

28/52

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

Z ZASIŁKU WYDZIAŁU NAUKI MINIST. SZKOLNICTWA WYŻSZEGO

ROCZNIK 1951 :: ZESZYT 5

WYDANO DN. 15. II. 1952



PISMEM MINISTER. OŚWIATY NR IV. OC-2734/47
Z 30. VI. 1948 R. ZALECONO DO BIBLIOTEK
NAUCZYCIELSKICH I LICEALNYCH

REDAKTOR: FR. GÓRSKI :: KOMITET REDAKCYJNY: Z. GRODZIŃSKI,
K. MAŚLANKIEWICZ, WL. MICHAŁSKI, S. SKOWRON, S. SMRECIŃSKI, W. SZAFER

TREŚĆ ZESZYTU

Szaferowa J.: Kształt liści a wiek fizjologiczny rośliny	str. 129
Kryszewski M.: Chemia mas plastycznych	„ 135
Macko S.: O południowej depresji asymilacyjnej u roślin górskich	„ 140
Bzowski K.: Zjawiska wulkaniczne w Indonezji	„ 144
Leńkowa A.: Maria Sybilla Merian — przyrodniczka XVII wieku	„ 150
Starmach K.: Zęby gardłowe u ryb i ich zmiany	„ 154
Drobiazgi przyrodnicze:	„ 157
Sniardwy — jezioro bez termokliny	
Wymoczki sapropelowe	

Na okładce: Reprodukja jednej z tablic przyrodniczych
M. S. Merian

Adres Redakcji i Administracji:
F. Górski i A. Leńkowa, Kraków, ul. Podwale 1



Gałąź klonu tatarskiego (*Acer tataricum* L.)

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

Rocznik 1951

Zeszyt 5

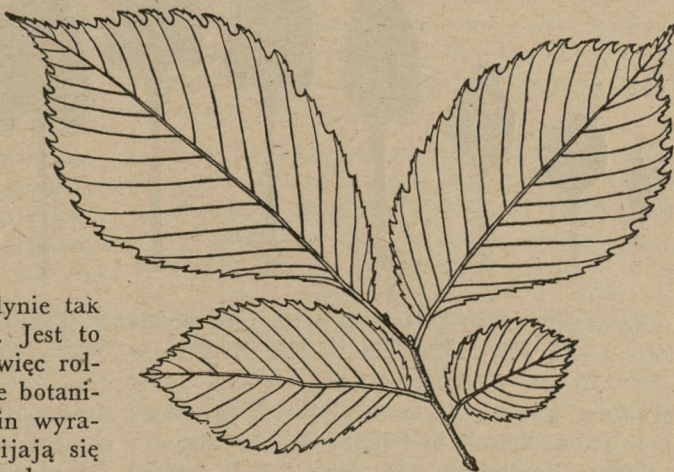
J. SZAFEROWA

KSZTAŁT LIŚCI A WIEK FIZJOLOGICZNY ROŚLINY

Jest zjawiskiem od dawna znanym, że na tej samej roślinie znajdują się często liście różniące się wyraźnie kształtem. Kto obserwował przyrodę, wie, że liście zebrane przy ziemi w tak zwaną „różyczkę“ są inne od znajdujących się na wyrastającym z tej różyczki pędzie, że inne są liście w dolnej, a inne w szczytowej części krótkopędu dębu, grabu lub leszczyny (Rys. 1), inne w części podwodnej, a inne nad wodą u takich roślin jak strzałka wodna itp. Literatura botaniczna pełna jest wiadomości o zjawiskach wielopostaciowości liści, podawanych zwykle bez próby wyjaśnienia ich przyczyny.

W obecnym artykule zajmę się jedynie tak zwanymi młodocianymi formami liści. Jest to zjawisko dobrze znane hodowcom, a więc rolnikom, ogrodnikom i leśnikom, a także botanikom, którzy obserwowali rozwój roślin wyrastających z nasienia. Rośliny te rozwijają się dwojako: U jednych pojawiają się od razu normalnie rozwinięte liście, u drugich zaś przechodzą one przez szereg kolejnych form, zanim ukształtują się wreszcie liście charakterystyczne dla danej rośliny. Na rysunku 2 mamy przedstawione trzy typy takich form młodocianych. U góry mamy sześć pierwszych liści ostróżki ogrodowej (*Consolida Ajacis*). Pierwszy z nich jest nie tylko mały, ale i słabo powycinany. W miarę rozwoju rośliny zwiększa się nie tylko wielkość blaszki, ale i ilość wcięć. Liść z pojedynczego staje się liściem złożonym podwójnie, a w stadiach dojrzałości nawet potrójnie

trójdzielnym. W drugim szeregu rysunku 2 narysowano sześć pierwszych liści ipomei błękitnej (*Ipomea caerulea*), wielkokwiatowego powoju, często hodowanego w naszych ogrodach. Tu pierwszy liść jest największy, ale o blaszce po-



Rys. 1. Krótkopęd wiazu szypułkowego (*Ulmus laevis*).

zbawionej wcięć. Wcięcia pojawiają się dopiero u drugiego liścia i zwiększają się u każdego z następnych, aż wreszcie kształtuje się liść charakterystyczny dla rośliny. W trzecim szeregu narysowano 8 pierwszych liści buraka cukrowego. Tutaj zmienia się nie tylko kształt blaszki, lecz i stosunek długości blaszki do długości ogonka.

