Ripley, 1972). Uwzględniając wzrastające przyspieszenie, z jakim wymierają gatunki wraz z rozwojem cywilizacji przemysłowej, na jak długo starczy jeszcze tych gatunków?

Łąd Ameryki Północnej był areną zacieklego i nieubłaganego wyniszczania fauny, odznaczającej się szczególnym bogactwem, często przy gdzie indziej nie spotykanej liczebności osobników. Bywały to gatunki endemiczne, nie występujące poza Ameryką.

Pośród wyniszczonych zwierząt znajdował się i gołąb wędrowny, którego wybito do ostatniej sztuki. Te straty rozpoczęły się z chwilą lądowania białych na nowym lądzie, tak bogatym, że przybysze nazwali go z początku Ogrodem Edenu. Przyszli nań z kulą, siekierą i ogniem, wnosząc cały bagaż cywilizacji współczesnej.

*

Fundacja naukowa Smithsonian (Smithsonian Institution) w Waszyngtonie w swym rocznym sprawozdaniu 1911 r. cytuje obszerną relację Pehra Kalma, pochodzącą z XVIII stulecia; jest to streszczenie z jego amerykańskiego dziennika podróży (przeznaczona dla Królewskiej Akademii Nauk w Londynie).

Sądząc z opisu był to piękny ptak, wielkości zbliżonej do zwykłych gołębi, różniący się długim ogonem. P. Kalm podkreśla szczególne barwy jego upierzenia.

Gołębie wędrowne każdego lata żerowały m.in. w lasach Pensylwanii, New Jersey i na przyległych obszarach. Największe ich stada spotykało się wcześniej, w lutym i marcu. Bywały lata, gdy obrodziły żółędzie i nasiona innych drzew leśnych, że gołębie wędrowne pojawiały się w „tak nieopisaną liczbę, że literalnie wprawiały ludność w zdumienie”. Zdarzyło się to np. w 1749 r. i było przez P. Kalma obserwowane. Stada liczyły w locie 3—4 mile długości i ponad jedną milę szerokości. Ptaki lądowały w lasach i drzewa (na dystansie mil) były nimi jeden obok drugiego szczelnie pokryte. Pod tym obciążeniem łamały się nie tylko wierzchołki i konary, ale wywracały się nawet słabiej zakorzenione drzewa. Po wyjedzeniu wszystkich dostępnych nasion gołębie wędrowały dalej. Według przekazów rodzinnych podobne masowe pojawiania się tych ptaków zachodziły kilkakrotnie w ciągu jednego pokolenia ludzkiego.

Pojawianie się gołębi wędrownych w olbrzymiej liczbie wiązano zawsze z urodzajem nasion drzew leśnych, zwłaszcza żółędzi, będących ich ulubionym pokarmem. Jednocześnie starzy ludzie już wówczas stwierdzali stopniowe zmniejszanie się liczebności tych stad, co przypisywano postępującym wyrębom lasów i wzrostem zaludnienia.

Dalej P. Kalm relacjonuje swą podróż z Nowej Anglii do Kanady. Widział lasy pełne gniazd. Nocami, nawet podczas bezwietrznej pogody, słychać było głośny trzask drzew, łamiących się pod ciężarem nadmiaru gołębi. Przekładały one rozległe, bezludne lasy z dala od ludzkich siedzib, budując tam gniazda, tworząc rozległe kolonie, spędzając okres godowy i legow. W miarę zaludniania się kraju, z czym wiązał się wypas trzody chlewnej w lasach dębowych żółędziami, gołębie — unikając ludzi — przenosiły się do okolic niezamieszkałych.

Można było spotkać do czterdziestu-pięćdziesięciu gniazd gołębic na wysokich sosnach i innych drzewach (inni autorzy podają ich nawet więcej).

*

Gołąb wędrowny *Ectopistes migratorius* L. (w jęz. angielskim *Passenger Pigeon*. Synonimy: *Wild Pigeon*, *Wood Pigeon*, *Migratory Pigeon* oraz 11 innych synonimów (A. W. Schorger). Tenże autor dla narzeczcy indiańskich podaje 21 nazw gołębia wędrownego) jest zaliczany do grupy gołębi *Zenoida*, która obejmuje 5 lub 6 gatunków. Wszystkie przesiadują lub gnieźdzą się na drzewach (i w krzakach), ale żerują i większość czasu spędzają na ziemi. Znoszą dwa jajka, z wyjątkiem gołębia wędrownego, który znosił jedno podczas legu. W grupie *Zenoida* *Ectopistes* tworzy tzw. monotypiczny rodzaj (*genus*). Wraz ze słynnym ptakiem Dodo, *Raphus cucullatus*, dzieli sławę jednego z najlepiej znanych wygasłych gatunków ptaków.

Ectopistes był nieco mniejszy od turkawki *Zenaidura macroura carolinensis* oraz od gołębi występujących w miastach prawie na całym świecie, tj. *Columba livia*, był od nich smuklejszy i zaopatrzony w długi, zaostroszony ogon, podobny do ogona jaskółki.

A. W. Schorger (Uniwersytet Wisconsin), największy



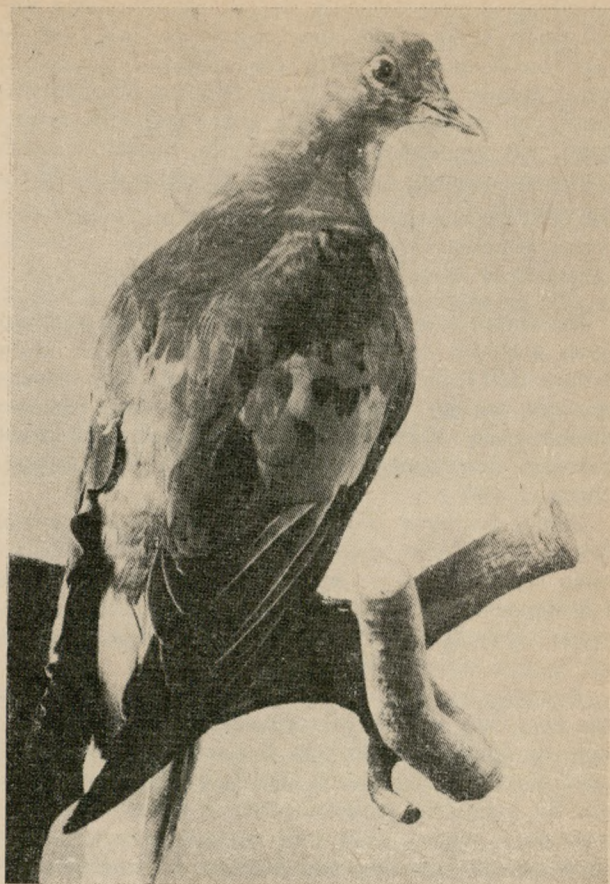
Ryc. 1. Gołąb wędrowny, dorosły samiec

szczy współczesny autorytet w zakresie gołębia wędrownego, twierdzi, że ptak ten ze swą niewielką główką, długim ogonem i pięknym upierzeniem, odznaczał się niezwykłą elegancją. Żywy samczyk mierzył średnio około 16,5 cali (ok. 42 cm) długości. Rozpiętość skrzydeł podają na 23-25,5 cali (ok. 58,5-65 cm).

Ubarwienie od ciemno („łupkowo”)niebieskiego na głowie, do szarawo-niebieskiego na grzbiecie. Podgardle, przód szyi i pierś były koloru winnego. Metaliczna opalizacja brązu, zieleni i purpury zdobiła od góry szyję. Samiczka była o cal krótsza od samca i bardziej szara w kolorystyce. Rozwinięta muskulatura piersi i długie, zaostrome skrzydła zapewniały szybkość, grację i błyskawiczne manewry w locie, stąd nazywano go „błękitny meteor”.

Zasiedlenie zajmowało olbrzymie obszary Ameryki Północnej. Linia zasięgu, obejmująca centralną i południową Kanadę, na północy sięgała daleko na zachód w stronę Pacyfiku, po czym schodząc na południe przekraczała stany środkowe, dochodząc w południowym Texasie do Zatoki Meksykańskiej. Zasięg zawierał w sobie stany północno-wschodnie, Wielkich Jezior oraz wszystkie Nadatlantyckie po Luisianę i północną Florydę, a także wszystkie leżące między stanami Nadatlantyckimi i środkiem kraju. Były to terytoria ok. 35 stanów. Natomiast główne tereny lęgowe ciągnęły się od brzegu Atlantyku pasem na zachód, obejmując mniej więcej stany: Nowy Jork, Pensylwanię, Michigan, Wisconsin i Indianę.

Gołąb wędrowny gnieździł się z reguły w wielkich koloniach, często w takich masach, że lokalne ssaki i ptaki drapieżne (z wyjątkiem człowieka!) nie były w stanie hamować jego rozmnażania się i ciągłego wzrostu populacji. Dopiero człowiek z biegiem czasu wyniszczył go całkowicie.



Ryc. 2. Gołąb wędrowny Marta, który jako ostatni zakończył życie w niewoli w 1914 r.

Gołąb wędrowny prawdopodobnie odbywał z reguły tylko jeden lęg w ciągu roku. Gniazdo budował dosyć niedbale (w ciągu 3 dni). Okres wysiadywania trwał 13 dni i jedyne piskie, karmione przez 14 dni, szybko osiągało samodzielność. Żywił się głównie nasionami wielu gatunków drzew leśnych (przeważnie żołądziami i orzeszkami bukowymi), łącznie z ziarnem roślin uprawnych, a także dżdżownicami, ślimakami i innymi bezkręgowcami.

Podkreślano wybitną łagodność tych ptaków; nie notowano żadnych walk, nawet w okresie godowym.

*

Jedną z cech najbardziej charakterystycznych gołębia wędrownego była jego niesłychana liczebność. Istnieje przekonanie, że żaden gatunek ptaków znanych człowiekowi nie występował nigdy w takich masach. Określenie liczby tych ptaków jest oczywiście nielatywne.

Na podstawie bardzo szerokich materiałów A. W. Schorger stwierdził, że brak jest podstaw do dokładnej oceny wielkości populacji gołębia wędrownego w ubiegłych stuleciach. Dodaje przy tym, iż byłby skłonny określić liczbę tych ptaków podczas odkrywania Ameryki na 3 miliardy, a możliwe, że było ich do 5 miliardów.

Ta liczebność, w której występował gołąb wędrowny, musiała zaważyć na jego losie. Wsparcie na obserwacji przeświadczenie głosi paradoksalnie, że im więcej jest osobników danego gatunku, tym szybsze i bardziej gwałtowne staje się jego wyniszczenie i zagłada. Pomijamy rozważania na temat przyczyn

powstania i utrzymywania się tak gigantycznego stada rzędu tysięcy milionów osobników. Ale jest to fakt historyczny podparty obserwacjami przelotów, które trwały godzinami, w zwartym szyku ptaków, szerokości na przykład jednej lub więcej mili, a długości, jak wyliczono (z oszacowanej prędkości mil/h oraz pomierzonego czasu trwania przelotu) dziesiątków i setek mil!

*

Najstarsza wzmianka o napotkaniu gołębi wędrownych pochodzi od Francuza, Jacquesa Cartier, który 1 lipca 1534 r. na wyspie Prince Edward, Cape Orleans (granica zasięgu tego gołębia) miał ujrzeć rzekomo nieskończoną liczbę gołębi wędrownych. Natomiast pierwsze doniesienia o polowaniach na te ptaki pochodzą z 1607 r.

Zanim przybył z Europy pojawili się na nowym lądzie, gołębi nikt masowo nie wyniszczał, a populacje były regulowane w sposób naturalny obfitością i dostępnością pożywienia, które zapewniały niezmiernie wówczas lasy wschodniego wybrzeża, ciągnące się na północ i zachód aż po prerie.

Indianie od wieków polowali na gołębie i żywił się nimi, ale ich nie wyniszczali. A zatem, pomimo upływu długiego czasu, ich łowiectwo nie wywołało znaczniejszych ubytków w stadzie gołębia wędrownego. Po przybyciu białych, gołębi z upływem lat ginęło coraz więcej. Całkowite zniszczenie gołębia wędrownego na obszarze jego zasięgu w Ameryce Północnej można porównywać z wystrzeleniem wszystkich bizonów. Obie krwawe rozprawy miały miejsce niezbyt dawno — w ostatnim ćwierćwieczu ubiegłego stulecia.

Cytowany tu A. W. Schorger wiele czasu poświęcił analizie przypuszczalnych przyczyn wygaśnięcia tego gatunku, powołując się na zapisy podróżników, badaczy i dziejopisów w ciągu paru ubiegłych wieków. W ciągu dziesięcioleci najpierw zaczęło się zmniejszać olbrzymie stado tego ptaka, a w końcu znikł on na zawsze.

Liczne były sposoby eksterminacji gołębi. Strzelano do nich masowo o każdej porze (z ziemi, z drabin, ze specjalnych rusztowań, z drzew). Za jednym strzałem zabijano krocie ptaków lecących w zwartym szyku. W okresie lęgów, rozpędzone strzałami ptaki często nie powracały do gniazd, ustawało znoszenie jajek lub karmienie piskląt — ginęło młode pokolenie. Oprócz broni palnej strzelano nawet z łuków do ptaków lub gniazd, z bliska, niszcząc jaja, pisklęta i dorosłe ptaki. Ścinano drzewa wraz z gniazdami. Tłumnie najeżdżano całym taborem rejonu łęgowe, strzelając, zrzucając dragami gniazda lub pisklęta na ziemię, albo spalając siarkę pod drzewami zatruwano gołębie gazem lub podpalano dno lasu. Głos tysięcy duszonych dymem i palonych ptaków wg kronikarzy był nie do opisania. Wpędzane do lasu stado trzody chlewnej pożerało leżące gęsto, martwe albo niedobite ptaki. A dzieciom, uzbrojonym w kije, niejednokrotnie kazano pomagać dorosłym! Słowami kronikarza, Eden gniazd ptasich zamieniano w straszliwe Inferno.

Łapano też masowo żywe gołębie, używając różnych wymyślnych sieci i pułapek. Kiedy indziej oszalałano je lub truto odpowiednio zaprawionym ziarnem.

Ubite ptaki, zdatne do konsumpcji według zapisów

„solono w beczkach jak ryby”, suszono na słońcu, wędzono lub peklowano. Z młodych gołębi wytapiano tłuszcz. Niekiedy zabijano gołębie tylko dla pierza; z pięćdziesięciu ptaków pozyskiwano 1 funt (0,454 kg) pierza na pościel. Mięso, szczególnie młodych osobników, uchodziło za bardzo smaczne. Mięso gołębi było w takiej obfitości i tak tanie, iż według zapisów słudzy, niewolnicy i ubodzy często nie znali innego. Służyło także żołnierzom i podróżnym. Na przykład kronika z 1814 r. głosi, że podróżujący w okolicach Jeziora Michigan mieli do wyboru „tylko sandacze, pstrągi lub gołębie”.

Był też problem użytkowania żywych gołębi przez różnego rodzaju kluby strzeleckie przy tzw. strzelaniu do rzutków. Łowiono zatem i przewożono w klatkach dziesiątki tysięcy żywych ptaków. Zachowały się opisy tych imprez, eksponujące niesamowite ich okrucieństwo. Musimy ich czytelnikowi oszczędzić.

Można postawić pytanie, czy i jak wielkie były szkody wyrządzane przez gołębie wędrowne na polach uprawnych? Gatunek ten był związany przede wszystkim z wielkimi lasami i pustkami bezludnymi. Jak podaliśmy wyżej, nasiona drzew liściastych stanowiły główne jego pożywienie. Szkody w zasiewach nie są podkreślane przez autorów. Toteż nie napotkaliśmy wzmianki, aby gołębie wybijały przede wszystkim przez żerostę lub w obawie zniszczenia plonów.

Często zastanawiano się na temat przyczyn całkowitego wyginięcia gołębia wędrownego i starano się je wyjaśnić w różny sposób. Zwracano uwagę, że ptaki, niszczone, nie mogły wychować młodych. Wyreby lasów i rozbijanie wielkich stad utrudniało rozproszonym grupom przyjąć nowy tryb życia. A zatem osobniki jeszcze pozostałe po ogólnej zagładzie nie rozmnażały się. Podkreślano brak zdolności przystosowania do nowych warunków, wyspecjalizowane obyczaje tego gatunku i listę jego tzw. defektów biologicznych (jak np. niska wydajność składania jajek — tylko jedno, lichy wykonane gniazdo, niezwykle silnie rozwinięty migracyjny instynkt stadny itd.). Można zatem twierdzić, że specyficzne cechy biologiczne gatunku pozwalały mu egzystować i mnożyć się jedynie w środowisku nie zaburzonym przez człowieka. A gdy to nastąpiło, gatunek nie potrafił się przystosować do nowych warunków i w niedługim czasie, prześladowany i eksterminowany musiał wyginąć. Ponadto ze wzrostem zaludnienia i uprzemysłowienia Stanów napór antropogeniczny spychał go na północ w okolice rzadziej zaludnione, ale o surowszym klimacie i mniejszych zasobach pożywienia.

A czy prawo nigdy nie chroniło gołębia wędrownego? Nie można stwierdzić trwałych wysiłków podejmowanych przez organy urzędowe dla ochrony gołębia w żadnym ze stanów, a opinia publiczna w przeważającej części była apatyczna wobec ochrony lub jej przeciwna.

W 1857 r. w Urzędzie Stanowym w Ohio oświadczono nawet, że gołąb wędrowny nie wymaga ochrony...