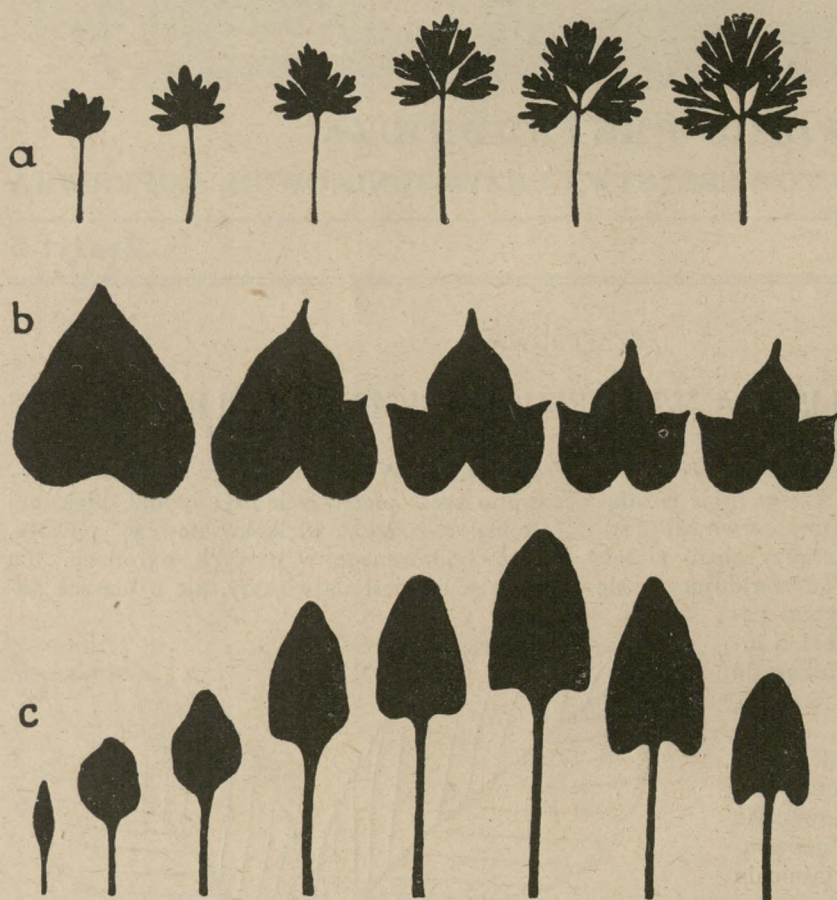
Twórca doświadczalnej morfologii roślin,

niemiecki botanik Karol Goebel, opisując w r. 1898 w dziele pt. „Organografia roślin” różne typy form młodocianych liści, pierwszy wypowiedział przypuszczenie, że roślina przechodzi w czasie swego życia przez stadia rozwojowe, w których kulminacyjnym punktem jest zakwitanie i że temu towarzyszy

się szereg prac, próbujących wyjaśnić to zagadnienie, nie dały one jednak żadnych konkretnych wyników. Ostatecznie około roku 1905 kończą się próby wyjaśnienia zagadnienia form młodocianych na drodze filogenetycznej, a rozpoczyna się nowy okres, który by można nazwać ekologiczno-doświadczalnym.

Nowy ten okres zapoczątkował również Goebel.

Przeprowadził on szereg doświadczeń nad wpływem warunków zewnętrznych na kształt liści, których wyniki ogłosił w r. 1908 w dużej pracy nad eksperymentalną morfologią roślin. Badając formy młodociane ziemniaka hodowanego z całej bulwy i z oczek wyciętych z bardzo małymi kawałkami bulwy, doszedł do wniosku, że pozbawienie młodej rośliny dopływu materiałów zapasowych wpływa na kształt liści. Na pędach ziemniaków, które wyrósły z całej bulwy, pojawiają się najpierw liście o niepodzielonej blaszce, potem podzielone, ale z wielkim odcinkiem środkowym i bardzo małymi bocznymi, potem te odcinki boczne stają się większe, aż wreszcie kształtują się liście nieparzystopierzaste — charakterystyczne dla ziemniaka. Jeżeli jednak Goebel wycinał oczka z bardzo małymi kawałkami bulwy,



Rys. 2. Formy młodociane liści: a) ostróżki ogrodowej (*Consolida ajacis*), b) ipomei błękitnej (*Ipomea caerulea*), c) buraka cukrowego

zmiana kształtów liści od węzła do węzła. Kształt liści byłby więc związany ze stadium rozwojowym, w jakim się w danej chwili roślina znajduje.

W czasie, gdy ukazało się dzieło Goebela, żył świat przyrodniczy pod hasłem filogenezy. Pod tym kątem widzenia zainteresowano się też opisanymi przez niego formami młodocianymi roślin. Rzucono myśl, że jest tu może podobne zjawisko, jak u zwierząt, a mianowicie że rozwój osobniczy, czyli ontogenetyczny, jest powtórzeniem rozwoju filogenetycznego danej rośliny. Sądzone, że badanie form młodocianych może doprowadzić do odkrycia związków rodowych między różnymi roślinami. Pojawił

się szereg prac, próbujących wyjaśnić to zagadnienie, nie dały one jednak żadnych konkretnych wyników. Ostatecznie około roku 1905 kończą się próby wyjaśnienia zagadnienia form młodocianych na drodze filogenetycznej, a rozpoczyna się nowy okres, który by można nazwać ekologiczno-doświadczalnym.

Nowy ten okres zapoczątkował również Goebel. Przeprowadził on szereg doświadczeń nad wpływem warunków zewnętrznych na kształt liści, których wyniki ogłosił w r. 1908 w dużej pracy nad eksperymentalną morfologią roślin. Badając formy młodociane ziemniaka hodowanego z całej bulwy i z oczek wyciętych z bardzo małymi kawałkami bulwy, doszedł do wniosku, że pozbawienie młodej rośliny dopływu materiałów zapasowych wpływa na kształt liści. Na pędach ziemniaków, które wyrósły z całej bulwy, pojawiają się najpierw liście o niepodzielonej blaszce, potem podzielone, ale z wielkim odcinkiem środkowym i bardzo małymi bocznymi, potem te odcinki boczne stają się większe, aż wreszcie kształtują się liście nieparzystopierzaste — charakterystyczne dla ziemniaka. Jeżeli jednak Goebel wycinał oczka z bardzo małymi kawałkami bulwy,

zbawił młodą roślinkę materiałów zapasowych przez obcięcie jej liścieni zaraz po zakorzenieniu się, to rosła słabo, liście jej jednak wykazywały normalną dla fasoli sukcesję kształtów, od niepodzielonych do trójdzielnych. Poza tym zastanawiało Goebła to, że bulwa ziemniaczana pozbawiona oczek jest w stanie wytworzyć nowe oczko, zaś liścień fasoli odłączony od rośliny wytworzy liczne korzenie, nigdy jednak nie wytworzy pędu. Widocznie poza materiałami pokarmowymi jest tam coś więcej. W bulwie ziemniaczanej bez oczek jest coś, co potrafi wytworzyć nowe oczko, a z niego całą roślinę. W liścieniu fasoli jest substancja kształtująca korzeń, a nie ma substancji, która może spowodować wytworzenie ulistnionego pędu. Dlatego też Goebel, wypowiadając hipotezę o zależności kształtów liści od pokarmów, zaznaczył, że nie chodzi tu może o ich ilość, ale o jakość.