Z biegiem lat populacja gołębi bezustannie topniała. Jako ostatni miał zginąć gołąb wędrowny w Sargent, Ohio, 24 marca 1900 r. (przy ostatnich ocalałych osobnikach myłono go niekiedy z turkawką). Późniejsze doniesienia o rzekomym spotykaniu pojedynczych egzemplarzy lub małych stadek w różnych stanach oraz w Kanadzie nie uznano za całkowicie wiarygodne. Od tych opinii odbiega twierdzenie Altona A. Lindseya

(1977) o fakcie zastrzelenia w 1906 r. pojedynczego ptaka w Fairfield County, Connecticut, a bardziej jeszcze powołanie się na zdawałoby się bezsporny fakt, że tak wytrawny znawca ptaków i myśliwy, jak prezydent Teodor Roosevelt, jeszcze 18 maja 1907 r. ujrzał w swej ustronnej leśnej rezydencji Pine Knot Virginia, małe stadko, złożone może z tuzina gołębi wędrownych. Prezydent (który w Harvardzie specjalizował się w biologii i był aktywnym miłośnikiem przyrody) wydarzenie to opisał w „Scribner's Magazine” Octob. (paźdz.) 1907 r. (Można w USA napotkać twierdzenie, że w świetle tego wydarzenia prezydent

Teodor Roosevelt może uchodzić za ostatniego człowieka nauki, który obserwował gołębie wędrowne na swobodzie).

Taki był początek i koniec epopei o *Ectopistes migratorius*. Gatunek ten, poprzednio bytujący w stadach liczących setki lub więcej milionów ptaków, skurczył się w końcu do jednego ptaka: samicy Marty, która zakończyła żywot w zoo w Cincinnati, Ohio, we wrześniu 1914 r. Można ją oglądać zabalsamowaną i wystawioną w Smithsonian Institution w Waszyngtonie D.C. Jest pewne, że gołąb wędrowny na Ziemię nie powróci.

ZBIGNIEW SOŁTYS (Kraków)

BIOLOGIA SZYSZYNKI SSAKÓW

Szyszynka (*corpus pineale*), zwana też nasadką mózgową (*epiphysis cerebri*) jest gruczołem wydzielania wewnętrznego, najsłabiej chyba dotychczas poznanym. Występuje u wszystkich niemal kręgowców, z wyjątkiem śluzic, krokodyli i szczerbaków. Według hipotezy Studniński (1905) opartej na badaniach anatomicznych i embriologicznych, a potwierdzonej i rozwiniętej później przez innych autorów, szyszynka powstała z drugiej pary oczu u nieznanego przodka kręgowców. Jej przemiany ewolucyjne polegały na stopniowej redukcji funkcji fotorecepcyjnych i na rozwoju funkcji wydzielniczych. U bezwodziowców (smoczkoste, ryby, płazy) funkcje recepcyjne są jeszcze dominujące lub przynajmniej równorzędne z wydzielniczymi, u gadów i ptaków ulegają znacznej redukcji (w różnym stopniu w różnych grupach), natomiast u ssaków szyszynka stanowi organ wyłącznie wydzielniczy.

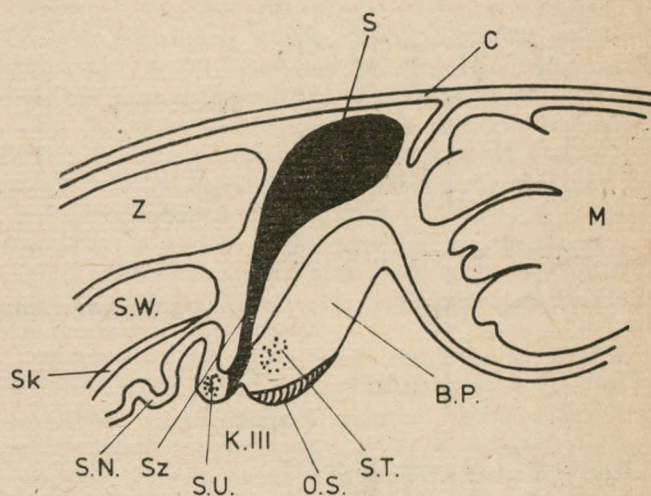
Szyszynka pojawia się u ssaków pod koniec życia płodowego, jako wpuklenie stropu komory III mózgu, między spoidłem uzdeczek a spoidłem tylnym (podobnie jak we wszystkich gromadach kręgowców). Proliferacji komórek w zawiązku szyszynki towarzyszy wrastanie naczyń krwionośnych (gruczoł ten jest bardzo silnie unaczynniony) oraz zakończeń nerwów sympatycznych ze zwoju szyjnego górnego.

Istnieje wiele typów morfologicznych szyszynki u ssaków. Może ona stanowić pojedynczą strukturę położoną bezpośrednio nad komorą III. Może też składać się z dwóch części: położonej nad komorą III tzw. szyszynki głębokiej, często znacznie zredukowanej, oraz położonej wyżej, często na powierzchni mózgu, szyszynki powierzchniowej. Obie te części mogą być połączone pasmem komórek zwanym szypułą szyszynkową. Istnieją sprzeczne dane na temat tego, czy obie części mają takie same czy też odmienne funkcje fizjologiczne.

Podstawowym składnikiem szyszynki są specyficzne komórki zwane pinealocytami. Są to komórki charakteryzujące się dużą ilością wypustek cytoplazmatycznych i pęcherzykowatym, nieregularnym jądrem ubogim w chromatinę. Obserwacje w mikroskopie elektronowym pozwoliły stwierdzić w cytoplazmie dobrze rozwinięte retikulum endoplazmatyczne i układ Golgiego, oraz różnego rodzaju pęcherzyki ziarniste, związane prawdopodobnie z procesami wydzielniczy-

mi. Ponadto zaobserwowano struktury przypominające występujące u niższych kręgowców tzw. blaszki synaptyczne stanowiące być może relikty filogenetyczne, podobnie jak sporadycznie występujące rzeski. U niektórych gatunków wyróżnia się tzw. pinealocyty ciemne, o gęściejszej elektronowo cytoplazmie i silniej rozwiniętym szorstkim retikulum endoplazmatycznym oraz tzw. pinealocyty jasne. Przypuszcza się, że może to wskazywać na istnienie komórek o różnych funkcjach wydzielniczych.

Pierwsze obserwacje i badania dotyczące fizjologicznej roli szyszynki pochodzą z początków naszego wieku. W latach 1907–13 Marburg opisał syndrom nazywany *genitosomia praecox* charakteryzujący się przedwczesnym rozwojem organów płciowych. Dokładne badania pozwoliły stwierdzić, że syndrom ten spowodowany jest niedorozwojem lub degeneracją szyszynki w wyniku procesów nowotworowych. Znacznie później (1930) ten sam autor stwierdził, że przerost szyszynki powoduje niedorozwój organów płciowych.



Ryc. 1. Schemat położenia szyszynki w mózgu szczura. Znaczenie skrótów: S – szyszynka, Sz – szypuła szyszynki, C – czaszka, Z – zawój zębaty kory mózgowej, M – mózdzek, BP – blaszka pokrywowa, SW – spoidło wielkie, Sk – sklepienie, S.N. – spłot naczyń, S.U. – spoidło uzdeczek, S.T. – spoidło tylne, O.S. – organ podspoidłowy, K.III – komora III mózgu

Obserwacje kliniczne zostały potwierdzone później badaniami eksperymentalnymi. W latach międzywojennych przeprowadzono wiele eksperymentów polegających na usuwaniu szyszynki (pinealektomii) i obserwacji wpływu takiego zabiegu na organizm. Badania te pozwoliły stwierdzić, że szyszynka działa hamująco nie tylko na rozwój gonad, ale również na rozwój i aktywność przysadki, nadnerczy, tarczycy i przytarczyc, ponadto działa ujemnie na wzrost. Stwierdzono także, że ekstrakty szyszynki działają silnie rozjaśniająco na pigmentację skóry.

Funkcja antygonadotropowa szyszynki jest najdokładniej poznana. Mechanizm tego działania nie jest całkowicie rozpracowany. Z pewnością jedną, może najważniejszą drogą jest wpływ na uwalnianie hormonów tropowych z przysadki. Fraschini (1969) stwierdził, że pinealektomia zwiększa zawartość hormonu luteinizującego (LH) i follikulotropowego (FSH) w przysadce. Wpływ szyszynki na wzrost, pigmentację, tarczycę i nadnercza może być tłumaczony hamowaniem uwalniania z przysadki hormonów: wzrostu (GH), melanotropowego (MSH), tyreotropowego (TSH) i kortykotropowego (ACTH). Wydaje się, że spowodowane to jest nie tyle bezpośrednim działaniem hormonów szyszynki na przysadkę, ale raczej przez regulację wydzielania przez podwzgórze odpowiednich hormonów uwalniających lub hamujących uwalnianie

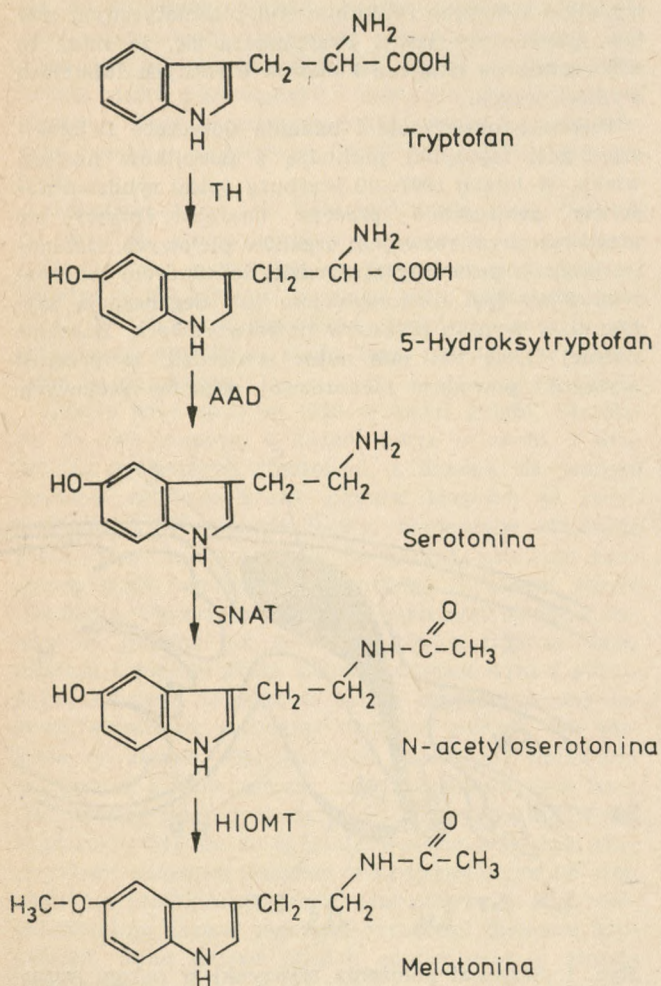
hormonów tropowych z przysadki. Postuluje się również bezpośredni wpływ hormonów szyszynki na docelowe organy. Pełne wyjaśnienie tej sprawy jest trudne, gdyż szyszynka produkuje wiele związków wykazujących aktywność hormonalną, a mających odmienny mechanizm działania.

Pierwszym poznany hormonem szyszynki była melatonina. Została ona wyizolowana przez Lerner'a w 1958 r., jako czynnik odpowiedzialny za rozjaśnianie pigmentacji (stąd nazwa). Jest to pochodna serotoniny, częściowo syntetyzowanej w szyszynce z tryptofanu, częściowo zaś wychwytywanej z krwi. Melatonina powstaje z serotoniny przez acetylację grupy aminowej, a następnie metylację grupy hydroksylowej przy pierścieniu indolowym (ryc. 2). Jest to najważniejsza, ale nie jedyna droga przemiany serotoniny. Obok melatoniny powstają w szyszynce również inne związki metoksyindolowe, np. 5-metoksytryptofol czy 5-metoksytryptamina, także wykazujące aktywność hormonalną. Warto tu zaznaczyć, że enzym odpowiedzialny za ostatni etap tych przemian — transferaza hydroksyindolo-O-metylowa (HIOMT) występuje poza szyszynką jedynie w siatkówce, co stanowi dodatkowy argument za wspomnianą wyżej hipotezą Studniński.

Wszystkie metoksyindole działają antygonadotropowo, chociaż istnieją między nimi pewne różnice. Tak np. melatonina wydaje się hamować przede wszystkim uwalnianie LH z przysadki, natomiast 5-metoksytryptofol działa hamująco na uwalnianie FSH.

Melatonina jest z pewnością najważniejszym związkiem tej grupy. Występuje w stężeniu kilkakrotnie większym niż pozostałe metoksyindole. Jest też najlepiej zbadanym hormonem szyszynki. Oprócz działania na gruczoły dokrewne i pigmentację obserwowano także działanie melatoniny na mózg. Może ona wywoływać sen, bierze też udział w procesach zapominania. Anton-Tay (1970) uważa, że działanie melatoniny polega na aktywacji kinazy pirydoksalu. Enzym ten katalizuje syntezę fosforanu pirydoksalu, który jest koenzymem wielu reakcji biochemicznych, między innymi bierze udział w syntezie dopaminy, noradrenaliny i serotoniny. Związki te są neuroprzekaznikami w różnych strukturach mózgu. Wzrost ich syntezy i wydzielanie na synapsach może spowodować pobudzenie lub zahamowanie odpowiednich ośrodków mózgowych. Przypuszcza się, że za wpływ melatoniny na wydzielanie hormonów podwzgórza odpowiedzialne są szczególnie dwa układy: tzw. dopaminergiczny (z dopaminą jako mediatorem) układ guzowo-lejkowaty podwzgórza, oraz adrenergiczny (z noradrenaliną) szlak brzuszny, prowadzący ze śródmózgowia do podwzgórza. Z kolei działanie nasenne melatoniny związane jest ze wzrostem syntezy serotoniny w tzw. jądrach szwu w rdzeniu przedłużonym.

Inny proponowany mechanizm działania melatoniny wiąże się z jej wpływem na mikrotubule (Cardinali 1980). Mikrostruktury te odgrywają kluczową rolę w takich zjawiskach, jak ruch komórki, mitoza, transport wewnątrzkomórkowy itp. Melatonina wywiera na mikrotubule działanie podobne nieco do takich substancji antymitotycznych jak kolchicina. W ten sposób tłumaczyć bezpośredni wpływ melatoniny na komórki barwnikowe — rozjaśnianie skóry wiąże się z przemieszczaniem się ziaren pigmentu i ich skupianiem się wokół jądra komórki.



Ryc. 2. Schemat syntezy melatoniny z tryptofanu. Znaczenie skrótów: TH — hydroksylaza tryptofanu, AAD — dekarboksylaza aminokwasów aromatycznych, SNAT — N-acetylotransferaza serotoninowa, HIOMT — transferaza hydroksyindolo-O-metylowa

Dużo uwagi poświęca się potencjalnym peptydowym hormonom szyszynki. Już w latach sześćdziesiątych stwierdzono występowanie w ekstraktach szyszynki co najmniej kilku różnych peptydów o niskim ciężarze cząsteczkowym wykazujących aktywność antygonadotropową. Pavel i Petrescu (1966) zidentyfikowali w szyszynce wazotocynę argininową, hormon znany z przysadki niższych kręgowców. Z kilkunastoletnich badań Pavela wynika, że nonapeptyd ten syntetyzowany jest w szyszynce i w znajdującym się na stropie komory III organie podspoidłowym, i że wykazuje on identyczne działanie jak melatonina. W przedstawionej ostatnio koncepcji sugeruje on, że peptyd ten jest podstawowym hormonem szyszynki, natomiast melatonina pełni jedynie funkcję hormonu uwalniającego. Hipoteza ta oparta jest między innymi na obserwacji, że dożylna iniekcja melatoniny powoduje uwalnianie wazotocyny z szyszynki do krwi i płynu mózgowo-rdzeniowego. Trzeba tu jednak zaznaczyć, że wielu autorów nie potwierdza w ogóle występowania wazotocyny argininowej w szyszynce.

W ostatnim dziesięcioleciu, metodami immunohistochemicznymi i radioimmunologicznymi zidentyfikowano w szyszynce wiele innych związków peptydowych, jak np: wazopresynę, oksytocynę, LRH, TRH, (czynniki uwalniające LH i TSH), somatostatynę, reninę, substancję P i inne. Wszystkie te związki, o ile nawet identyfikacja jest trafna, występują w wielu innych strukturach, trudno więc uważać je za specyficzne hormony szyszynki. Kwestia identyfikacji peptydowych hormonów tego gruczołu jest więc nadal sprawą otwartą.

Kluczowym osiągnięciem było stwierdzenie zależności między aktywnością szyszynki, aktywnością płciową oraz sezonową i dobową rytmiką warunków oświetlenia. W 1941 r. Fiske zauważył, że długi okres oświetlania w ciągu doby wpływa stymulująco na gonady, natomiast trzymanie zwierząt w ciemności lub przy krótkim dniu daje efekt odwrotny. W 1960 r. ten sam autor stwierdził, że długotrwałe oświetlenie powoduje wyraźne zmniejszenie ciężaru szyszynki. Hoffman i Reiter (1965) stwierdzili, że występująca u chomika bardzo wyraźna zależność między długością dnia a aktywnością gonad całkowicie zanika po usunięciu szyszynki. Zależność aktywności szyszynki od warunków oświetlenia została później potwierdzona w wielu innych eksperymentach. Dotyczy to zarówno zmian długości dnia w cyklu rocznym, jak i dobowego rytmu oświetlenia. Pierwszy Quay (1963) stwierdził istnienie rytmiki dobowej zawartości serotoniny w szyszynce, później stwierdzono rytmikę dobową aktywności transferazy hydroksyindolo-O-metylowej-HIOMT (Snyder 1964) i N-acetylotransferazy serotoninowej — SNAT (Klein i Weller 1970), enzymów odpowiedzialnych za syntezę melatoniny. Maksymalna synteza tego hormonu występuje w nocy, natomiast w dzień jest wielokrotnie mniejsza.

Badania eksperymentalne pozwoliły na stwierdzenie, że istnieją co najmniej dwa systemy regulujące dobową rytmikę aktywności szyszynki. Jeden, odpowiedzialny za rytmikę HIOMT, jest całkowicie zależny od warunków oświetlenia, zanika zarówno u zwierząt trzymanyh w długotrwałej ciemności lub oślepionych, jak i u zwierząt trzymanyh w stałym oświe-

tleniu. Drugi system, regulujący aktywność SNAT, zanika u zwierząt trzymanyh w stałym oświetleniu, natomiast może funkcjonować u zwierząt trzymanyh w ciemności lub oślepionych.

U niższych kręgowców szyszynka, jako organ światłoczuły, odbiera informacje o warunkach oświetlenia bezpośrednio. U ssaków informacja ta wędruje dość skomplikowaną drogą. Pierwszy etap prowadzi od komórek światłoczułych siatkówki przez nerwy wzrokowe do znajdującego się w podwzgórzu jądra skrzyżowania (*nucleus suprachiasmaticus*). Według badań Moora i Kleina (1978) jądro to odpowiedzialne jest za rytmikę SNAT w szyszynce. Zniszczenie tego jądra lub jego połączenia z szyszynką powoduje całkowity zanik rytmiki SNAT, natomiast zniszczenie połączeń prowadzących do tego jądra od siatkówki powoduje rozregulowanie rytmu SNAT z zewnętrznym rytmem oświetlenia. Możliwe, że jądro to jest centralnym generatorem endogennej rytmiki dla całego organizmu. Z jądra skrzyżowania impulsy przekazywane są przez śródmózgowie do przedzwojowych neuronów sympatycznych w części szyjnej rdzenia kręgowego, a następnie do zwoju szyjnego górnego. Stąd dopiero przez zazwojowe nerwy sympatyczne biegnące wzdłuż naczyń krwionośnych przekazywane są do szyszynki.

Mediatorem, uwalnianym przez zakończenia nerwów sympatycznych jest noradrenalina. Związek ten pobudza znajdujące się w błonie komórkowej pinealocytów tzw. receptory adrenergiczne beta. Jest to kompleks, w skład którego wchodzi cyklaza adenylowa. Pobudzenie receptora powoduje aktywację tego enzymu który rozkłada ATP do cAMP. Z kolei ten cykliczny nukleotyd stymuluje syntezę melatoniny przez aktywację SNAT.

U niektórych gatunków opisano w szyszynce zakończenia nerwów pochodzących z układu parasympatycznego i z mózgu. Możliwe, że połączenia te odpowiedzialne są za regulację aktywności HIOMT, wykazano bowiem, że uwalniana przez zakończenia nerwów parasympatycznych acetylocholina może działać stymulująco na aktywność tego enzymu.

Oprócz regulacji nerwowej szyszynka podlega również regulacji hormonalnej, na zasadzie sprzężenia zwrotnego. Donoszono o wpływie na ten gruczoł hormonów podwzgórza (LRH, TRH), przysadki (FSH, MSH, LH, ACTH), sterydów płciowych, a także samej melatoniny. Najdokładniej poznano sposób działania hormonu korytykotropowego (ACTH). Stwierdzono, że hormon ten nie działa bezpośrednio na komórki szyszynki, ale na zakończenia nerwowe, zwiększając uwalnianie noradrenaliny. Melatonina działa natomiast prawdopodobnie bezpośrednio na pinealocyty — może to mieć związek z samoregulacją uwalniania melatoniny, albo też z uwalnianiem przez nią innych hormonów szyszynki.

Podsumowując, mimo wielu zasadniczych kwestii wymagających jeszcze wyjaśnienia można stwierdzić, że szyszynka jest organem mającym istotny udział w synchronizacji zewnętrznej rytmiki oświetlenia z wewnętrzną rytmiką organizmu. Wzrastająca stale liczba badań dotyczących szyszynki pozwala mieć nadzieję na wyjaśnienie w najbliższych latach w stopniu bardziej kompleksowym jej roli i mechanizmów działania.

WSPÓŁCZESNE PROCESY SOLIFLUKCYJNE W REJONIE ZATOKI GÅS (POŁUDNIOWY SPITSBERGEN)

Soliflukcja (albo inaczej kongeliflukcja), to ruchy masy zwietrzelinowej po stoku, gdy w podłożu na stosunkowo niewielkiej głębokości znajduje się stale przemarznięty grunt, tzw. trwała zmarzlina. Proces ten charakterystyczny jest głównie dla strefy subpolarnej i polarnej, w których odpowiednie warunki meteorologiczno-klimatyczne sprzyjają rozwojowi zlodowacenia naziemnego i podziemnego. Kolejne coroczne rozmarzanie powierzchniowych partii gruntu w okresie letnim sprzyja przesyceniu ich wodą i umożliwia przesuwanie się zwietrzliny w dół stoku.

Jak podaje A. Jahn (1970), wyróżnia się dwa główne rodzaje procesów soliflukcyjnych: spływy i osuwanie się błotnistych jeziorów oraz powolne spełzanie oddzielnych cząsteczek gruntu pod wpływem igiełek lodowych. Obydwa procesy różnią się między sobą prędkością, gdyż pierwsze zachodzą znacznie szybciej niż drugie.

W sezonie letnim 1979 roku, w czasie trwania III wyprawy naukowej zorganizowanej przez Instytut Geografii Uniwersytetu Śląskiego, mieliśmy okazję obserwować procesy soliflukcyjne (przede wszystkim pierwszego typu) w otoczeniu Zatoki Gås w południowym Spitsbergenie.

Obszar ten składa się z kilku genetycznie i morfologicznie odmiennych jednostek. Najważniejszą z nich

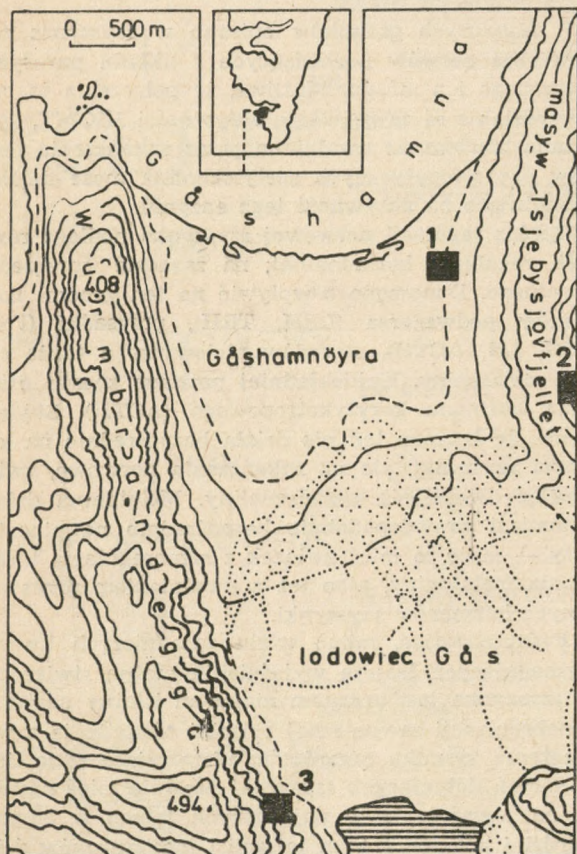
stanowi szerokie na ok. 2,5–3 km obniżenie między pasmami górskimi Tsjebysjovfjellet i Wurmbrandegga. Obniżenie to w części północnej wykształcone jest w postaci płaskiego sandru uchodzącego bezpośrednio do morza, a w części południowej zajmuje je lodowiec Gås. Ten ostatni znajduje się w stadium recesji, a przed jego czołem tworzy się szeroka na kilkaset metrów strefa czołowomorenowa. W jej skład wchodzi pagóry lodowo-morenowe, czyli olbrzymie bryły martwego lodu lodowcowego, przykryte utworami morenowymi o stosunkowo niewielkiej miąższości (1,0–1,5 m).

Wody roztopowe, wypływające z topniejącego i cofającego się lodowca Gås, kierują się na północ i wynoszą sprzed jego czoła wielkie ilości rozdrobnionego materiału skalnego. Materiał ten jest akumulowany przez wody na przedpolu moren czołowych, gdzie tworzy rozległy, wspomniany wyżej sandr (Gåshamnöyra). Jego powierzchnia wznosi się od ok. 1 m n.p.m. przy wybrzeżu do ok. 17 m n.p.m. w pobliżu moren czołowych.

Od wschodu przylega do sandru terasa morska, mająca ok. 500 m szerokości. Powierzchnia tej terasy modelowana jest przez wody ablacyjne pochodzące z topnienia płatów śnieżnych, zalegających przez cały rok w żlebach na stokach masywu Tsjebysjovfjellet. Na powierzchni terasy morskiej zachodzą również intensywne procesy peryglacjalne, wykształcające właściwe sobie formy. Takie same procesy działają też w wielu miejscach na zachodnich stokach wspomnianego masywu Tsjebysjovfjellet (919,9 m n.p.m.), rozciętego kilkoma żleбами, u wylotu których rozpościerają się stożki usypiskowo-napływowe, a także u podnóży stromych stoków Wurmbrandegga (494 m n.p.m.), również rozciętych licznymi żleбами, którym towarzyszą piargi. Wśród tych procesów szczególne miejsce zajmuje soliflukcja (wcześniej procesy peryglacjalne, z soliflukcyjnymi włącznie, badał w rejonie Zatoki Gås m.in. L. Dutkiewicz w ramach wypraw Międzynarodowego Roku Geofizycznego 1957–1960).

Do badań procesów soliflukcyjnych wybrano trzy niewielkie obszary zlokalizowane w morfologicznie zróżnicowanych miejscach (ryc. 1). Obszar pierwszy usytuowany jest na terasie morskiej, której powierzchnia łagodnie pochyla się w kierunku zachodnim, drugi — w dolnej części stoku Tsjebysjovfjellet, również o ekspozycji zachodniej, natomiast trzeci — u podnóża stoku pasma Wurmbrandegga, wystawionego na wschód.

Wytypowane miejsca obserwacji różnią się między sobą budową geologiczną. Powierzchnia terasy morskiej zbudowana jest z utworów ilasto-gliniastych, wśród których dość często pojawiają się głaziki o średnicy od kilku do kilkunastu centymetrów. W dniu rozpoczęcia obserwacji stwierdzono, że poziom trwałej zmarzliny zalegał tu na głębokości 100 cm. Odminną budową charakteryzują się południowo-zachodnie stoki masywu Tsjebysjovfjellet, bowiem występują tu twarde skały wapienne i dolomitowe, przykryte z zewnątrz płaszczem grubookruchowej zwietrzliny. Głębokość zalegania trwałej zmarzliny wy-



Ryc. 1. Lokalizacja obszarów, w których obserwowano procesy soliflukcyjne, na tle hipsometrii okolic Zatoki Gås: 1. terasa morska, 2. stoki masywu Tsjebysjovfjellet, 3. stoki masywu Wurmbrandegga



Ryc. 2. Teraski soliflukcyjne na powierzchni terasy morskiej

nosiła tutaj 70 cm. Wschodnie stoki masywu Wurmbrandegga w okolicach obszaru wytypowanego do obserwacji procesów soliflukcyjnych cechują się jeszcze inną litologią. Typowe są tu zielone łupki fyllitowe, których zwietrzelina bardzo szybko i intensywnie nasiąka wodą. Procesy soliflukcyjne w analizowanym obszarze nie zachodzą na podłożu trwałej zmarzliny, lecz na resztkach lodu lodowca Gås, który kiedyś sięgał kilkadziesiąt metrów wyżej w stosunku do poziomu współczesnego. Zaleganie lodu lodowcowego stwierdzono tu pod 50–60 cm warstwą zwietrzliny łupkowej.

Obserwacje ruchów soliflukcyjnych w rejonie Zatoki Gås prowadzono od 10 lipca 1979 r. do momentu pojawienia się pierwszych mrozów (ostatnie dni sierpnia). Okres ten przypadł więc na pełnię i schyłek arktycznego lata. Ta pora roku w południowym Spitsbergenie cechuje się dość łagodnymi warunkami klimatycznymi. Obserwacje z 1978 (A. Kamiński 1979) oraz 1979 roku wskazują, że przeciętne temperatury powietrza są wówczas rzędu 4–6°C, przy czym maksyma nierzadko sięgają 10–12°C, i więcej. Takie warunki termiczne sprzyjają rozmarzaniu gruntu i wsiąkaniu wody opadowej i roztopowej ze śniegu. Południowy Spitsbergen nie otrzymuje w porze letniej wiele wilgoci: w 1978 roku w rejonie Zatoki Gås spadło 66 mm opadu, natomiast w 1979 — zaledwie około 42 mm.

W obszarze pierwszym — na terasie morskiej — obserwowano trzy formy soliflukcyjne. Jedną z nich był fragment drobnych terasek, natomiast pozostałe wykształcone były w postaci dużych jeziorów — lobów. Badane teraski soliflukcyjne występują na stoku o nachyleniu 6°. Tworzy je zespół spływających i nasuwających się na siebie małych języków ilasto-gliniastych, których czoła porośnięte są przez skąpą roślinność tundrową (ryc. 2). Systemy korzeniowe roślin hamują przesuwanie się języków w dół stoku i czynią go nieco bardziej stabilnym. Wysokość czoła teraski soliflukcyjnej mieści się w przedziale ok. 8–15 cm, natomiast odległości między czołami poszczególnych języków w obserwowanym przypadku wynosiły 15–45 cm.

Duże jezory soliflukcyjne miały długość 6–7 m. Jeden z nich (1) występował w dolnej części terasy morskiej o nachyleniu 3°. Powierzchnia jezora była nieco zadarniona i porośnięta miejscami przez mchy. Forma ta miała słabo zaznaczoną niszę oderwania



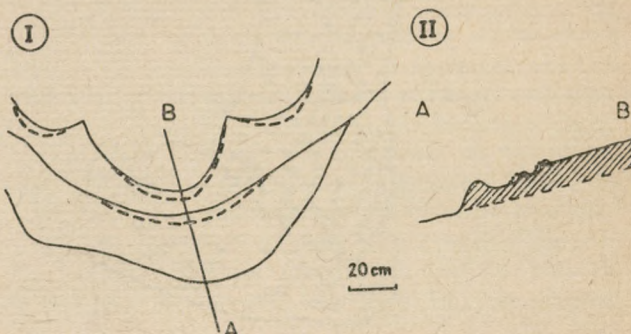
Ryc. 3. Terasy soliflukcyjne (ich lokalizację pokazuje strzałka) na stokach masywu Tsjebysojvfjellet

o szerokości 180 cm, natomiast w dolnej części szerokość samego jezora wynosiła 120 cm, a jego czoło nie było porośnięte przez roślinność. Drugi z jeziorów (2) wykształcił się na zboczu małej dolinki przecinającej powierzchnię terasy morskiej. Nachylenie zbocza wynosi tu 10°. Jezor ten ma wyraźnie zaznaczoną niszę oderwania o zwiększającej się szerokości i wysokości jej ścian.

W obszarze drugim — na suchym stoku masywu Tsjebysojvfjellet o nachyleniu 14° — obserwowano fragment teras soliflukcyjnych (ryc. 3). Są one tutaj zbudowane z gruzu skał wapiennych i dolomitowych, przemieszanego z drobnymi cząsteczkami gliniasto-ilastymi. Czoła poszczególnych teras są oddalone od siebie o 2–3 m, a ich wysokości wynoszą 15–20 cm. Ruch teras soliflukcyjnych na stokach Tsjebysojvfjellet jest hamowany przez roślinność.

W obszarze trzecim — u podnóża Wurmbrandeggi — występują na powierzchni bardzo wilgotne łupki fyllitowe. Soliflukcja rozwija się tu na stokach o nachyleniu do 30° i przybiera postać wyraźnych dużych jeziorów i lobów. Porastające powierzchnię zwietrzliny kępki mchów nie mają żadnego znaczenia dla jej ruchu.

W czasie prawie 7-tygodniowych obserwacji okolice Zatoki Gås 10-krotnie otrzymywały opad w postaci deszczu, ale tylko dwa razy był to opad obfity, rzędu 13 mm. Mimo takiej sytuacji procesy soliflukcyjne zachodziły bez przeszkód. Najintensywniejsze ruchy obserwowano u podnóża Wurmbrandeggi. W okresie badawczym zauważono całkowite przemodelowanie stoku tego pasma górskiego, a na miejscu starych jeziorów soliflukcyjnych wytworzyły się zupełnie nowe. Spływająca zwietrzelina łupkowa odbyła drogę rzędu 15–25 m.



Ryc. 4. Rozmiary przesunięcia się czoła (linie przerywane) języków teras soliflukcyjnych: I — plan, II — przekrój

Ruchy soliflukcyjne stwierdzono również na powierzchni terasy morskiej, ale były one znacznie słabsze niż w przypadku Wurmbrandeggi, natomiast zwietrzelina na stokach masywu Tsjebysjovfjellet w ciągu siedmiu letnich tygodni 1979 roku pozostała nieruchoma.

Na powierzchni terasy morskiej jezior soliflukcyjny (1) drgnął dopiero 6 sierpnia, po opadach o łącznej wysokości ok. 31 mm, przesuając się na odległość 1 cm. Pod koniec okresu obserwacyjnego stwierdzono, że forma ta przemieściła się w dół stoku razem z całym swym otoczeniem, chociaż ruch zwietrzeli-ny był zróżnicowany. Sam jezior uległ przesunięciu rzędu 3–4 cm, natomiast jego otoczenie — 1,0–1,5 cm.