Ta niezwykle trafna uwaga Goebła ginie niejako w powodzi jego dalszych obserwacji i wyników doświadczeń nad wpływem warunków zewnętrznych na kształty różnych liści. Badania te podjęli i inni uczeni. Między rokiem 1908 a 1930 pojawiło się dużo prac na temat oddziaływania światła, temperatury, wilgoci itp. na kształt liści. Przekonano się, że warunkami zewnętrznymi można wywoływać u niektórych dojrzałych roślin formy młodociane liści, lub też opóźnić tworzenie form dojrzałych. Pokazało się też, że te same czynniki, które opóźniają zakwitanie rośliny, opóźniają i kształtowanie się liści i odwrotnie. Wszystko to jednak nie wyjaśniało istoty form młodocianych.

Wśród tych prac wyróżnia się oryginalnością myśli ogłoszona w r. 1914 praca Lundegharda nad *Ipomea learii*, innym gatunkiem wielkokwiatowego powoju, niż przedstawiony na rysunku 2, który ma podobną sukcesję liści od całobrzegich do trójkłapowych. Lundeghard zauważył, że ta sama sukcesja pojawia się na bocznych pędach, ale tylko wtedy, o ile pęd wyrasta z dolnej części rośliny. O ile zaś pęd boczny wyrasta z górnej części głównego pędu, ma od razu trójkłapowe liście. Lundeghard wyraził na podstawie tej obserwacji przypuszczenie, że kształt liścia może być spowodowany przez enzymy wzrostowe, które są różne w rozmaitych częściach rośliny. Jest to powiedzenie niezwykle śmiałe, jeżeli się zważy, że było wypowiedziane w r. 1914. Toteż myśl ta nie została zrozumiana i podjęta przez współczesnych badaczy, tak jak nie została zrozumiana i wyzyskana należycie myśl Goebła, że nie ilość, ale jakość substancji zawartych w bulwie ziemniaczanej wpływa na kształt liści.

Przełom w poglądach na przyczyny zmiany kształtów liści w obrębie jednego osobnika datuje się od pracy niemieckiego botanika Kranza, ogłoszonej w r. 1930. Kranz wziął

jako materiał do swych badań liście bluszczu, których wielką zmienność opisywał jeszcze w starożytności Theofrast. Bluszcz wytwarza na pędach młodych, płozących się liście pięciokłapowe, na pędach wznoszących się w górę wytwarza zaś liście owalne. Między nimi znajduje się cały szereg form przejściowych. Pomiędzy utworzeniem się na tej samej roślinie pędów płozących się (plagiotropowych) a wzniesionych w górę (ortotropowych) upływa nieraz wiele lat. Kranz dowiódł, że z sadzonek branych z różnych części bluszczu wyrastały takie liście, jakie były na odpowiedniej części pędu macierzystego, niezależnie od warunków, w jakich je hodowano. Przyczyna kształtu liści leży więc wewnątrz rośliny i jest związana z jej wiekiem. Pędy wytworzone w młodości nie dojrzewają tak jak starsze części rośliny, zachowują więc swoją młodość i związane z nią właściwości. Pędy rośliny będącej w pełni rozwoju mają wszelkie właściwości pędów dojrzałych i wszystko, co wytworzą, będzie nosiło piętno dojrzałości. Działaniem warunków zewnętrznych można zahamować lub przyspieszyć procesy dojrzewania, zawsze jednak wyzwała się tylko to, co tkwi w roślinie, a nie kształtuje się rzecz nowa.

Od pracy Kranza datuje się nowy okres badań nad formami młodocianymi roślin, który można by nazwać fizjologicznym. Charakteryzuje go dążenie do związania kształtu liści z wiekiem fizjologicznym tej części rośliny, która ten liść wytworzyła. Aby ten okres lepiej zrozumieć, trzeba sformułować i wyjaśnić pojęcie wieku fizjologicznego rośliny.

Wiek fizjologiczny rośliny jest to młodość, dojrzałość i starość, ale w innym ujęciu, niż to się stosuje w świecie zwierzęcym. Trzeba bowiem pamiętać o tym, że rośliny wyższe rosną na skutek funkcji pączka szczytowego, w którym stożek wzrostu odkłada coraz to nowe związki różnych organów. U młodej, wyrastającej dopiero z nasienia rośliny, jest młoda również tkanka twórcza (merystem) w pączku szczytowym i wszystko, co ona wytwarza, a więc pędy, liście i znajdujące się w ich pachwinach pączki. W miarę starzenia się merystemu wszystko, co z niego pochodzi, nabiera innych właściwości. U wyrosniętej więc rośliny są fizjologicznie najmłodsze te części, które nam się wydają najstarsze, a więc te, które powstały w okresie młodości organizmu, zaś te części pędu i liście, które pojawiły się dopiero co, może przed godziną, a może przed paru minutami i noszą wszelkie pozorne cechy młodości, są fizjologicznie najstarsze, bo zostały wytworzone przez najstarszą tkankę twórczą.