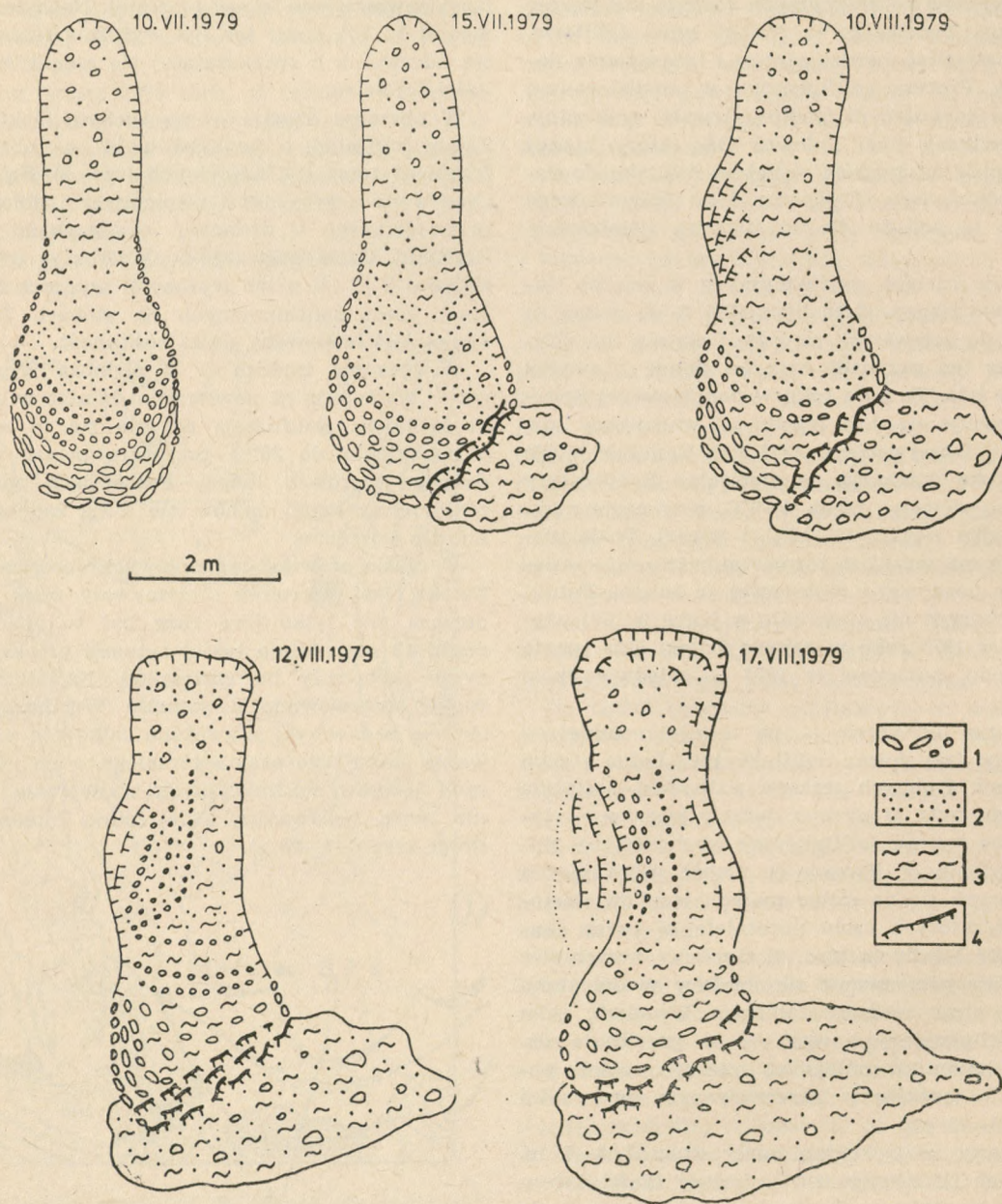
Podobne wartości ruchu zanotowano w przypadku fragmentu teras soliflukcyjnych. Zostały one uruchomione dopiero pod koniec sierpnia i przesunęły się w dół stoku na odległość 3–4 cm (ryc. 4).

We wszystkich przypadkach zauważono, że ruchowi

w dół stoku podlegała tylko powierzchniowa warstwa luźnych utworów. Na ten fakt zwrócił też uwagę L. Dutkiewicz (1961) podając, że miąższość tej warstwy wynosi 20–25 cm. Autor ten podaje również, że średnia prędkość przesuwania się jeziorów soliflukcyjnych wynosi 5–10 cm/rok. Są to więc wartości zbliżone do stwierdzonych w 1979 roku, przy czym należy pamiętać, że te ostatnie nie obejmują okresu wiosny, kiedy intensywnie topi się śnieg, dostarczając do przypowierzchniowych partii gruntu wiele wilgoci.

Drugi jezior soliflukcyjny (2) na terasie morskiej jest formą młodą, której rozwój obserwowano od momentu jej powstania (9 lipca 1979 r.) aż do chwili ustania ruchu zwietrzeli-ny wskutek zamarznięcia (pod koniec sierpnia tego roku). Przebieg i etapy rozwoju tej formy przedstawiono na ryc. 5.

Przyczyną powstania omawianego jeziora soliflukcyjnego, który wykształcił się i zachowywał podobnie do jeziorów osuwiskowych, był obfity 4-godzinny opad deszczu w wysokości około 13 mm w dniu 8 lipca



Ryc. 5. Etapy i rozwój jeziora soliflukcyjnego na zboczu dolinki przecinającej powierzchnię terasy morskiej: 1 — głaziki i kamienie, 2 — utwory piaszczyste, 3 — utwory ilasto-gliniaste, 4 — przebieg krawędzi

1979 r. Wytworzyła się wówczas forma długości około 7 m z wyraźnie wykształconą niszą oderwania i klasycznym jezorem błotnym. Nisza miała około 1 m szerokości i ok. 20 cm głębokości. Wyniesiony został z niej w dół stoku materiał gliniasty z drobnymi głazikami, tak że na jej nierównym dnie pozostało kilka bezładnie ułożonych kamieni. Wyniesiony materiał uformował jezor błotny o szerokości około 2 m. Miąższość osadów wzrastała w kierunku czoła jezora, które osiągnęło wysokość ok. 40 cm. Ruch przepojonej wodą zwietrzeli sprowadził bardzo charakterystyczne ułożenie materiału, którego główną cechą była jego wyraźna segregacja. Czoło jezora tworzyły półkolistie ułożone większe okruchy skalne i w miarę przesuwania się w kierunku niszy wielkość tego materiału malała (żwir, piasek, ily). Wolne przestrzenie między głazami i żwirem wypełniał płynny, szybko gęstniejący il.

Dalszy rozwój omawianego jezora związany był z kolejnymi opadami deszczu. Pięciogodzinna ulewa 14 lipca 1979 r. (spadło wówczas 12,8 mm opadu) spowodowała głównie przemodelowanie czoła jezora. Zwiększone ilości wody spowodowały rozplywanie się tej formy, a na jej przedpolu wytworzyła się błotnisto-gruzowa pokrywa. Następne drobne opady przyczyniały się do jej powiększania. Po deszczu 9 sierpnia (4,5 mm) zaobserwowano podcięcie prawego zbocza jezora i wyniesienie stamtąd materiału w dół, wreszcie ostatni nieco obfity opad, który miał miejsce 16 sierpnia (4 mm), spowodował wyraźne poszerzenie się niszy i jej cofnięcie w górę stoku o około 0,5 m. Skutkiem tego opadu było również zniekształcenie górnego fragmentu jezora (wygięcie w lewo), znaczne

zniszczenie czoła i powiększenie się obszaru zajmowanego przez pokrywę błotnisto-gruzową.

Należy zaznaczyć, że potok płynący dnem dolinki, na której zboczu wytworzył się opisany jezor soliflukcyjny, nie miał żadnego udziału w niszczeniu czoła tej formy, gdyż płynął w odległości 10 m od niej.

W opisaną wyżej postaci jezor soliflukcyjny został „zakonserwowany” przez mróz i przetrwał do następnej wiosny i lata, kiedy nowa dostawa wilgoci z topniejących śniegów oraz z deszczów spowoduje ponowne zsuwanie się odmarzniętej zwietrzeli w dół stoku.

Na powierzchniach stokowych w rejonie Zatoki Gås obserwowano więc procesy soliflukcyjne, które zachodziły z różną intensywnością. Zróżnicowane prędkości przemieszczania się zwietrzeli związane są tutaj z odmienną budową i właściwościami podłoża. Najszybciej spływały te osady, które potrafiły wchłonąć w siebie i zatrzymać większe ilości wody, najwolniej zaś te, które były praktycznie przepuszczalne. Oprócz budowy geologicznej istotną rolę w prędkości spływania zwietrzeli odgrywa również roślinność, nachylenie stoków oraz — oczywiście — wielkość opadów.

Soliflukcja jest najpowszechniejszym, jak zauważa A. Jahn (1970), procesem kształtującym wszystkie stoki w warunkach klimatu subpolarnego południowego Spitsbergenu. Powoduje ona, że stoki wyraźnie płyną a ich materiał zasypuje utwory o odmiennej genezie. Proces ten prowadzi do spłaszczenia stoków, do zmniejszania deniwelacji terenowych, co jest istotą denudacji.

JAN BOKSA (Kraków)

NAGRODA NOBLA W DZIEDZINIE CHEMII ZA 1981 ROK

Kenichi Fukui z Japonii i Roald Hoffmann ze Stanów Zjednoczonych otrzymali wspólnie Nagrodę Nobla w dziedzinie chemii za rok 1981 za całość swych prac na polu kwantowo-mechanicznych badań nad mechanizmami reakcji chemicznych. Profesor Fukui urodził się w prefekturze Nara w Japonii w 1918 r. Ukończył Uniwersytet w Kioto, a następnie pozostał w nim poświęcając się pracy naukowej. Profesor Hoffmann urodził się w Złoczowie w Polsce w 1937 roku. Studia chemiczne ukończył na Uniwersytecie Harvardzkim, gdzie pracował następnie w latach 1962—1965. Od 1966 r. pracuje na Uniwersytecie w Ithaca. Obydwaj ci uczeni odegrali wiodącą rolę w rewolucyjnej zmianie naszych poglądów na mechanizmy reakcji chemicznych wielu klas związków chemicznych.

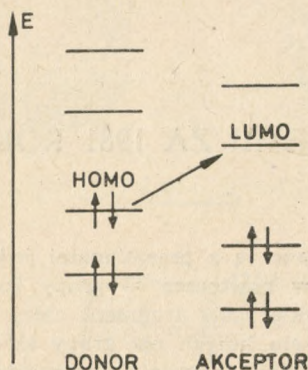
Jednym z podstawowych celów pracy chemika jest przewidywanie biegu reakcji chemicznej w określonych, zadanych warunkach. Możliwe jest to tylko wtedy, gdy znany jest mechanizm zachodzących przemian. W miarę rozwoju badań tych mechanizmów rozpoznano różne typy reakcji. Najogólniej podzielić je można na dwie klasy: zachodzące poprzez jonowy i poprzez rodnikowy stan przejściowy. Obydwie klasy

reakcji związane są z przemianami jednego centrum reakcyjnego w cząsteczce — grupy funkcyjnej stanowiącej zwykle mały fragment całej cząsteczki. Są to spośród wielu innych np. grupy kwasowe, hydroksylowe, aminowe, chlorowce czy podwójne wiązanie. Jednakże wiele reakcji nie można było sprowadzić do prostych przemian grup funkcyjnych i zakwalifikować do jednej z powyższych grup. W procesach tych przemiany dotyczą bardziej złożonych oddziaływań, a cząsteczki biorące w nich udział muszą być rozpatrywane jako całość. Reakcje te nie zachodzą poprzez wytworzenie związków pośrednich, lecz poprzez przemieszczenie elektronów w cztero- lub sześciocentrowym cyklicznym stanie przejściowym. Określono je jako procesy wielocentrowe, zachodzące w sposób jednoczesny. Literatura anglosaska używa na określenie tych reakcji terminu „concerted reactions” co tłumaczono jako „reakcje jednoczesne” lub „reakcje synchroniczne”. Obecnie w języku polskim przyjmuje się na ich określenie termin „reakcje uzgodnione” jako bardziej adekwatny do jego znaczenia.

Od kilku ostatnich dziesiątków lat teoretyczne rozważania tych reakcji oparte są na teorii orbitali

molekularnych. Podobnie jak definiujemy orbitale atomowe dla elektronów atomu, określamy orbitale molekularne dla elektronów cząsteczek jako liniową kombinację orbitali atomowych, przy czym każdy orbital molekularny może być obsadzony przez co najwyżej 2 elektrony o przeciwnych spinach. Każdemu orbitalowi molekularnemu odpowiada pewien, różny dla każdego, poziom energii. Orbitale o niższych energiach są obsadzone przez elektrony, natomiast wyższe energetyczne są wolne. Najwyższy spośród zajętych orbitali molekularnych oznaczony jest skróto-wo HOMO (ang. Highest Occupied Molecular Orbital), a najniższy wolny orbital molekularny LUMO (ang. Lowest Unoccupied Molecular Orbital).

W początkach 1940 roku Fukui wysunął twierdzenie, że HOMO i LUMO odgrywają dominującą rolę w reakcjach chemicznych i nazwał je orbitalami granicznymi (ang. frontier orbitals). W części polskich publikacji można spotkać się z terminem „orbitale frontalne”. Twierdzenie Fukuiego było początkowo intuicyjne, lecz wkrótce liczne fakty potwierdziły je. W tym samym czasie Devar określił ilościową rolę orbitali molekularnych w kilku klasach nienasyconych i aromatycznych węglowodorów, a Mülliken rozwinął teorię kompleksów donorowo-akceptorowych. Powiązanie tych osiągnięć z twierdzeniem Fukuiego dało nowy pogląd na wiele reakcji chemicznych. W reakcjach tych jeden reagent (donor) posiada na granicznym orbitalu HOMO elektron o wysokiej energii, łatwy do oderwania, podczas gdy drugi (akceptor) posiada wolny orbital LUMO o względnie niskiej energii i może łatwo przyjąć elektron. Różnica energii pomiędzy HOMO donora i LUMO akceptora decyduje o barierze energetycznej reakcji



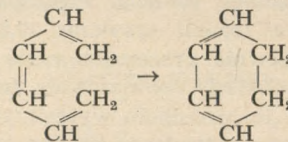
Ryc. 1. Poziomy energetyczny reagentów donora i akceptora pokazujące najważniejsze przejście pomiędzy HOMO i LUMO

i im jest niższa, tym reakcja łatwiej zachodzi. Schematycznie przedstawia to ryc. 1. Koncepcja Fukuiego znalazła tu pełne potwierdzenie. Fukui stosując tę metodę do badania reaktywności skondensowanych węglowodorów aromatycznych oraz polimeryzacji wolnorodnikowych wyjaśnił przebieg uprzywilejowanych reakcji, trudny do przyjęcia według wcześniej poznanych mechanizmów. Obecnie metoda orbitali granicznych Fukuiego jest często używana jako wskazówka ułatwiająca przewidywanie i zrozumienie biegu reakcji. Ostatnio Fukui uogólnił swoją koncepcję i zastosował ją do trzech i więcej reagujących ze sobą równocześnie cząsteczek.

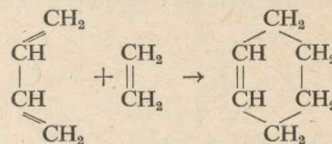
Następnym ważnym etapem prac nad wyjaśnieniem mechanizmu reakcji uzgodnionych było opubli-

kowanie w 1965 roku przez Woodwarda i Hoffmanna reguł zachowania symetrii w reakcjach pericyklicznych, które wyjaśniły wiele zagadkowych do tego czasu obserwacji. Reakcjami pericyklicznymi nazywali oni reakcje zachodzące bez pośrednich stanów jonowych lub rodnikowych, w których tworzą się i są zrywane dwa lub więcej wiązań w jednym cyklicznym stanie przejściowym i w których stereochemia zależy od całkowitej liczby elektronów biorących udział w reakcji. Trzy zasadnicze typy reakcji pericyklicznych noszą nazwy: reakcji elektrocyklicznych, cykloaddycji i reakcji sigmatropowych.

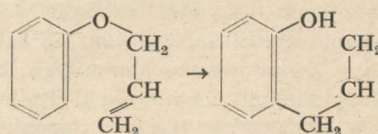
W reakcjach elektrocyklicznych cząsteczki posiadające system złożony z n elektronów π zostają przeprowadzone w układ pierścieniowy posiadający $n-2$ elektrony π i jedno nowe wiązanie σ . W odwrotnej kolejności zachodzi elektrocykliczne otwarcie pierścienia (reakcja odwrotna). Przykładem tej reakcji jest zamknięcie heksatrienu do cykloheksadienu:



Cykloaddycja jest procesem, w którym dwa lub więcej substratów zawierających wiązania podwójne lub potrójne łączy się w trwałą cząsteczkę cykliczną z wytworzeniem dwóch lub więcej wiązań σ . Przykładem tej reakcji jest powstawanie cykloheksenu z butadienu i etanu w najprostszej reakcji Dielsa-Aldera:

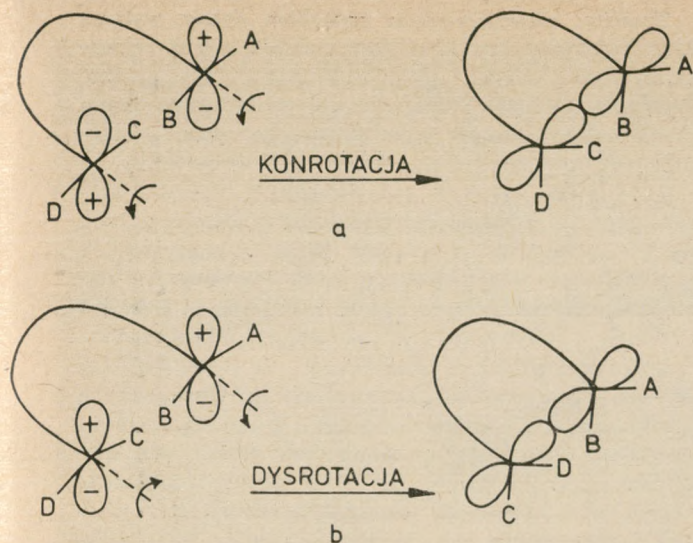


Reakcje sigmatropowe to takie procesy, w których ulega przemieszczeniu wiązanie σ poprzez system π -elektronowy z wytworzeniem cyklicznego stanu przejściowego. Przykładem takiej reakcji jest przegrupowanie Cleisena — przejście eteru alilowo-fenylowego w 2-allylofenol:



Śledząc stereochemiczny przebieg reakcji pericyklicznych Woodward i Hoffmann stwierdzili, że zamykanie pierścienia następuje przez nakładanie się jednoimiennych gałęzi (o tym samym znaku funkcji falowej) orbitali p skrajnych atomów systemu π — elektronowego. Zamykanie pierścienia może nastąpić na dwóch drogach — przez obrót końcowych orbitali w jednym kierunku (obydwa w prawo lub obydwie w lewo, ryc. 2a) i nosi nazwę konrotacji lub przez obrót w przeciwnych kierunkach (obydwa do środka lub obydwie na zewnątrz, ryc. 2b) i nosi nazwę dysrotacji.

W wyniku tych dwóch różnych sposobów zamykania pierścienia powstają produkty o różnej budowie przestrzennej — w pierwszym przypadku podstawniki A i C po jednej stronie płaszczyzny pierścienia, w drugim zaś po przeciwnych jej stronach. Te dwa pro-



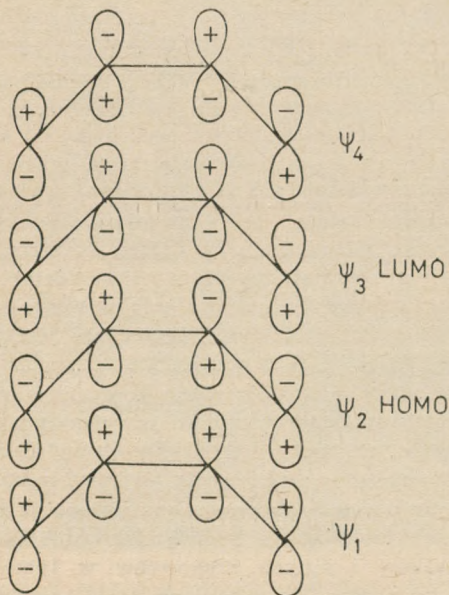
Ryc. 2. Wytworzenie wiązania przez nałożenie się dodatnich gałęzi orbitali p przez obrót a) w tę samą stronę — cyklizacja przez konrotację, b) w przeciwną stronę — cyklizacja przez dysrotację

cesy są rozróżnialne tylko wtedy, gdy podstawniki A i C (lub B i D) są różne.

Reakcje pericykliczne, które omówione zostaną na przykładzie elektrocyklicznego zamykania pierścienia, mogą być procesami termicznymi lub fotochemicznymi. Reakcja termiczna zachodzi pod wpływem podwyższonej temperatury, a stan reagującej cząsteczki odpowiada najwyższemu zajętemu orbitalowi molekularnemu w stanie podstawowym (HOMO). Reakcja fotochemiczna zachodzi pod wpływem pochłonięcia przez cząsteczkę kwantu promieniowania $h\nu$ i przeniesienia w reagującej cząsteczce jednego z elektronów na najniższy niezajęty orbital molekularny (LUMO).

Układy π -elektronowe czyli układy sprzężonych wiązań podwójnych dzielimy na dwie grupy. Do jednej z nich należą układy zawierające $4n$ elektronów π , a do drugiej układy zawierające $4n+2$ elektronów π dla $n=0, 1, 2, 3, \dots$

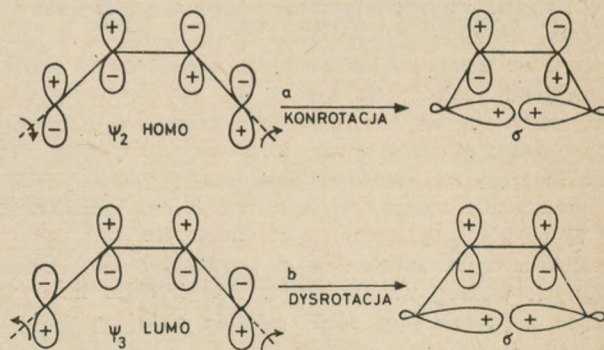
Budowa orbitali molekularnych butadienu stanowi przykład układu zawierającego $4n$ elektronów π dla $n=1$:



Ryc. 3. Orbitale molekularne butadienu

Orbital molekularny ψ_2 jest najwyższym obsadzonym orbitalem w stanie podstawowym (HOMO), a orbital ψ_3 jest najniższym wolnym orbitalem (LUMO), na który zostaje przeniesiony elektron w reakcji fotochemicznej. Zamknięcie pierścienia butadienu do cyklobutenu w wyniku procesu termicznego może nastąpić w wyniku nałożenia się dodatnich gałęzi skrajnych orbitali atomowych p orbitalu molekularnego ψ_2 w procesie konrotacyjnym (obróć w tym samym kierunku, ryc. 4a), natomiast cyklizacja fotochemiczna następuje przy udziale wzbudzonego orbitalu ψ_3 , gdzie nałożenie się dodatnich gałęzi orbitali p może nastąpić tylko w procesie dysrotacyjnym (ryc. 4b).

Proces zamknięcia pierścienia w układzie $4n+2$ elektronów π można prześledzić na przykładzie cy-



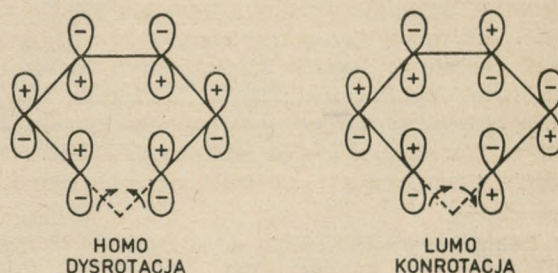
Ryc. 4. a. Termiczna cyklizacja konrotacyjna butadienu; b. fotochemiczna cyklizacja dysrotacyjna butadienu

klizacji heksatrienu do cykloheksadienu. Dla heksatrienu przedstawiono tylko budowę granicznych orbitali HOMO i LUMO oraz zaznaczono kierunki obrotu skrajnych orbitali p. Jak widać na ryc. 5 w tym przypadku termiczne zamknięcie pierścienia (HOMO) zachodzi przez dysrotację, a fotochemiczne (LUMO) przez konrotację.

Zestawiając reguły wyboru dla reakcji elektrocyklicznych otrzymano poniższą tabelę.

Liczba elektronów π	Przebieg reakcji termicznej	Przebieg reakcji fotochemicznej
$4n$	konrotacja	dysrotacja
$4n+2$	dysrotacja	konrotacja

Na podstawie tego zestawienia można przewidzieć sposób cyklizacji polieny lub otwarcia pierścienia i określić stereochemię powstającego produktu. Liczne przebadane przykłady potwierdziły powyższe reguły wyboru. Z danych tych wynika, że wielkość sys-



Ryc. 5. Orbitale molekularne HOMO i LUMO heksatrienu. Cyklizacja termiczna (HOMO) z dysrotacją, a fotochemiczna (LUMO) z konrotacją

temu π -elektronowego oraz droga prowadzenia reakcji determinują przestrzenną budowę produktu.

Drugim alternatywnym sposobem wyboru kierunku reakcji jest analiza tzw. diagramów korelacyjnych. Przy sporządzaniu ich orbitale molekularne substratu i produktu reakcji zestawia się według rosnących energii i klasyfikuje jako symetryczne lub antysymetryczne według wybranego elementu symetrii (najczęściej jest to płaszczyzna przechodząca przez środek cząsteczki i prostopadła do osi cząsteczki). Każdy z orbitali substratu przekształca się w orbital produktu, przy czym korzystne jest dla tworzenia się produktu reakcji, aby orbitale zajęte substratu przeszły w orbitale zajęte produktu. Korelacje odpowiednich orbitali opierają się na dwóch regułach:

1) reguła zachowania symetrii wymaga, aby każdy orbital molekularny zachował swoją symetrię w stosunku do elementu symetrii występującego w całym przebiegu reakcji, to znaczy, że np. jeżeli orbital molekularny substratu był symetryczny w stosunku do określonej płaszczyzny, to po zajściu reakcji odpowiadający mu orbital molekularny produktu będzie również symetryczny w stosunku do tej płaszczyzny;

2) reguła nieprzecinania się mówi, że dla orbitali molekularnych substratów i produktów uporządkowanych według wzrastających energii dwie linie łączące odpowiadające sobie orbitale o tej samej symetrii nie powinny się przecinać.*

Analiza diagramów korelacyjnych prowadzi do stwierdzenia, że pewne reakcje spełniające określone warunki symetrii będą zachodzić z łatwością i noszą nazwę symetrycznie dozwolonych, a inne, nie spełniające tych warunków nie mogą zachodzić i są określone jako symetrycznie wzbronione. Wyniki uzyskane tą metodą są identyczne, jak powyżej przedstawione w tabeli z analizy orbitali granicznych.

Trzecim, alternatywnym sposobem oceny wyboru kierunku reakcji ze względu na symetrię jest rozważanie aromatycznego stanu przejściowego. Charakterystyczną cechą tej metody jest traktowanie stanu przejściowego reakcji jako cyklicznego systemu orbitali w formie stabilizowanej chmury elektronowej dla $4n$ i $4n+2$ elektronów π . Koncepcję tę rozwinął szeroko Hückel, stwierdzając szczególne własności układu $4n+2$ elektronów π (trwały układ aromatyczny).

Rozwinięcie teorii Hückla przez Fukui'ego, a następnie Hoffmanna opisujących własności $4n$ i $4n+2$ systemów elektronów π pozwoliło Woodwardowi i Hoffmannowi na sformułowanie ich teorii symetrii orbitali jako zespołu prostych reguł. Ważną cechą stosowania reguł symetrii orbitali i metody orbitali granicznych do badań mechanizmów reakcji jest możliwość przewidywania, czy dany proces ma szansę zajścia oraz określenia jego mechanizmu i stereochemii bez uciekania się do skomplikowanych i często bardzo kosztownych obliczeń komputerowych. Metody te znalazły liczne zastosowania w śledzeniu wielu procesów zachodzących w organizmach żywych, wyjaśniając często wysoce specyficzny przebieg tych reakcji, kiedy to z licznych możliwych powstaje tylko jeden stereoisomer danego związku. Znakomitym przykładem jest tu wyjaśnienie skomplikowanych przejść związanych z fotochemicznym tworzeniem się kalceferolu (witaminy D).

Jako następstwo tych odkryć rodzą się nowe drogi syntezy organicznej, nowe metody badań niedostępnych dotąd struktur organicznych i organometalicznych i nowy sposób podejścia do analizy mechanizmów reakcji chemicznych. Jedną z ostatnich prac Hoffmanna wskazuje, że podobne reguły będzie można zastosować do badań związków i reakcji nieorganicznych.

ANTONI ŚMIAŁOWSKI (Kraków)

HUBEL I WIESEL — LAUREACI NAGRODY NOBLA ZA BADANIA NAD UKŁADEM WZROKOWYM

Nagroda Nobla w dziedzinie fizjologii w roku 1981 przyznana została za opracowanie dwu problemów. Jedną jej połowę otrzymał R. W. Sperry (Wszczęświat) za zbadanie współdziałania półkul mózgowych człowieka, drugą natomiast otrzymali dwaj badacze, których nazwiska występowały zwykle razem w publikacjach naukowych: Dawid Hubel i Torsten Wiesel. Połączył ich obu wspólny problem badawczy — kodowanie i przetwarzanie w mózgu informacji wzrokowej. Jak wielu laureatów nagrody Nobla, pracujących obecnie w Stanach Zjednoczonych, nie są oni rodowitymi Amerykanami: Hubel urodził się w Kanadzie, Wiesel w Szwecji, a wspólne badania rozpoczęli w Stanach Zjednoczonych ponad 20 lat temu. Obecnie pracują nadal na Uniwersytecie Harvarda

w Bostonie, gdzie obaj są profesorami neurobiologii. Przez cały ten okres zajmowali się problemem przetwarzania obrazu odbieranego przez siatkówkę na impulsy nerwowe, śledzili też ich wędrówkę od siatkówki do kory wzrokowej. Badania takie wykonuje się przy użyciu techniki mikroelektrodowej wymagającej od eksperymentatora dużej precyzji, pomysłowości oraz zgrania pracy wielu urządzeń elektronicznych. Wszczepiając mikroelektrody w różne odcinki szlaku wzrokowego lub do neuronów pola wzrokowego kory mózgowej rejestrowali oni potencjały elektryczne, które pojawiały się tam pod wpływem przedstawienia kotu lub, rzadziej, małpie różnych prostych obrazów. Obrazy te były wyświetlane w ciemnym pokoju z projektora, na specjalny okrągły ekran umocowany niedaleko od głowy zwierzęcia. W ten sposób przebadali całą drogę, jaką przebywa informacja wzrokowa od siatkówki aż do kory wzrokowej znajdującej się u ssaków i innych kręgowców w tylnej części półkuli mózgowej. W badaniach tych używane były obrazy proste lub o niewielkim stopniu komplikacji.

* Dokładne przedstawienie powstawania i interpretacji diagramów korelacyjnych oraz analizy reagujących ze sobą dwóch odrębnych cząsteczek wykracza poza ramy tego artykułu, a zainteresowani czytelnicy mogą je znaleźć w artykułach B. Sliwy: Wiadomości Chemiczne 1971, 1977, 1978.



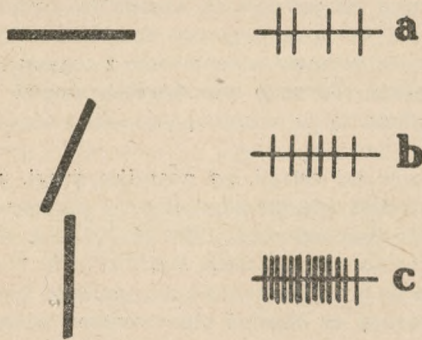
III. KOŁOSZ WIELOBARWNY *Araneus ceropegius* Walck. Fot. W. Strojny



IV. ŻERUJĄCE GOŁĘBIE WĘDROWNE

Podczas doświadczeń zwierzęta były unieruchomione, istniała więc możliwość takiego rzutowania obrazów na ekran, aby trafiał on w określone miejsce siatkówki. Dalsza komplikacja tych doświadczeń polegała na trudności w dobraniu takiego obrazu, na który komórka nerwowa, w której umieszczono elektrodę, reagowała zmianą impulsacji (ryc. 1). Używane obrazy przedstawiały najczęściej linie proste, nachylone pod różnymi kątami, czy też pola, w których centrum było jasne a części peryferyczne ciemne lub odwrotnie. Stosowano też bardziej złożone figury.

Pierwszym odkryciem Hubla i Wiesla było stwierdzenie istnienia mechanizmu regulacji poziomu wrażliwości czopków i pręcików siatkówki na światło. Mechanizm ten znajduje się bezpośrednio w siatkówce i powoduje natychmiastowe obniżenie wrażliwości czopków i pręcików podczas intensywnego oświetlenia. Dalsze badania dotyczyły organizacji funkcjonal-



Ryc. 1. Generowanie impulsów elektrycznych przez pojedynczą komórkę kory wzrokowej kota pod wpływem oglądania przez kota linii pod różnymi kątami: a — brak reakcji na linię poziomą, b — słaba reakcja na linię pod kątem bliskim 90° , c — silna reakcja na linię pionową (Wg Hubel i Wiesel, 1962)

nej siatkówki. Liczne elementy światłoczułe siatkówki, czopki i pręciki dokonują rozdzielania oglądanych obrazów na szereg pojedynczych punktów, ale już w drugiej warstwie komórek nerwowych siatkówki następuje zorganizowane scalenie tych pojedynczych informacji, gdyż każdy neuron tej warstwy otrzymuje informacje z kilku czopków i pręcików. Ostatecznie zakodowane jako impulsy nerwowe elementy obrazu dochodzą do kory wzrokowej (pole 17 wg Brodmanna). Neurony korowe są już w małym stopniu wrażliwe na intensywność oświetlenia, reagowały one

tak długo jak obraz był widoczny. Hubel i Wiesel odkryli w korze wzrokowej istnienie dwu typów komórek nerwowych. Pierwszy z nich, reagujący na proste elementy obrazu określono mianem komórek prostych. Odpowiadały one impulsami na optymalnie zorientowane linie padające na odpowiednie miejsce siatkówki. Znalaziono je w IV warstwie kory wzrokowej. Druga grupa komórek była bardziej specyficzna. Należące do niej komórki, mniej wrażliwe na położenie linii, to tak zwane komórki złożone. Reagują one tak jakby otrzymywały informacje z kilku komórek prostych. Ich impulsacja jest maksymalna, gdy linia położona jest pod odpowiednim, preferowanym przez daną komórkę kątem. Chociaż niewiele wiadomo o bezpośrednim związku tych dwu typów komórek z percepcją wzrokową stanowią one niewątpliwie wczesne stadium mózgowej analizy obrazów.

Obecni laureaci zajmowali się także problemem percepcji wzrokowej u młodych kotów. Zwierzęta te rodzą się ślepe, istnieje więc możliwość ograniczenia ich doświadczeń wzrokowych od urodzenia przez zubożenie otoczenia lub ukierunkowanie wrażeń wzrokowych. W tym celu grupie kotów po urodzeniu przesłaniano jedno oko w sposób trwały, tak że po jego otwarciu możliwe było dostrzeżenie jedynie światła i cieni, lecz kształty przedmiotów były rozmyte. Nieodslonięcie tego oka w określonym momencie rozwoju powodowało nieodwracalne zaburzenia analizy wrażeń wzrokowych w wieku starszym. Dla kotów okres krytyczny rozwoju analizy wzrokowej wypadł w wieku 3–5 tygodni. Oko przesłonięte w tym okresie pozabawione było po odslonięciu analizy korowej obrazu. Chociaż jego połączenia nerwowe były nadal zachowane i przekazywały informacje wzrokowe do mózgu, informacje te nie były jednak analizowane na poziomie korowym. Istniała więc u tych kotów ślepota funkcjonalna, pomimo sprawnego oka oraz zachowania jego połączeń nerwowych. Doświadczenia te wykazały po raz pierwszy u zwierząt wyższych, że doświadczenie może wpływać na rozwijanie się czynności mózgu.

Prowadzone przez wiele lat doświadczenia Hubla i Wiesla były bardzo pomysłowe chociaż mało spektakularne dla laików i wniosły wiele nowego w naszą wiedzę o percepcji wzrokowej na poziomie korowym. Prawdopodobnie podobna komplikacja ma miejsce także w układzie słuchowym i innych systemach zmysłowych. Zwrócili też uwagę na ważną rolę doświadczenia w rozwoju funkcjonalnym mózgu.