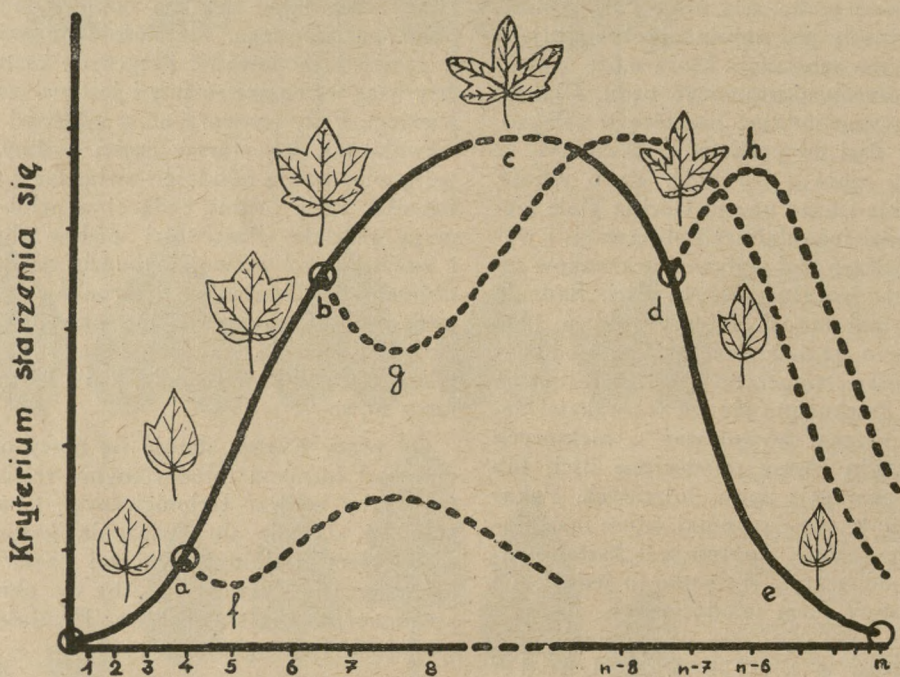
W nowym okresie badań nad formami młodocianymi liści, który nazwał fizjologicznym,

zwracają najbardziej uwagę prace rosyjskiego badacza Mikołaja Krenkego.

Pierwszą pracą Krenkego nad związkiem między kształtem liści a wiekiem fizjologicznym rośliny była ogłoszona w roku 1933 rozprawa o morfogenetycznej analizie bawełny. Krenke wykazał, że liście tej rośliny ulegają w czasie jej rozwoju zmianom od owalnych do klapowanych, przy czym z okresem zakwitania związany jest charakterystyczny kształt liści. Rośliny wcześniej zakwitające osiągają również

dzień słabnie, aż w końcu przychodzi śmierć osobnicza. Zanim jednak nadejdzie śmierć, która ten cykl życiowy zamknie, już na tej samej roślinie rozpoczyna się nowy cykl w wytworzonych przez roślinę nasionach, który, może na skutek zapłodnienia, rozpoczyna się z odnowioną dążą potencjału życiowego.

Owym cykлом życiowym towarzyszą zmiany w kształcie liści, charakterystyczne dla każdej prawie rośliny, u każdej jednak objawiające się w inny sposób. Zmiany te — to kryte-



Rys. 3. Wykres ilustrujący hipotezę Krenkego o cyklicznym starzeniu się i odmładzaniu roślin

wcześnie dojrzałą formę liści, rośliny późno zakwitające przechodzą znacznie wolniej zmianę kształtu liści, tworząc większą ilość form przejściowych. Zarówno osiągnięcie dojrzałej formy liści, jak i pora kwitnienia zależą zaś od czasu wysiewu.

Praca nad bawełną, pogłębiona badaniem innych roślin, dała Krenkemu podstawę do stworzenia interesującej teorii cyklicznego starzenia się i odmładzania roślin. Zrozumienie tej teorii ułatwi wykres umieszczony na rysunku 3.

Według teorii Krenkego każda roślina starzeje się od pierwszej chwili swego istnienia. Każda nowa komórka jest starsza od komórki wytworzonej poprzednio, każdy nowy zawiązek starszy od poprzedniego. W ten sposób przeżywa roślina okres swojej młodości, następnie okres dojrzałości, który jest okresem pełni potencjału życiowego, wreszcie zbliża się starość, w czasie której potencjał życiowy coraz bar-

rium starzenia się, którym u jednych roślin będzie ilość wcięć na liściu, jak np. u ostróżki na rysunku 2, u drugich ilość i jakość klap na liściach, u innych stosunek długości do szerokości blaszki, stosunek długości blaszki do długości ogonka, kształt nasady blaszki itp. To kryterium starzenia się przedstawia nam rzędna na rysunku 3; w tym wypadku użyłam jako przykładu ilości klap na blaszce liściowej bawełny, taki sam wykres można jednak zrobić, stosując jako kryterium starzenia się jakąś inną zmianę charakterystyczną dla danej rośliny, której podlegają tworzone przez nią liście od wężła do wężła.

Na odciętej omawianego wykresu mamy zaznaczoną kolejność następujących po sobie liści. Na węzłach od 1—8 pojawiają się kolejno liście od owalnych do pięcioklapowych, po czym wytwarza wzięta jako przykład roślina dojrzałą formę liści, która się utrzymuje przez czas

dłuższy, tak długo, aż póki nie rozpocznie się w związku z procesami starzenia się zanik potencjału życiowego głównego pędu. Zanikowi towarzyszy znów zmiana kształtu liści, która zaczyna się w danym przypadku mniej więcej od ósmego liścia od końca i doprowadza znów do wytworzenia liści owalnych, na czym zamyka się cykl życiowy głównego pędu.

Co się dzieje równocześnie na pędach bocznych, które wyrosły na roślinie z jej węzłów o różnym wieku fizjologicznym? Odpowiedź na to dają nam linie przerywane na rysunku 3. Przedstawiają one zmianę kształtu liści na trzech pędach bocznych. Pęd „a” wyrósł z pachwiny liścia z zaczątkiem kłapy bocznej. Pierwszy liść, jaki się na nim pojawił, był kształtem bardziej „młodociany” niż liść, z którego pachwiny wyrósł pęd boczny, stąd wygięcie linii w punkcie „f” ku dołowi. Następnie wytworzyły się liście z zaczątkiem kłap, następnie trójkłapowe, po czym jednak następuje starzenie się pędu bocznego, zaznaczające się powrotem do pierwotnego, prymitywnego kształtu liści. Dojrzała forma liści nie pojawia się na tym pędzie zupełnie. Widocznie w tym młodym fizjologicznie pędzie brak substancji, które warunkują wytworzenie dojrzałej formy liścia.