PRZEGLĄD NAUK NEUROBIOLOGICZNYCH

Odrodzenie elektrofizjologii neuronu

Neurony są niezwykle ciekawymi komórkami, które przemieniają napływające do nich sygnały w sygnały wychodzące kilkanaście milimetrów, a czasem i dalej, od miejsca wejścia. Niewątpliwie odrodzeniu neurofizjologii sprzyjał niesłychany rozwój technik badawczych, ale u podstaw tego odrodzenia leży fakt, że w ciągu ostatnich 15 lat neurobiolodzy zdołali wypracować sobie zgodny pogląd na mechanizm działania neuronu. Mimo tego elektrofizjologia pozostawa-

ła nauką hermetyczną, głównie dlatego, że jej adepci sami nie potrafili wyjaśnić, dlaczego zmiana potencjału na zewnątrz neuronu wyzwala bądź hamuje aktywność wewnątrz komórki nerwowej.

Podobnie jak i inne komórki, neurony są tworam, których charakterystyczne właściwości wywodzą się z mechanizmów służących do sprzeciwiania się prawom termodynamiki, dążących do zmniejszania a nie zwiększania entropii. Stężenie jonów potasu we wnętrzu neuronu jest wyższe, a stężenie jonów sodu niższe niż wynikałoby to ze stężeń tych jonów w środo-

wisku otaczającym neuron. Nawet znajdując się w stanie niewzbudzonym muszą więc neurony wydłukować energię metaboliczną, aby utrzymać istniejący stan rzeczy.

Błona neuronalna otacza przestrzeń, w której potencjał elektryczny jest niższy od otoczenia o 50–60 mV. Gdy do błony tej przyłożymy potencjał elektryczny, wystąpi klasyczne zjawisko elektrofizjologiczne — krótki przepływ prądu do wnętrza komórki poprzez błonę, po którym występuje mniej intensywny przepływ prądu w kierunku przeciwnym. Ten efekt jest wynikiem przepływu jonów: napływ jonów sodowych do neuronu i, wolniej narastający, wypływ jonów potasowych z komórki nerwowej. Jony sodowe, potasowe, a także i inne, przepływają przez błonę neuronu specjalnymi kanałami. Budowa tych kanałów, znajdujących się na całej długości wypustek neuronu, jest przedmiotem intensywnych badań. Stwierdzono, że przechodzenie jonów przez kanały zależy od napięcia (potencjału błonowego), ale nie znamy jeszcze wyjaśnienia tego zagadnienia na poziomie biologii molekularnej.

Natomiast przez stworzenie modelu elektrotechnicznego można wyjaśnić propagację sygnałów elektrycznych wzdłuż długich wypustek. Własności elektryczne błony komórkowej można przedstawić jako serię równoległych połączonych oporników i kondensatorów, położonych pomiędzy dwoma równoległymi liniami przewodzącymi prąd — cytoplazmą i środowiskiem zewnętrznym. Elektryczne własności neuronu mogą być, przynajmniej w zasadzie, zależne od molekularnych własności ich części składowych. W ten sposób można, np., łatwo wytłumaczyć fakt, że impulsy elektryczne są szybciej przesyłane we włóknach zmielinizowanych: wypustki otoczone mieliną, dielektrykiem, mają mniejszą pojemność i wobec tego, zgodnie z prawami elektrotechniki, przewodzą sygnały szybciej.

Jak widać, chociaż nie istnieje jeszcze żaden szczegółowy i wierny model funkcjonowania neuronu, pewien model został już wypracowany. Model ten, pozostający w zgodzie z prawami fizyki i zjawiskami neurofizjologicznymi, sugeruje, w jakim kierunku należy dalej prowadzić badania elektrofizjologiczne.

W ciągu ostatnich paru lat Neher i Sakmann opracowali technikę pomiaru przepływu jonów przez bardzo małe fragmenty („łatki”) błony komórkowej. Obecnie technikę tę stosuje się, używając mikropipety o średnicy 0.3–0.5 μm . Taką mikropipetę przykładano do ściany komórki nerwowej i wsysa do wnętrza pipety mały fragment błony. To wessanie (bez zerwania błony) powoduje zmniejszenie do minimum upływów prądu. Przy pomocy odpowiedniego układu elektrycznego, działającego na zasadzie sprzężenia zwrotnego, można utrzymywać stały potencjał błonowy w obszarze łatki. Technika ta, zwana zaciśnięciem potencjału („voltage clamp”), umożliwia pomiar prądu wywołanego przepływem jonów niezależnie od zmian pojemności elektrycznej błony.

Badania swoje prowadził Neher wraz z współpracownikami początkowo na włóknach mięśniowych, wykazując, że obszary o powierzchni ok. 3 μm^2 zawierają niewielką liczbę, zapewne tylko jeden kanał jonowy otwierany pod wpływem neuromediatora płytki nerwowo-mięśniowej, acetylcholino. Kanał taki pozostaje otwarty przez kilka milisekund, poczem zamyka się spontanicznie. Okres, przez który kanał po-

zostaje otwarty, może trwać różnie długo; rozkład statystyczny tego zjawiska jest opisany krzywą wykładniczą. Po paru sekundach nieustannego wystawiania na działanie acetylcholino kanał przestaje reagować na neuromediator, ale po kilku sekundach przerwy wrażliwość wraca samoistnie.

Badania prowadzone na łatkach błony neuronalnej pozwoliły na rozszerzenie doświadczeń na neurony o normalnych wymiarach. Dotychczasowe bowiem techniki, w których trzeba było wprowadzić elektrodę do wnętrza komórki, mogły być prowadzone na specjalnych neuronach, o dużych rozmiarach, jak np. neurony olbrzymie mątwy. Wciąż jednak nie umiemy jeszcze badać przepływu jonów w neuronach stanowiących część nie zniszczonego systemu nerwowego.

Stosując nowoczesne techniki potwierdzono wcześniejsze oszacowania wydajności kanałów jonowych: otwarte kanały przepuszczają w ciągu jednej milisekundy 15–30 tys. jonów. Otwarcie następuje w kilka mikrosekund po zadziałaniu cząsteczki acetylcholino. Wydaje się, że w analogiczny sposób działają receptory acetylcholinowe wyizolowane z organu elektrycznego dżdżownicy (*Torpedo mormorata*), nawet wówczas gdy wtopione są w sztuczną podwójną warstwę lipidową.

Trudno w tej chwili, na początku drogi, przewidywać, jak wiele uda się uzyskać przy pomocy tej techniki elektrofizjologicznej. Chociaż badania prowadzone są obecnie na włóknach mięśniowych, wydaje się, że można je będzie przenieść na neurony. Obecne wyniki wskazują, że chociaż obserwowane własności kanałów jonowych jakościowo zgadzają się z teoretycznymi rozważaniami Hodgkina i Huxleya, twórców nowoczesnej elektrofizjologii (i laureatów nagrody Nobla w 1963 r.), występują niezgodności natury ilościowej, które mogą mieć istotne znaczenie dla dalszego rozwoju teorii.

Można się spodziewać, że zastosowanie techniki „łatek” pozwoli bezpośrednio mierzyć własności neuronów zbyt małych, aby można umieszczać elektrody w ich wnętrzu, oraz badać wpływ różnych związków chemicznych i leków na przepuszczalność błony neuronalnej dla jonów. Wstępne doświadczenia wskazują, że działanie leków znieczulających miejscowo (takich, jakie stosuje się przy usuwaniu zęba, np. polokainy) polega na uniemożliwieniu przepływu jonów poprzez kanały błonowe. Nie wiadomo jeszcze, czy blokada jest wynikiem fizycznego zatarasowania kanałów, czy odbywa się na drodze pośredniej, przez oddziaływanie ze specjalnymi receptorami. Być może, że stosując technikę „łatek” uda się też badać problemy obecnie zupełnie wymykające się poznaniu, takie jak wpływ środowiska wewnętrznego neuronu i jego stanu na przepływ jonów przez błony.

Jak zmusza się potas do płynięcia pod górę

Tak zwana pompa sodowo-potasowa, mechanizm zągęszczający jony potasu wewnątrz neuronu (a także innych komórek) zyskał sobie ostatnio nienajlepszą opinię. Efraim Racker i jego grupa z Cornell University wysunęli bowiem przypuszczenie, że fosforylacja enzymu odpowiedzialnego za działanie pompy sodowo-potasowej może być istotnym ogniwem w łańcuchu reakcji biochemicznych prowadzącym do no-

wotworowego bujania tkanki. Inne badania nad pompą znalazły się w ciągu ostatnich lat w cieniu polowania na aktywne receptory na powierzchni błony neuronu. Mimo tego jednak uczyniono znaczny krok w charakteryzowaniu mechanizmów molekularnych pompy.

Podobnie jak w przypadku innych komórek, wnętrze neuronu znajduje się w stanie głębokiej nierównowagi z otaczającym środowiskiem. Wydaje się to nawet niesprawiedliwością, że tak wiele czasu poświęca się obecnie neuromediatorom i ich receptorom, a więc mechanizmom dążącym do zniwelowania tej dysproporcji, podczas gdy mechanizmy odpowiedzialne za utrzymanie nierównowagi są uważane za raczej tradycyjną część biochemii.

Jedną z przyczyn tego stanu rzeczy jest zapewne fakt, że czynnik odpowiedzialny za proces wymuszania przepływu potasu „pod górę”, wbrew gradientowi stężeń, został fatalnie nazwany: nazwa „Na⁺ i K⁺ zależna ATPaza błonowa” jest chyba najmniej mówiącą (a właściwie mylącą) nazwą w słowniku biochemicznym.

Inną przyczyną może być fakt, że pompa sodowo-potasowa nie jest własnością charakterystyczną wyłącznie dla neuronów, ale występuje również poza systemem nerwowym. Zwłaszcza pełni ona doniosłą rolę w mięśniach, a z punktu widzenia klinicznego najważniejszy jest fakt, że glikozydy naparstnicy, zastąpione leki w niewydolności serca, w wyższych stężeniach blokują pompę i powodują utratę potasu przez mięsień sercowy, co zmusza do podawania choremu potasu.

We wszystkich komórkach, w warunkach normalnych, funkcja pompy polega na usuwaniu z komórki jonów sodowych i napędzania do jej wnętrza jonów potasowych. We wszystkich komórkach, także w nie pracujących aktualnie neuronach, następuje stały wpływ w kierunku równowagi termodynamicznej (przepływ „w dół”) i zadaniem pompy jest kompensacja zmian powodowanych przez te „przecieki”. W komórce nerwowej (lub mięśniowej) dodatkowo, w czasie depolaryzacji, a więc działania komórki, dochodzi do bardzo wielkiego upływu jonów K⁺ i napływu jonów Na⁺. Pompa sodowo-potasowa musi sobie szybko poradzić i z tym stanem rzeczy.

Pompa sodowo-potasowa składa się zasadniczo z dwóch molekuł białkowych. Jedna jest białkiem hydrofobowym, o masie cząsteczkowej ok. 120 tys. daltonów, druga glikoproteiną o masie 55 tys. daltonów.

Obie te składowe są ze sobą ściśle związane i ustalono, że w procesie transportu jonów Na⁺ i K⁺ biorą udział równe ilości obu typów białka, że białka te są zanurzone w błonie komórkowej, oraz że transport sodu i potasu zależy od fosforylacji tych białek przez ATP oraz od konformacyjnych zmian enzymu. Wciąż natomiast nie wiadomo, czy pompa w błonie znajduje się w postaci dimeru, czy też ściśle związanych ale odrębnych molekuł. Nie wiadomo też, czy da się utrzymać pogląd, że pompa pracuje naprzemiennie, tzn. że po usunięciu jonu Na⁺ musi nastąpić „wepchnięcie” jonu K⁺. Ostatnio przeważa pogląd, że oba jony są transportowane równocześnie. Jakkolwiek by nie było, wiadomo, że enzym jest fosforylowany w wyniku przeniesienia jednej grupy fosforanowej z cząsteczki ATP w procesie, w którym niezbędny jest udział Na⁺, zaś dla defosforylacji konieczna jest obecność K⁺. W czasie transportu jony są przez pewien czas uwięzione w strukturze białkowej. Kinetyka i termodynamika procesów związanych z tym procesem wskazuje, że każdy cykl fosforylacji-defosforylacji powoduje wyeksportowanie z komórki trzech jonów sodowych i import dwóch jonów potasowych.

Pompa sodowa w warunkach normalnych pracuje w opisanym powyżej kierunku, zmuszając potas do płynięcia pod górę bariery potencjału. Jednakże, jak w przypadku każdego enzymu, kierunek jej działania zależy od warunków reakcji, zwłaszcza stosunku stężeń substratów i produktów. Stosując specjalne systemy, np. cienie krwinek czerwonych (błony erytrocytarne po hemolizie) wykazano, że w odpowiednio dobranych warunkach doświadczalnych pompa może działać anomalnie, pompując jony w kierunkach przeciwnych, albo pompując tylko jeden z jonów.

Wiele istotnych problemów związanych z pompą sodowo-potasową pozostaje wciąż nierozwiązanych. Tak np. wiadomo, że miejsca fosforylacji enzymu, reszty kwasu asparaginowego, są analogiczne z miejscami fosforylacji pompy przepychającej „pod górę” jony wapnia. Czyżby oba enzymy miały wspólne pochodzenie ewolucyjne? Nie wiadomo także, jaki jest molekularny mechanizm blokowania pompy sodowo-potasowej przez glikozydy nasercowe. Czy wreszcie lecznicze działanie soli litu (zastępującego sód) w psychozcie maniakoalno-depresyjnej łączy się ze zmianami w działaniu pompy? Te i inne pytania, niejednokrotnie o dużym znaczeniu klinicznym, oczekują wciąż na odpowiedź.

Opracował J. G. V.

DROBIAZGI PRZYRODNICZE

Ichtiotest

Czy pstrąg będzie mógł zastąpić precyzyjne urządzenia analityczne, instalowane w celu wykrywania minimalnych ilości chemicznych zanieczyszczeń w wodzie? Już w niektórych miastach w wodociągach miejskich i stacjach pomp używa się pstrągów dla oceny jakości wody pitnej. Jest to tzw. ichtiotest.

Kilka pstrągów przetrzymuje się w stosunkowo wąskiej rurze, o stałym przepływie badanej wody. Ryby ustawiają się pyskiem pod prąd. Jeśli ryba, za pośrednictwem narządu węchu stwierdzi obecność ja-

kiejś substancji trującej, a w każdym razie drażniącej jej narząd węchu — następuje łatwa do zarejestrowania reakcja ucieczki. Jednak minimalne ilości niektórych związków chemicznych mogą być rejestrowane przez ośrodki węchowe mózgu, mimo że nie wywołują one reakcji ucieczki. Opracowano w tym celu metodę rejestrowania i uwidaczniania biopądów bezpośrednio z mózgu.

Jeśli badanie ma dotyczyć wrażeń węchowych — wykonuje się w czaszce pstrąga (pod narkozą) otwór o rozmiarach kilku milimetrów kwadratowych, przez który wprowadza się do mózgu, a dokładniej do opu-

szek węchowych (*bulbus olfactorius*) dwie elektrody platynowe, o średnicy 75 μm . Elektrody te są połączone z odpowiednim, miniaturowym urządzeniem elektronicznym, umocowanym na głowie pstrąga. Prądy czynnościowe, powstające w opuszkach węchowych pod wpływem podrażnienia narządu węchu — po odpowiednim wzmocnieniu zostają przekazane na monitor telewizyjny lub utrwalone w postaci wykresu. Otrzymujemy tzw. elektrobulbogram (EBG).

Neurofizjolodzy rejestrują na wykresie prądy pochodzące z tzw. aktywności spontanicznej, która ma miejsce przy braku jakiegokolwiek pobudzenia narządu zmysłu. Następnie wpuszcza się do wody określoną ilość znanego związku chemicznego i notuje się charakterystyczny dla niego wykres prądów czynnościowych. Z porównania na EBG wysokości amplitudy wykresu badanej substancji z wykresem prądów spontanicznych możemy oceniać siłę, z jaką dana substancja podrażnia narząd węchu, a więc i względną wrażliwość ryby na tę substancję.

Mając kilka standardowych wykresów, charakterystycznych dla interesujących nas związków chemicznych — przy pomocy ichtiotestu praktycznie możemy natychmiast dowiedzieć się o pojawieniu się w wodzie nawet śladowych ilości tej substancji.

Niektórych substancji wystarczy dosłownie kilka cząsteczek, aby już wywołać zmianę kształtu EBG.

Wykazano, że narząd węchu pstrąga jest szczególnie wrażliwy na niektóre związki naturalne, np. kwasy aminowe L-serynę i cysteinę i przy zastosowaniu różnego ich stężenia testuje się działanie urządzenia, zainstalowanego dla przeprowadzenia ichtiotestu. Również bardzo wysoką wrażliwość stwierdzono odnośnie do niektórych związków syntetycznych, np. organopochodnych rtęci, herbicydów, insektycydów. Ma to olbrzymie znaczenie praktyczne, ponieważ preparaty te są stosowane w znacznych ilościach w uprawie roli i ochronie roślin i mogą skażać zbiorniki, stanowiące zasoby wody spożywczej.

Wrażliwość węchowa pstrąga, zwłaszcza na niektóre substancje chemiczne jest zdumiewająco wysoka. Wykazano, że dla niektórych związków chemicznych zmiana wykresu EBG pstrąga może pojawić się już po 500 msec (czyli w pół sekundy) po dodaniu do wody 10 ng/l czyli 1 grama do 100 000 m³ wody!

Badane herbicydy i insektycydy były wykrywane przy pomocy ichtiotestu, jeśli ich stężenie wynosiło 10 ng/litr. Co więcej — ryba zapamiętuje substancję, z którą się już kiedyś zetknęła. Znane są przykłady rozpoznawania przez pstrągi organicznych związków rtęci w stężeniu 10–15 ng/litr w wiele miesięcy po pierwotnym zetknięciu się z tymi preparatami. Otwiera to możliwość nauczania ryby rozpoznawania niektórych, nawet bardzo specyficznych związków chemicznych i późniejsze użycie tych ryb do sygnalizowania obecności nawet minimalnych ilości tych związków. Ma to szczególne znaczenie w ocenianiu ścieków z przemysłu chemicznego i farmaceutycznego.