Inaczej dzieje się na pędzie, który wyrósł z pachwiny siódmego z kolei liścia, w miejscu zaznaczonym literą „b”. Tutaj pierwszy liść wytworzony w punkcie „g” był znów, sądząc z kształtu, fizjologicznie młodszy od liścia, z którego pachwiny wyrósł pęd boczny. Po kilku liściach przejściowych wytwarza tu roślina dojrzały liść i tworzy je przez jakiś czas, chociaż liście na głównym pędzie zaczynają już wykazywać objawy starości. Po tym okresie następuje starzenie się tego pędu bocznego, które odbywa się jednak później, niż na pędzie głównym.

Trzeci zaznaczony na rysunku 3 pęd, wystający z punktu „d”, zaczął rozwijać się w czasie początku starczych zmian w liściach pędu głównego. Uległ on także „odmłodzeniu”, gdyż jego pierwsze liście miały formę bardziej zbliżoną do „dojrzałej”, niż liść, z którego pachwiny pęd boczny wyrósł (punkt „h”). Dlatego krzywa kształtu jego liści wygina się od razu do góry. Po wytworzeniu kilku liści „młodszych” i ten pęd wykazuje objawy starzenia się.

W ten sposób roślina przechodzi w okresie życia osobniczego przez szereg cykli odmładzania się, które przedłużają niejako jej istnienie, nie mogą jednak przeciwważyć ogólnego procesu starzenia się. Musi on nadejść nieuchronnie po pewnym czasie.

Teoria Krenkego wyjaśnia nam z jednej strony różne dobrze znane zjawiska, z drugiej zaś strony daje podstawę do szeregu wniosków, mających znaczenie praktyczne.

Jeżeli staniemy na platformie teorii Krenkego, staje się zrozumiałą tak pospolitą i od dawna uprawianą w ogrodnictwie zabieg obcinania młodych gałęzi u drzew, które mają się przez to wzmocnić. Obcinając najmłodsze co do czasu powstania gałęzie, pozbawiamy równocześnie roślinę jej najstarszych fizjologicznie części, a budzimy do życia pączki śpiące z młodszych fizjologicznie okresów. W ten sposób roślina rzeczywiście się odmładza.

Korzyści, jakie można wyciągnąć z teorii Krenkego dla hodowli roślin, są duże. W tym też kierunku idą główne prace badacza. Gromadzi on koło siebie szereg ludzi, którzy pracują nad tym zagadnieniem, starając się wyciągnąć z niego jak najwięcej praktycznych korzyści. Praca pt. „Teoria cyklicznego starzenia się i odmładzania roślin”, która ukazała się w Moskwie w r. 1940 w języku rosyjskim, jest pracą zbiorową. Główny jej rozdział jest napisany przez Krenkego, zaś szereg jego współpracowników zajmuje się poszczególnymi zagadnieniami. Praca ta wyszła z druku już po śmierci Krenkego.

Z zagadnień poruszonych przez współpracowników Krenkego szczególnie interesujące są badania Mininy i Bielskiej nad burakiem cukrowym. Wykazały one, że liście tej rośliny wykazują dwa kryteria starzenia się: stosunek długości blaszki do długości ogonka, gdyż ogonek zwiększa się u pierwszych liści, a potem ulega stopniowemu zmniejszeniu, oraz kąt podstawy blaszki liściowej i nerwu głównego, który jest tym szerszy, im liść jest starszy (patrz rys. 2c). Z kształtem liści wiąże się dojrzałość rośliny, zaś od okresu dojrzałości datuje się odkładanie cukru w korzeniu. Związek między ilością cukru w korzeniu a kształtem ostatniego wytworzonego przez roślinę liścia jest tak ścisły, że na podstawie tego kształtu można określić procent zamagazynowanego cukru. Angielski botanik Ashby, który bawiąc w czasie wojny przez dłuższy czas w Moskwie zapoznał się z pracami Krenkego i jego towarzyszy, obliczył na podstawie wiadomości podanych przez T. N. Bielską, że korelacja między kształtem tego liścia a ilością zgromadzonego cukru jest duża, gdyż $r = 0.914 \pm 0.182$. Świadczy to o ścisłym związku między kryterium wieku liści a procesami chemicznymi, które zachodzą wewnątrz rośliny.

Szybkość, z jaką burak dojrzewa, a więc zmienia i kształt swoich liści, jest bardzo różna. Zależy ona od wewnętrznych właściwości rośliny oraz od czynników zewnętrznych. Buraki, które szybko dojrzeją, poznać można już po kształcie pierwszych wytworzonych przez nie liści, i wyselekcjonować jako takie, które zaczęły prędko odkładać cukier. Można jednak wpływać na tę właściwość, stwarzając odpowie-

dnie warunki zewnętrzne. Wspomniane wyżej autorki dowiodły, że nawozy fosforowe przyspieszają proces „starzenia się”, zaś nawozy azotowe go hamują. To samo można osiągnąć podlewając rośliny słabo, lub silnie. Na rysunku 4 mamy dwa liście buraka, pochodzące z dwóch okazów rosnących w innych warunkach. Okaz „a” był silnie podlewany, okaz „b” bardzo słabo. Oba liście są równowiekowe, pochodzą z roślin równocześnie wysianych i oba są szesnastymi liśćmi na danej roślinie. Liść „a” jest jednak fizjologicznie znacznie młodszy, odpowiada mniej więcej pod względem kształtu liściowi



Rys. 4. Szesnaste liście dwóch równowiekowych buraków, a) silnie podlewanego, b) słabo podlewanego.

siódmemu na rysunku 2c. Roślina, z której pochodzi, miała niejako przedłużoną swoją młodość, wytworzyła między typem kształtu pierwszego i siódmego liścia z rys. 2 znacznie więcej form przejściowych i nie zaczęła jeszcze odkładać cukru w korzeniu. Jest to burak, który jak mówią u nas na wsi, „poszedł w liście”. Natomiast drugi burak jest już dojrzały i magazynuje cukier.

Podany wyżej przykład jest dobrą ilustracją praktycznego zastosowania teorii Krenkego do celów hodowlanych. Przykładów takich można by przytoczyć więcej. Krenke i jego współpracownicy dają wskazówki, jak poznawać można po kształcie pierwszych liści wczesne odmiany różnych jarzyn, np. kapusty, jak selekcjonować wcześniej owocujące jabłonie, wyżej wspomnianą bawełnę itp. Krenke uczy też poznawać po kształcie liści morwy, które z nich są pełnowartościowym pokarmem dla jedwabników, po kształcie liści krzewu herbacianego, które dadzą najlepsze sorty herbaty itp. Próby zastoso-

wania tej teorii do celów praktycznych są dziś robione w ZSRR na wielką skalę.

Poza praktycznym zastosowaniem teorii Krenkego zaczynają botanicy zastanawiać się coraz bardziej w ostatnich latach nad teoretyczną stroną zagadnienia. Chodzi już nie o zarejestrowanie samego zjawiska związku kształtu liści z wiekiem fizjologicznym roślin, ale o dojście do wewnętrznych przyczyn zmian w kształcie liści. Szczególnie dwie wielkie pracownice botaniczne, W. E. Sinnotta w Ameryce oraz E. Ashby w Anglii, pracują nad tym zagadnieniem, wciągając w to fachowców z wszystkich dziedzin botaniki.

Wedle zapatrywań współczesnych morfologów roślin traktuje się kształt jako końcowy produkt trzech czynników: kształtu zawiązka, ilości i kierunkowości podziałów komórek oraz stopnia i kierunkowości rozrostu komórek. W związku z tym starają się obecni badacze wyjaśnić, w którym z tych trzech czynników leży przyczyna różnic w kształcie pewnych organów, a więc w naszym przypadku w kształcie liści. Mają nadzieję, że dotarłszy do siedliska tych zmian będą mogli łatwiej uchwycić i wyizolować substancję, która je powoduje. Pojawia się obecnie coraz więcej drobiazgowych i pozornie mało ważnych prac nad sposobem podziału i wzrostu komórek w różnych organach, przy czym uwzględniane są zarówno rośliny dzikie, jak hodowane. Bada się też, o ile te zjawiska są wrodzone danemu organizmowi, a o ile można je zmieniać warunkami zewnętrznymi. Główny zaś nacisk położony jest na badanie chemizmu komórki, gdyż w tym leży, jak się dziś przypuszcza, istota kształtu.

Tak to badania nad wielopostaciowością liści, zapoczątkowane przez niemieckiego botanika Goebela, oddawszy duże usługi w życiu praktycznym, wróciły znów do pracowni teoretyków. Może uda się im znaleźć odpowiedź na pytanie, w czym leży przyczyna kształtu roślin, może jednak urodzi się w trakcie tych badań niespodziewanie nowe zagadnienie, które odpowiednio opracowane, przyniesie znów korzyść życiu praktycznemu. Hodowca bowiem, który ma do czynienia jedynie z roślinami uprawnymi, hodowanymi zwykle w warunkach sztucznych, widzi niejako tylko jedną cząstkę świata żywego. Tym zaś, który trzyma rękę na pulsie zjawisk życiowych, jest teoretyk, ogarniający w swych badaniach cały świat żywy, zarówno pożyteczny dla człowieka, jak i pozornie obojętny. On też może łatwiej dotrzeć do praw, które kierują materią żywą, a może to uczynić dlatego, że nie jest ograniczony w swoich zagadnieniach.

M. KRYSZEWSKI

CHEMIA MAS PLASTYCZNYCH

BUDOWA CHEMICZNA WYSOKICH POLIMERÓW

Zadaniem nauki i techniki jest uniezależnienie człowieka od otaczającej przyrody i położenia geograficznego. Całe armie badaczy, inżynierów i robotników pracują nad tym, aby ciała występujące w naturze udoskonalić i przerobić

nych, istnieją jeszcze pewne „opory” w stosunku do nowych mas plastycznych i dopiero w miarę upływu czasu zyskują one dzięki swym własnościom całkowite uznanie, tak że już dziś nikt nie mówi o nich, jak o produkcie mniej wartościowym od naturalnych.

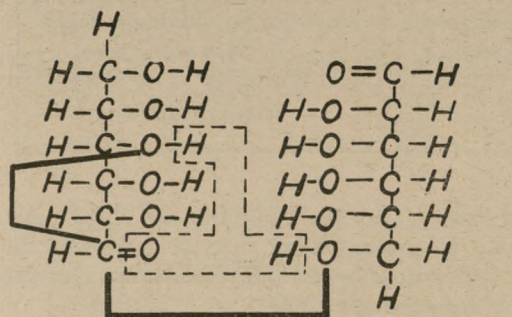
Celem produkcji mas plastycznych jest nie tylko zastąpienie ciał występujących w naturze, ale stworzenie nowych, o własnościach zupełnie niespotykanych. Dzisiaj z góry zakładamy, jakie własności ma posiadać dane ciało, które chcemy otrzymać i odpowiednio dobieramy zarówno składniki, jak i metody otrzymywania. Takie postawienie zagadnienia wymaga dokładnej znajomości budowy cząsteczek, od których zależą wszystkie własności danego ciała, toteż warto zastanowić się nad chemiczną budową wysokich polimerów i szczególnie na podstawie zestawień i tablic zorientować się w wielkich analogiach, jak i w pewnych różnicach w strukturze, z czym związane są ich wszelkie cechy.

Masy plastyczne są związkami wysokocząsteczkowymi o specjalnej wytrzymałości, twardości, są elastyczne, odporne na czynniki chemiczne i fizyczne w zależności od rodzaju i budowy grup podstawowych, jak i od sposobu powiązania pomiędzy tymi elementarnymi grupami. Występować mogą w postaci ciał stałych, plastycznych, lub też roztworów.

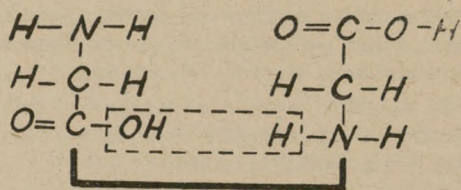
Ścisłe badania przeprowadzone nad naturalnymi surowcami dały pierwsze wskazówki odnośnie wiązań, jakie występują, gdy łączymy jakieś grupy elementarne w związki wysokocząsteczkowe. Bardzo dużo zawdzięczamy E. Fischerowi, który badał strukturę cukrów, białek i garbników. Stwierdził on, że występujące w przyrodzie związki o wielkich cząsteczkach powstają przez odpowiednie powiązanie cząsteczek podstawowych.