Czułość narządu węchu pstrąga dorównuje nowoczesnym, bardzo precyzyjnym urządzeniom elektronicznym. Tak więc połączenie ichtiotestu z odpowiednim urządzeniem elektronicznym może być skutecznym zabezpieczeniem, sygnalizującym nawet minimalne skażenia wody.

Wanda B y c z k o w s k a - S m y k

„Zabawy z grzechotnikami”

Szperając w rocznikach wychodzącego w Stanach Zjednoczonych AP dwumiesięcznika „National Wildlife”, w nr. IV–V, 1975, s. 41–44, można napotkać artykuł J. Gentry’ego, który zbadał, sfotografował i opisał fakty, jakie podajemy niżej w streszczeniu. Co roku w kilkunastu miejscowościach w zachodnim Texasie odbywają się wiosenne tzw. „zabawy z grzechotnikami”, połączone z różnymi atrakcjami (nawet konkursem piękności). Grzechotniki łowi się masowo w okolicznych terenach skalistych lub kamienistych, wtłaczając ręcznymi pompkami benzynę samochodową do jam, w których węże mogą się znajdować. Poparzone lub na wpół uduszone zwierzęta przewozi się następnie do miasta, gdzie odbywają się z nimi harce i zabawy trwające trzy dni. Węże demonstruje się publiczności i wyprawia z nimi różne sztuki: podrzucając wysoko i usiłując je łapać, ciskając nimi, deptając je oraz znęcając się w inny jeszcze sposób. Umęczone zwierzęta następnie się zabija, do 1975 r. włącznie na oczach zgromadzonego tłumu, w tym dzieci (które płacą 75 centów, podczas gdy dorośli — 1,00 dol. za wstęp na „zabawę”). Po czym w kuchni tuż obok przyrządza się steki z zabitych węży — rzekome przysmaki — dla rozgrzanej publiczności. Ekspertyza lekarska dokonana z inicjatywy jednej z licznych organizacji humanitarnych („The Humane Society of the US” w Waszyngtonie DC) wykazała, że uczestniczące w „zabawie” węże są zgłodzone (część ich przewozi się kolejno z miasta do miasta lub innych stanów). Zaś dokonane sekcje węży nieżywych, stwierdziły, że niektóre osobniki były pokaleczone, pogniecione itp. lub miały objawy zapalenia płuc, wywołane polewaniem benzyną. W taki sposób np. w Big Spring na wiosnę 1975 r. „przerzucono” ok. 2,5 tys. grzechotników, o średniej wadze 1,2 kg. Złożeniem tych ohydnych widowisk miało być: niszczenie „niebezpiecznych zwierząt” połączone z rzekomą dydaktyką (?) na ich temat i — jak wyżej — z wiosennym festynem ludowym. Charakterystyczne, że artykuł ten ukazał się bez żadnego komentarza Redakcji czasopisma.

W licznych listach otrzymanych od czytelników po ukazaniu się powyższego artykułu i opublikowanych przez czasopismo, czytamy określenia pełne oburzenia i gniewu: „niewybaczalne”, „nieprawdopodobne okrucieństwo”...

W „zabawach z grzechotnikami” jest czegoś więcej niż ponurych ech sprzed paru pokoleń ujarzmiania przy użyciu wszelkich dostępnych środków dalekiego zachodu USA. Jest tu wyładowywanie się zbrodniczych instynktów „poskromiciele” przyrody, obcej i rzekomo wrogiej białym osadnikom (a oszczędzanej i czczonej przez pierwszych Amerykanów — Indian).

Węże należą do pożytecznych zwierząt w środowisku, szczególnie prześladowanych w tym kraju. Wiele ich gatunków żywi się — jak wiadomo — przeważnie gryzoniami; grzechotniki np. do 90%. Nawet w południowym Texasie, gdzie jest wiele grzechotników, podobno więcej ludzi co roku ginie od użądlenia przez pszczoły niż od ukąszeń węży. Według M. A. Nickersona (1950) oszacowano, że możliwość ukąszenia przez jadowitego węża była w USA mniejsza niż 1:25 tys., a możliwość śmierci z tego powodu wynosiła 1:14,5 mln. Potem szanse te jeszcze zmala-

ły. Pszczoły, psy i inne zwierzęta domowe zabierają w USA co roku więcej ofiar niż węże.

Według danych z wczesnych lat siedemdziesiątych węże niektórych gatunków podlegały w Stanach Zjednoczonych ochronie: w Arizonie, Missouri, Nowym Meksyku, Pensylwanii i Wyoming. W innych stanach rozważano wprowadzenie ochrony. Grzechotniki ochronie zapewne nie podlegają, a prawa stanowe przeciwko okrucieństwu wobec zwierząt nie dotyczyły zwierząt dzikich!*

Antoni Wierzbicki

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Do zimy przygotuj się w lecie. Usuwanie śniegu z ulic miejskich. Ze sprawą pozbywania się śniegu z ulic, która w Warszawie tyle psuje krwi i tyle wymaga nakładów, zaczynają sobie obecnie w Londynie radzić w inny sposób. P. M. Clarke obmyślił przyrząd, przy pomocy którego śnieg zsypany z ulicy w doły stapia się przez ogrzewanie gazowe, a woda stąd powstająca odpływa kanatami. Zaprojektowanie takiego przyrządu, który w ciągu dnia stopić jest w stanie 80—90 metrów sześciennych śniegu zbitego, co odpowiada 350 metrom sześć. śniegu luźnego, kosztuje około 1000 rs., gdy koszt wywozu w Londynie jest trzy razy wyższy. Ważniejszym wszakże dla ruchu miejskiego względem jest szybkość tej roboty, dla tego zarząd City zamówił już dla tej dzielnicy znaczną liczbę przyrządów Clarke'a.

(S.K., Wiadomości bieżące, „Wszechświat” t. 1882, 1 320 (14 sierpnia))

Brzegi Zarumilli. W bezpośrednim sąsiedztwie rzeki gąszcz jest prawie nieprzebyte. Tworzą go liczne sploty lijan, pokręconych i poplątanych między sobą. Rozpacz to prawdziwa dla myśliwego, gdy okolicznościami zmuszony, chciałby tam kroku przyspieszyć: nieznosne lijan, jakby węże roślinne, chwytają nas to za nogi, to upiót ciała, to za szyję, tamując nam drogę na każdym kroku. Raniony ptak, którego gonimy, ucieka tymczasem piechotą, a my spoceni, bezsilni, zziębnięci, przeklinamy w duchu te same lijan, którymi przed chwilą zachwycaliśmy się jako jedną z najpiękniejszych ozdób zwirotekowych lasów.

J. Sztolerman, Wspomnienia z podróży po Peru. „Wszechświat” 1882, 1, 346 (28 sierpnia)

Opis antropologiczny Samojedów. Samojedzi należą do wielkiej grupy azyjatów północnych. Cechy ogólne tej grupy są bardzo niedokładne. Ze wszystkich części świata Azja najsilniejszych doznawała wstrząsów w zakresie swęj ludności; jej rewolucje przedhistoryczne, zanim była w komunikacji geograficznej z Europą, były zapewne nader liczne; wszystkie hordy, które z niej wyszły, jak z krateru, były koczownicze i wojownicze.

O samojedach posiadamy bardzo wiele rozpraw, ale na nieszczęście żadna niemal nie zawiera ścisłych danych antropologicznych.

Średni wzrost samojedów, wypadły z pomiarów 17 mężczyzn, przeszło 25 lat liczących wynosi 1594,11 milimetrów, a więc według Topinarda jest to wzrost niski. Dla kobiet (z 9 indywid. przeszło 21-letnich) liczba ta wynosi 1487,78 mm. Wymiary

* Niżej podpisany, przebywając podczas ukazania się opisanego artykułu w USA, zapytał listownie wydawcę czasopisma *National Wildlife* — „National Wildlife Federation”, która stanowi największą organizację ochrony przyrody w Stanach, czy nie zamierzają interweniować w sprawie „zabaw z grzechotnikami”? Odpowiedź, jaką otrzymałem, była jednoznacznie wymijająca. Komentarz chyba zbyt czyny. (*La Recherche*, 1982)

Copeia 1981

piersi potwierdzają, że samojedzi są krępi i silnie zbudowani. W stosunku do wzrostu wymiar ten kobiet równał się zawsze połowie wysokości, u trzech zaś tylko mężczyzn był od niej mniejszy.

Tusza średnia, ale częściej zdarzają się chudzi niż tłuści.

Barwa skóry nietatwa do oznaczenia z powodu warstwy brudu, która ją zwykle pokrywa.

B. Rejchman. Samojedzi. Studium Etnologiczne. „Wszechświat” 1882, 1, 309 (14 sierpnia))

Wiadomości bieżące — Mamy przed sobą smutne nad wszelki wyraz zawiadomienie: Towarzystwo Nauk Ścisłych w Paryżu istnieć przestało. W następnym numerze *Wszechświata* podamy w całości protokół ostatniego posiedzenia tej instytucji, która obecnie już tylko należy do naszych świetnych wspomnień. Dwanaście tomów *Pamiętnika* i szereg dzieł z zakresu nauk fizyczno-matematycznych stanowią „aere perennius” pomnik Towarzystwa i jego szlachetnego twórcy, który, niestety, nie znalazł po sobie następców.

(„Wszechświat” 1882, 1, (31 lipca))

(Towarzystwo Nauk Ścisłych było ufundowane przez Jana hr. Działyńskiego; wyznaczony jego testamentem na opiekuna Towarzystwa Władysław hr. Zamojski, o którym Działyński powiedział:

„Niechaj Towarzystwo o swą przyszłość spokojnem będzie; niemając potomka, wybrałem z pośród moich krewnych następcę, który podtrzyma Towarzystwo, a nawet prawdopodobnie, znacznie rozszerzy jego działalność”

losami Towarzystwa zupełnie się nie interesował i nie finansował jego działalności, doprowadzając je do upadku).

Zapach piekielny. Dlaczego u różnych ludów zapach palącej się siarki uchodzi za wyziew piekielny? Jest to wprawdzie zapach nieprzyjemny, drażniący nos i krtań, ale trudno powiedzieć, żeby miał istotnie jakąś cechę demoniczną. Nietatwa to rzecz zapewne objaśnić, skąd się wzięło takie lub inne wierzenie ludowe, można jednak w tym względzie domyślać się niekiedy. Otóż kto wie, czy łączenie zapachu siarki z piekłem nie poszło stąd, że po uderzeniu pioruna czuć w powietrzu woń, która w pewnym stopniu, choć dosyć odległym przypomina spaloną siarkę. Że zaś piorun jest objawem siły bóstw złośliwych, o tem chyba nie wątpi żaden lud pierwotny.

Badacze przyrody, tak często w czasach dawniejszych podejrzewani o stosunki z szatanem, dość już dawno nauczyli się robić sztuczne pioruny. ...Rzecz osobliwa — przy uderzeniu iskry elektrycznej czuć ten zapach, co przy uderzeniu pioruna. Przekonał się o tym po raz pierwszy niejaki van Marum jeszcze

w 1785 r. ... Jedną tylko z odkrycia van Maruma korzyść ludzkość odniosła: spokojny w swym sumieniu co do stosunku z szatanem, mógł holenderski uczony być pewien, że zapach, który podczas gromu powstaje, nic piekielnego nie ma w sobie. (Zn. „Ozon” „Wszechświat” 1882, 1, 225 (10 lipca))

RECENZJE

Christian Parma: **Jaskinie**. Krajowa Agencja Wydawnicza, Warszawa 1980, str. 124, Cena zł 20,—

Jaskinie są tematem kolejnej książeczki z serii „Wszystko o” wydawanej już od lat przez KAW. Cechą tej udanej serii jest podawanie w krótkiej, skondensowanej formie wielu ciekawostek i informacji o przedstawianym problemie. Poszczególne tomiki są więc małymi kompendiami wiedzy o zagadnieniu uwidocznionym w tytule. Serię charakteryzuje wysoki poziom wiedzy i fachowości autorów. Tak było z wydanym w 1976 r. *Alpinizmem* Józefa Nyki i tak jest obecnie z *Jaskiniami* Ch. Parmy. Autor uczestniczył w wielu wyprawach speleologicznych do różnych regionów krasowych świata. Często jest kierownikiem tych wypraw. Jest także doskonałym fotografikiem i wszystkie zdjęcia w książce są jego autorstwa.

Książka podzielona jest na 11 rozdziałów, w których czytelnik znajdzie dość wyczerpujący obraz tajemniczego, podziemnego świata — od podań o legendarnych skarbach i ich poszukiwaczach po dzisiejszy stan wiedzy o jaskiniach i ich zdobywcach. Obecnie działalność w jaskiniach rozdziela się wyraźnie na 2 nurty: naukowe badania — speleologia, speleolodzy; i sportowe pokonywanie jaskiń — alpinizm podziemny, taternicy jaskiniowi, grotolazi. Autor świadomie wybiera i uwypukla nurt sportowy w działalności jaskiniowej, chociaż przedstawia też, i to dość obszernie, niektóre problemy badawcze. Interesująco omawia wyniki badań archeologicznych w jaskiniach, a szczególnie rozbudowuje rozdział o nietoperzach — „Lot z zawiązanymi oczami”.

Sportowe zdobywanie i pokonywanie jaskiń, czyli alpinizm podziemny, jest głównym tematem tej książki. A jeśli sport, to wyjść po rekord świata. Trzeba dodać, że Polacy zapisali wiele pięknych kart w tej walce. Autor skrzętnie te nasze osiągnięcia wynotowuje. Podaje też zestawienia najgłębszych i najdłuższych jaskiń świata i Polski. W książce podano stan na 1978 r., ale autor zastrzega, iż każdy rok, każdy sezon jaskiniowy wprowadza zmiany na liście i ją dezaktualizuje. Na liście najgłębszych jaskiń świata przoduje jeszcze Gouffre de la Pierre Saint-Martin — 1332 m, ale wcześniej autor wskazuje konkurentkę — Guffre Jean-Bernard. I rzeczywiście ta jaskinia w roku 1980 pogłębiona zostaje do 1410 m (przyp. A.R.). Natomiast najdłuższą jaskinią świata jest Flint Mammoth Cave System (USA) 327 km.

Dużo informacji znajdzie czytelnik o historii odkrywania i pokonywania jaskiń. Jest to zresztą temat wielce frapujący, bowiem bardzo często jaskinie odkrywane są przypadkowo, w sytuacjach nieprawdopodobnych. Zdarza się też i na odwrót, że wielkie, dobrze przygotowane wyprawy wracają z niczym. Wszystkie takie zdarzenia autor skrupulatnie wychwytuje, posługując się przy tym często urywkami wspomnień uczestników, cytatami z literatury. Podane informacje są więc sprawdzone i wiarygodne. A wiele z tych informacji w polskiej literaturze publikowane są po raz pierwszy. Autor zbierał je w swych licznych wyprawach od Andów po Kaukaz.

W tomiku zebrano też ponad 60 fotografii, a ich zestaw pokazuje bogactwo form naciekowych, piękno podziemnego świata, różnorodność technik pokonywania jaskiń. Kilka fotografii prezentuje też czołowych speleologów świata. Wśród tej prezencji nie

zabrakło nestora polskich speleologów — Stefana Zwolińskiego z Zakopanego. W książce występuje duża liczba nazwisk, szkoda więc, że nie stworzono ich skorowidzu, podobnie jak i nazw jaskiń. W sumie czytelnicy, miłośnicy przyrody nieożywionej, otrzymali ciekawą pozycję, szczególnie cenną w sytuacji prawie że braku literatury speleologicznej w Polsce.

Alfred Rösler

Wierchy. Rocznik czterdziesty ósmy 1979, Centralny Ośrodek Turystyki Górskiej, Warszawa—Kraków 1981, s. 378 nakład 3500 egz., cena zł 140,—

Wszechstronność materiałów zgromadzonych w tym roczniku poświęconym górcom, dzięki przejrzystemu układowi działów i wyeksponowaniu w kilku artykułach wiodącego problemu nie przytłacza czytelnika. Jest nim masowa turystyka i jej różnorakie oddziaływanie na regiony górskie. We wstępnym artykule na trzydziestolecie PTTK, M. Sobolewski omawiając bezspornie wielkie osiągnięcia tego Towarzystwa, w stosunkowo krótkim okresie działalności w ponad stuletniej już zorganizowanej turystyce górskiej w Polsce, podkreśla jego rolę w umasowieniu tej formy rekreacji. Jednak powszechność turystyki górskiej stworzyła realne zagrożenia dla naturalnych środowisk życia. Nie jesteśmy krajem gór, a chętnych do ich zwiedzania jest coraz więcej.

Zanieczyszczenie górskich parków narodowych omawia K. Grodzińska. Autorka uwzględniła najistotniejsze czynniki a więc skażenia gazami i pyłami przemysłowymi, spalinami pojazdów samochodowych, metalami ciężkimi itp. Bogaty świat zwierząt górskich skazany jest na żywienie się skażoną roślinnością, a trucizny kumulują się w ich ciałach, osiągając najwyższy stopień stężenia w organizmach ssaków i ptaków drapieżnych — jednych z najpiękniejszych i rzadkich już gatunków. Istnieje uzasadniona obawa, iż w niedalekiej już przyszłości może dojść do trwałego odkształcenia naszych górskich ekosystemów.

Oddziaływanie turystyki na szatę roślinną Tatr omawiają Z. Mirek i H. Piękoś-Mirkowa. Analizując wpływ turystyki na roślinność, autorzy ilustrują licznymi przykładami charakter oddziaływań antropogenicznych związanych z różnymi typami turystyki. Z turystyką pieszą wiąże się istotne zagrożenia szaty roślinnej, jak deptanie, zrywanie roślin, eutrofizacja i zaśmiecanie siedlisk, oraz zawlekanie obcych florze tatrzańskiej roślin. Autorzy wysuwają postulaty pod adresem obiektów turystycznych funkcjonujących w Tatrach.

Cykl ten zamyka artykuł K. Przeclawskiego — Turystyka a przemiany kultury góralskiej. Saga o Stanisławie Vincencie pióra A. Ziemińskiego, wybór chłopskich wierszy o górach, oraz wspomnienie o beskidzkich partyzantach M. Owcy i T. Nowalnickiego reprezentują tematy krajowe. Tematykę poświęconą górcom świata przedstawiają artykuły Z. Ryna — Mieszkańcy Andów — studium antropologiczne z cyklu Andy i medycyna, M. Malatyńskiego — Dwie Kangchendzogi, A. Krasieńskiego — Na wulkanach Meksyku i W. Biedrzyckiego — Poszukiwanie himalajskich ciepłoci.

Obszerna kronika obejmuje około 90 pozycji. Dla czytelnika o zainteresowaniach przyrodniczych stała

rubryka poświęcona ochronie przyrody przynosi informacje L. Podobińskiego — Zwierzęta Tatrzańskiego Parku Narodowego (przegląd jubileuszowy). Autor w 25 rocznicę powołania Tatrzańskiego Parku Narodowego dokonuje przeglądu dynamiki populacji najbardziej znanych zwierząt Tatr. Na przykładzie 16 gatunków ssaków i ptaków podkreśla ściśle powiązania warunków ich bytowania po słowackiej stronie, ze stanem ilościowym w Tatrach polskich. Przypomina historyczną rolę dobrze strzeżonego zwierzyńca Hohenloego w Tatrach jaworzyńskich, który przyczynił się do przetrwania najbardziej narażonych na wyniszczenie przez kłusownictwo gatunków łownych. Obecnie na tle szybko postępujących przemian degradacyjnych w ekosystemach tatrzańskich rodzi się zdaniem autora uzasadniona obawa, czy zdoła się tutaj utrzymać niezbędne warunki ekologiczne i zapewnić bezpieczne warunki rozwoju dla większości tych gatunków.

W. Gąsienica-Byrcyn omawia występowanie kozicy w TPN. Na podstawie reprezentatywnych materiałów ilościowych z wieloletnich obserwacji, stwierdza osiągnięcie pewnej kulminacji w latach 1961—1965, kiedy liczebność tego gatunku przekraczała 1000 osobników w całych Tatrach. W następnych latach notuje się wyraźny spadek pogłowia kozicy, trwający do dziś. Wywołuje to uzasadniony niepokój o los tego gatunku i wymaga podjęcia badań zwłaszcza po stronie polskiej, oraz zapewnienia lepszej ochrony.

Rocznik zamyka bibliografia górska obejmująca ogółem 769 pozycji. Dział nauk przyrodniczych reprezentowany jest przez 163 tytuły, w których dominują prace geologiczne. Także ochrona przyrody i botanika są dość licznie reprezentowane. W stosunku do liczby gatunków tatrzańskich, których poznanie wymaga jeszcze badań, zoologia jest słabiej reprezentowana — zwłaszcza prac entomologicznych jest udeżającą mało.

Jerzy S. Dąbrowski

Tony Phelps: **Poisonous Snakes**. Blandford Press. Dorset 1981, str. VIII + 237, cena £ 10.95

Prawdopodobnie nie ma bardziej efektywnych drapieżników niż węże jadowite. Ich sposób zdobywania pożywienia jest niezwykle skuteczny (działanie jadu nie pozwala ofiarze umknąć), nie pochłania zbyt wiele energii, gdyż czatują one na zdobycz lub powoli się do niej podkradają, wreszcie jest dla nich bezpieczny (nie są bowiem narażone na zranienie, jak np. lew). Nic więc dziwnego, że przedstawiają one niezwykle ciekawy obiekt badań, zwłaszcza że stanowią spore zagrożenie dla człowieka. Z wielu książek poświęconych tej grupie gadów na uwagę zasługują zwłaszcza monografia T. Phelps, kierownika „The Poole Aquarium” w Dorset (Anglia), które ma największą kolekcję jadowitych węży na Wyspach Brytyjskich. W przeciwieństwie jednak do innych opracowań tego typu, gdzie na czoło wysuwają się sprawy związane z identyfikacją węży, ich anatomią i chemizmem jadów, omawiana książka stanowi praktyczny przewodnik zarówno do badań terenowych, jak i do hodowli. Porusza zagadnienia związane ze zwyczajami i zachowaniem się węży jadowitych, ich klasyfikację i rozmieszczenie, osobno przedstawiając tyłozębne połozę (*Opisthoglypha*), zdradnicowate oraz żmije i grzechotniki. Dalsze rozdziały poświęcone są hodowli, ogólnym wiadomościom o jadach węży i ukąszeniach, jak również o pracy w terenie. Ten ostatni rozdział kończy zestaw metod polowu w naturze różnych, nawet bardzo niebezpiecznych gatunków jak mamby, co jest rezultatem doświadczeń autora, który miał okazję badać węże w Afryce Wschodniej i Południowej, Azji, Ameryce Południowej oraz w USA. Nie zabrakło również rozdziału „Węże i człowiek”. Oprócz wielu ciekawych informacji przedstawiono w nim także barwne postaci ofiologów. Wśród nich na czoło zapewne wysuwa się George Williams (zwany „Snaky”) który mając zaledwie 1,50 m wzrostu brał do ręki 5-metrową kobrę królewską (*Ophiophagus hannah*), „z taką łatwością jak mały chłopiec bezbronnego zaskronca”. Zasiłnął również z całowania kobry w czubek głowy na wzór hinduskich fakirów. Nie wiem, czy był on

kiedykolwiek ukąszony przez jadowitego węża, ale regułę, że osoba zajmująca się tymi gadami prawie zawsze staje się ich ofiarą, potwierdza autor książki, którego 12 razy ukąsiły żmije *Vipera berus* oraz 3 razy węże egzotyczne, z czego najgroźniejszym było ukąszenie przez żmiję sykliwą (*Bitis arietans*) w Kenii, które kosztowało autora 6 tygodni w szpitalu i sporą bliznę.

Oprócz tego warto zwrócić również uwagę na fakt umieszczenia afrykańskich żmij z rodzaju *Atractaspis* w rodzinie *Colubridae* (*Aparallactinae*). Nie ma tu natomiast wzmianki o znanym z jadowitości wężu *Rhabdophis tigrinus*, chociaż autor przytacza z literatury przypadek ukąszenia przez spokrewniony z nim gatunek *Rh. subminiatus*.

Książka ilustrowana jest 33 kolorowymi oraz licznymi czarno-białymi fotografiami. Przeznaczona jest nie tylko dla szerokiego grona miłośników przyrody, ale również dla specjalistów ofiologów. W Polsce powinny ją mieć biblioteki ogrodów zoologicznych mających w swych kolekcjach węże jadowite.

Piotr Sura

M. V. Gorlenko, M. A. Bondarceva, L. V. Garibova, I. I. Sidorova, T. P. Sizova: **Griby SSSR**. Izd. Mysl, Moskwa 1980, str. 303, nakład 100 tys. egz. cena 2,70 rubl

Bogato ilustrowana seria: „Przewodniki — klucze do oznaczania dla geografów i podróżników” ma już pewną tradycję. W latach 1966—71 wydano 8 tomów, kolejne ukazały się w 1976 (*Dziko rosnące rośliny użytkowe ZSRR*) i 1978 (*Głony, porosty i mszaki ZSRR*). Najnowszy przewodnik w tej serii *Grzyby ZSRR* jest pozycją wybitną w literaturze popularnonaukowej z dziedziny mikologii. Zespołem autorskim kierował członek-korespondent Akademii Nauk ZSRR prof. M. V. Gorlenko — redaktor naczelny dwumiesięcznika naukowego AN ZSRR *Mikologia i fitopatologia*.

Autorzy stanęli przed zadaniem niełatwym. Spośród ok. 60 tys. gatunków grzybów dotąd znalezionych w ZSRR — jak podano na wstępie — należało wybrać najwyżej kilkaset. Praca zawiera zatem opisy 370 gatunków *Macromycetes* reprezentujących 178 rodzajów (rozdział: *Grzyby Mycota*) oraz 20 gatunków śluzowców (rozdział: *Śluzowce Myxomycota*). Każdy z wymienionych rozdziałów zawiera podstawowe informacje o budowie, systematyce, ekologii, rozmieszczeniu geograficznym, znaczeniu gospodarczym i roli w przyrodzie grzybów i śluzowców oraz klucze do oznaczania niektórych rzędów, rodzin i rodzajów. Większą część książki zajmują diagnozy poszczególnych rodzajów i gatunków grzybów i śluzowców. Gatunki uwzględnione w przewodniku przedstawiono na 80 tablicach barwnych i 17 rysunkach kreskowych. Prawie wszystkie ilustracje zamieszczone w książce są oryginalne i co najważniejsze — w większości wierne oddają barwy owocników.

Autorzy podzielili się pracą w sposób następujący: redaktor książki M. V. Gorlenko opracował rodziny *Amanitaceae*, *Crepidotaceae*, *Hygrophoraceae*, *Cortinariaceae* oraz napisał rozdział o gospodarstwie znaczeniu grzybów i ich roli w przyrodzie; T. P. Sizova opracowała *Myxomycota*; I. I. Sidorova napisała rozdział „Morfologia i systematyka grzybów” oraz opracowała *Ascomycetes*, podklasę *Heterobasidiomycetidae* oraz rodziny: *Boletaceae*, *Strobilomycetaceae*, *Psalliaceae*, *Gomphidiaceae*, *Russulaceae*; L. V. Garibova napisała rozdziały poświęcone ekologicznym grupom grzybów i wykonaniu zielnika, jej autorstwa są również opisy przedstawicieli *Agaricaceae*, *Strophariaceae*, *Coprinaceae*, *Tricholomataceae* i *Gasteromycetes*; M. A. Bondarceva opracowała *Aphyllorphorales*.

Warto zwrócić uwagę na nazewnictwo. Otóż w radzieckiej literaturze mikologicznej (naukowej i popularnej) bardzo rzadko przytacza się rodzime ludowe nazwy grzybów. Zazwyczaj wyprowadza się nowe nazwy rosyjskie na podstawie odpowiednich nazw łacińskich. W prezentowanej książce autorzy konsekwentnie stosują ludowe nazwy grzybów z wyjątkiem tych gatunków, które takich nazw nie miały. Wartość

publikacji podnosi uwzględnienie w tekście i na ilustracjach barwnych wielu gatunków rzadkich i nie mających obfitej ikonografii, dlatego może być ona przydatna nawet specjalistom. Do tych gatunków należą np. *Anthurus javanicus*, *Asterodon ferruginosus*, *Daedalea dickinsii*, *Dictyophora duplicata*, *Fomitopsis insularis*, *Leccinum percardium*, *Lentinus sulcatus*, *Phellinus baumii*, *P. ferrugineofuscus*, *Simblum sphaerocephalum*.

Niestety są w recenzowanej książce także błędy. Dotyczy to w szczególności podpisów pod rycinami: na tab. 21, rys. 4 przedstawia nie *Meripilus giganteus*, a stary owocnik *Polyporus squamosus*, o czym świadczą wielkie pory hymenoforu; na tab. 22, rys. 2 nie jest *Albatrellus confluens*, lecz *A. ovinus*; na tab. 22, rys. 5 nie jest *Climacodon septentrionalis* tylko *Creolophus cirrhatus*; na tab. 30, rys. 1 obok wizerunku owocników *Leccinum aurantiacum* (z lewej strony)

który ma wyłącznie figurować na ilustracji, przedstawiono także *L. testaceoscabrum*. Na rycinach barwnych niektórych gatunków sensu lato: *Boletus edulis*, *Leccinum scabrum*, *Lactarius deliciosus* znajdują się zgrupowania owocników licznych drobnych gatunków należących do tych rodzajów.

Książka została wydana starannie na dobrym papierze i wyposażona w atrakcyjną obwolutę z wizerunkiem grzybów. Ilustracje barwne odbito na kredzie. W końcu przewodnika znajdują się: indeks rosyjskich i łacińskich nazw grzybów i śluzowców oraz literatura, w której zestawiono najbardziej znane popularne i naukowe książki o grzybach wydane w ZSRR, NRD, Czechosłowacji i Polsce. W sumie jest to praca godna polecenia zarówno mikologom jak i szerokiemu ogółowi miłośników grzybobrania.

Maciej Z. Szczepka

Pomoc *Nature* dla nauki polskiej

Londyńskie *Nature*, najpoważniejsze pismo przyrodnicze świata, wykonało bezprecedensowy gest pod adresem naszej nauki: obniżyło do połowy koszt prenumeraty zlecany na rzecz adresatów w Polsce (gdzie, jak zauważa się w cotygodniowej informacji na ten temat, brakuje walut wymienialnych). Ta szlachetna decyzja została szybko skrytykowana w liście do redakcji *Nature*, podpisanym przez pracujących we Francji D. Marsha i N. N. Figueroę. Zurzucają oni stroniczość redakcji *Nature* i żądają (nie deklarując żadnego poparcia finansowego), aby objąć obniżką inne kraje borykające się z trudnościami finansowymi. Redaktor *Nature* kwituje ten list stwierdzeniem: „Obecna sytuacja w Polsce jest wyjątkowa i, mamy nadzieję, przejściowa, i usprawiedliwia naszą decyzję”.

Jako redaktor najstarszego polskiego pisma ogólnoprzyrodniczego pragnę podziękować *Nature* i jej redakcji za życzliwość okazywaną nauce polskiej w tym trudnym okresie.

JERZY VETULANI

ADRESY ODDZIAŁÓW POL. TOW. PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

15-039 Białystok, ul. Kilińskiego 1, Zakład Biologii Ogólnej AM
85-039 Bydgoszcz, Pl. Weyssenhoffa 11, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych
82-300 Elbląg, ul. Armii Czerwonej 42
80-227 Gdańsk-Wrzeszcz, ul. Hibnera 1c, Instytut Medycyny Morskiej
40-032 Katowice 2, ul. Jagiellońska 28, Instytut Botaniki, pok. 104
25-518 Kielce, ul. Rewolucji Październikowej 33, WSP, Zakład Biologii
31-118 Kraków, ul. Podwale 1
20-090 Lublin, ul. Jaczewskiego 8, Zakład Patofizjologii AM
90-001 Łódź, Park Sienkiewicza
10-744 Olsztyn-Kortowo, Instytut Uprawy Roli i Roślin, blok 38, pok. 112
60-814 Poznań, ul. Zwierzyniecka 19, Miejski Ogród Zoologiczny
24-100 Puławy, ul. Kazimierska 2
35-010 Rzeszów, ul. Towarnickiego 1a, Instytut Kształcenia Nauczycieli
76-200 Słupsk, ul. Arciszewskiego 22b, Dziekanat Wydz. Matem.-Przyr. WSN
70-111 Szczecin, Al. Powstańców Wlkp. 72, Zakład Medycyny Sądowej PAM
87-100 Toruń, ul. Gagarina 9, Instytut Biologii
00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki, piętro 19, pok. 1916
50-205 Wrocław, ul. Cybulskiego 20, IV p.
65-052 Zielona Góra, ul. Kazimierza Wielkiego 24, V Okręgowy Zarząd Lasów Państwowych
(dr St. Duda)

WSZECHŚWIAT

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

Komitet Redakcyjny: Jerzy Vetulani (redaktor naczelny), Stefan W. Alexandrowicz,
Franciszek Górski, Halina Krzanowska (z-ca nac. red.), Kazimierz Maroń (sekretarz
redakcji)

ADRES REDAKCJI: Redakcja czasopisma WSZECHŚWIAT, 31-118 Kraków,
ul. Podwale 1, tel. 22-29-24.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE—ODDZIAŁ W KRAKOWIE ul. SŁAWKOWSKA 14

Nakład 3337+123 egz. Format A4. Ark. wyd. 5,5; druk. 4+2 wklejki, papier powlekany. 61×86, 90 g, kl. V i kreda b. kl. III
Cena zł 36,— Otrzymano do składania w czerwcu 1982 r. Podpisano do druku w grudniu 1982 r. Zamówienie nr 317/82
K-7 Druk ukończono w grudniu 1982 r.

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO, KRAKÓW ul. Czapskich 4

WARUNKI PRENUMERATY MIESIĘCZNIKA WSZECHŚWIAT

Cena prenumeraty:

kwartalnie zł 90,— półrocznie zł 180,— rocznie zł 360,—

Prenumeratę krajową przyjmują Oddziały RSW „Prasa-Książka-Ruch” oraz urzędy pocztowe i doręczyciele w terminach:

do dnia 25 listopada br. na I kwartał, I półrocze roku następnego i cały rok następny

do 10 marca na II kwartał roku bieżącego

do 10 czerwca na III kwartał i II półrocze roku bieżącego

Jednostki gospodarki uspołecznionej, instytucje i organizacje społeczno-polityczne składają zamówienia w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa-Książka-Ruch”, w miejscowościach zaś, w których nie ma oddziałów RSW, w urzędach pocztowych.

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

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

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

Bieżące i archiwalne numery można nabyć lub zamówić w księgarniach naukowych „Domu Książki” oraz we Wzorcowni Wydawnictw Naukowych PAN — Ossolineum — PWN, 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter).

PRZEPISY DLA AUTORÓW

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

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

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

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

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

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

Rozmaitości są krótkimi notatkami z bieżącego obcojęzycznego czasopiśmiennictwa naukowego o najwyższym standardzie światowym. Ich objętość wynosi od 0,5 do 1 strony maszynopisu. Obowiązuje podanie źródła (czasopismo, rok, tom, strona).

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

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

Materiały wydrukowane są honorowane zgodnie z przepisami prawa autorskiego. Materiały powinny być przysyłane jako starannie wykonane maszynopisy (30 linijek na stronę, ok. 60 uderzeń na linijkę), z jedną kopią. Ryciny winny być numerowane i podpisane. Opis rycin na osobnym arkuszu. Przy artykułach autorzy winni podać dokładny adres, tytuł naukowy, stanowisko i nazwę zakładu pracy.