Gdy stwierdzono sposób wiązania między poszczególnymi elementami budowy, od razu przystąpiono do syntezy ciał występujących w przyrodzie z elementarnych grup. E. Fischer w wyniku długoletnich prac doszedł do związków o ciężarze cząsteczkowym 2000—4000, co odpowiadało niektórym ciałom białkowym lub polipeptydom. Wraz z Freudenbergiem otrzymał on największy związek, 7-trójbenzoiologallolilo-2-jodomaltozon, o wzorze sumarycznym $C_{220}H_{142}O_{58}N_4J_2$ i o wzorze strukturalnym podanym na rys. 2.

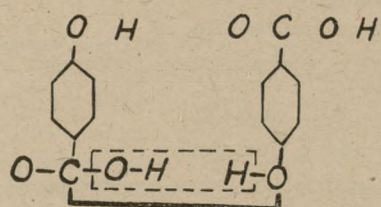
Dziś z całą pewnością wiemy, że ciężary cząsteczkowe są dużo większe, nawet o kilka rzędów wielkości, i w związku z tym mają zupełnie



wiązanie sacharydowe



wiązanie peptydowe



wiązanie depsydowe

Rys. 1. Typy wiązań w niektórych związkach występujących w naturze, stwierdzone przez Fischera.

w ten sposób, żeby wszystkie braki naturalnych surowców można było zastąpić nowymi, „sztucznymi” ciałami. W wyniku takich potrzeb powstały masy plastyczne. Naturalnie, w pierwszych latach swego istnienia wykazywały one dużo braków i wad, które jednak dzięki odpowiedniej obróbce można łatwo usunąć. Mimo to, że dziś masy plastyczne są pełnowartościowymi materiałami, które nie tylko zastępują, ale często przewyższają wiele tworzyw natural-

Tablica 1

	Zw. niskocząsteczkowe	Zw. wysokocząsteczkowe
Ciężar cząsteczkowy	< 10000	> 10000
Liczba atomów w cząst.::	< 1000	> 1000
Struktura krystaliczna:	sieć cząsteczkowa	sieć makrocząsteczk.
Sposób otrzymywania:	synteza	polimeryzacja polikondensacja
Roztwory:	roztwory cząsteczkowe o małej lepkości	roztwory koloidalne o dużej lepkości
Wpływ budowy cząstki na własności	mały	bardzo duży

odmienne własności od związków niskocząsteczkowych. Zestawienie różnic we własnościach związków nisko- i wysokocząsteczkowych podaje tablica 1.

W oparciu o metody syntezy klasycznej chemii nie można było osiągnąć związków wysokocząsteczkowych z następujących powodów:

1) Reakcji syntezy dokonywano przeważnie w roztworze i bardzo trudno było znaleźć rozpuszczalnik, który by rozpuszczał monomer¹ i polimer². W przypadku, gdyby nawet znale-

są bardzo sztuczne i stosunkowo słabo powiązane, co przy syntezie dużych cząsteczek musi w końcu doprowadzić do rozerwania syntetyzowanej cząsteczki.

Dla łatwiejszego rozważania budowy, związki wysokocząsteczkowe możemy podzielić na dwie grupy:

1) związki powstające w wyniku pewnych reakcji chemicznych z ciał występujących w naturze, które pod względem chemicznym są: węglowodanami, eterami lub estrami,

2) związki wysokocząsteczkowe całkowicie syntetyczne, powstające w wyniku polikondensacji³ lub polimeryzacji⁴.

Produkty powstające w wyniku kondensacji możemy podzielić jeszcze na:

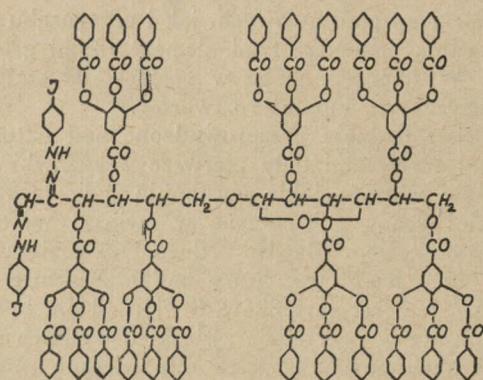
- żywice fenolowe,
- poliamidy,
- żywice ftalowe itp.

Produkty polimeryzacji natomiast możemy podzielić na:

- pochodne winylowe,
- pochodne butadienu.

Taki podział od razu uzewnętrznia pewne analogie budowy, bowiem taki czy inny sposób łączenia się w polimery poszczególnych monomerów zależy przede wszystkim od ich budowy.

Podczas kondensacji powstają obok produktu zasadniczego także produkty uboczne, jak woda lub chlorowódor, toteż w kondensacji muszą brać udział ściśle określone stosunki reagentów. W wyniku tego otrzymujemy też zawsze jednakowe produkty. Jeżeli weźmiemy pod uwagę polimeryzację, to w związku z tym, że nie ma produktów ubocznych, nie ma żadnych



Rys. 2. Największa cząstka otrzymana przez Fischera: 7-trójbenzoilogalloililo- 2-jodomaizone.

ziano taki rozpuszczalnik, to gdy rozpuszczalność jest zbyt duża, mamy także wzrost szybkości reakcji rozpadu polimeru.

2) Z rys. 1 i 2 widzimy, że związki otrzymane metodami klasycznej chemii składają się z różnych elementów i w porównaniu z wielkimi cząsteczkami występującymi w przyrodzie

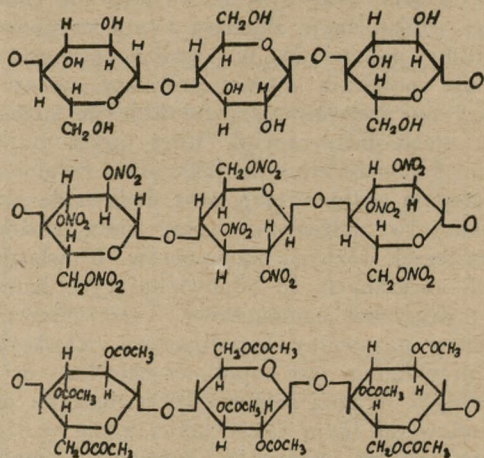
¹ Monomerem nazywamy związek, który stanowi elementarną część makrocząsteczki.

² Polimerem nazywamy związek, powstający z wielu połączonych ze sobą cząsteczek monomeru.

^{3, 4} Reakcje polimeryzacji i polikondensacji będą bliżej wyjaśnione w II części tego artykułu pt. „Procesy polimeryzacji i polikondensacji — podstawowymi metodami otrzymywania związków wysokocząsteczkowych”.

ograniczeń ilościowych, co umożliwia ogromną ilość kombinacji i ogromną ilość produktów.

Nasz przegląd budowy związków wysokocząsteczkowych zaczniemy od związków, które występują już w przyrodzie w postaci dużych cząstek. Najczęściej stosowanym związkiem wyj-



Rys. 3. Schemat struktury celulozy (u góry) i jej pochodnych.

ściowym jest celuloza, która dziś jest nie tylko przerabiana na sztuczne włókna, ale także na wiele innych cennych produktów. Obok niej wchodzi coraz bardziej w użycie produkty kondensacji białek. Rys. 3 pokazuje budowę celulozy i jej dwóch zasadniczych pochodnych, tj. azotanu i octanu celulozy. Jeden rzut oka wystarczy, aby stwierdzić periodyczność powtarzania się pewnych elementów.

Podobne zależności spotykamy w związkach, powstających w wyniku kondensacji i polimeryzacji.

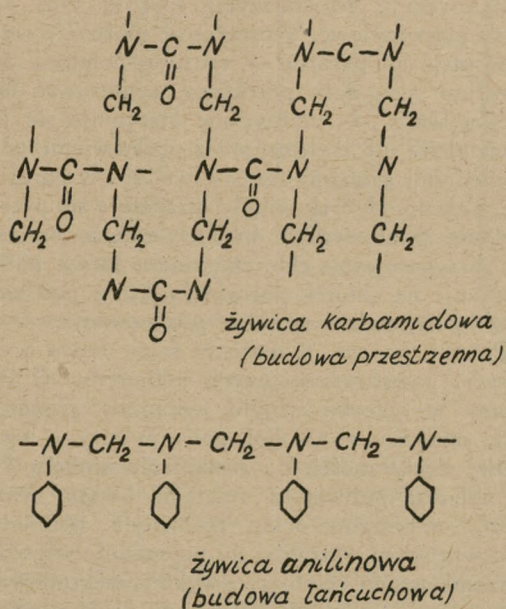
Najstarszymi z tego rodzaju są produkty kondensacji aldehydu mrówkowego z fenolem i krezolem. Przykład ten jest godny uwagi nie tylko ze względów historycznych, ale także doskonale pokazuje, jak ważnym czynnikiem jest budowa cząsteczki monomeru. Produkty kondensacji aldehydu mrówkowego z metakrezolem można „hartować”, natomiast produkty kondensacji z orto- i parakrezolem stosunkowo łatwo rozpadają się i nie można ich „hartować”. „Hartowanie” lub termoutwardzanie polega na tym, że skutkiem powolnego ogrzewania do temp. 80° C, odbywa się reakcja chemiczna łączenia się makrocząsteczek w sieć przestrzenną. Metakrezol z aldehydem mrówkowym tworzą cząstki, które mogą się dalej łączyć, natomiast orto- i parakrezol tworzą zamknięte łańcuchy, które mogą się wiązać tylko stosunkowo małowielkimi siłami Van der Waalsa. Podobnie kondensuje się aldehyd mrówkowy z różnymi aminami. Mamy tutaj makrocząsteczki, które mogą się dalej łączyć w zwartą sieć przestrzenną. Po-

wstają one przez kondensację z aminami zawierającymi kilka grup aminowych w jednej cząsteczce i dlatego mogą jeszcze ulegać dalszym wiązaniom pośrednim; natomiast takie produkty, które powstają w wyniku kondensacji cząstek o jednej grupie aminowej, nie dają takich trwałych produktów, tym niemniej mają dość duże zastosowanie, jak np. iganit, otrzymywany przez kondensację aniliny z aldehydem mrówkowym. Ważnym czynnikiem wpływającym na rodzaj produktu jest także sposób prowadzenia polikondensacji, który może prowadzić do produktów, gdzie cząsteczki są rozmieszczone zupełnie symetrycznie, jak i bezładnie. Poniższy rysunek 4. pozwala na zorientowanie się w budowie tych ciał.

Poliamidy zyskały w ostatnim czasie ogromne znaczenie i spotyka się je w handlu pod różnymi nazwami, z których najsłynniejszą jest „nylon”. Powstają one najczęściej w wyniku dwu reakcji:

1) Kwasy karboksylowe posiadające grupę NH_2 w położeniu E do grupy karboksylowej, np. kwas aminokapronowy, reagują ze sobą z wydzieleniem cząsteczki wody.

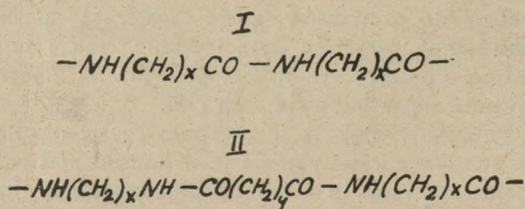
2) Kwasy dwukarboksylowe z dwuaminami reagują dając cząsteczki łańcuchowe, które nie dają się „hartować”, np. heksametylenodwuamina z kwasem adypinowym daje tzw. „nylon 66”.



Rys. 4. Schematy struktur żywic syntetycznych.

Dzięki temu, że mamy dość dużo aminokwasów, istnieje dużo możliwości wyboru, co pozwala na otrzymywanie różnych produktów. Okazało się jednak, że najcenniejsze są produkty otrzymywane z monomerów posiadających 5—7 grup CH_2 w cząsteczce. Wszystkie

cenne własności poliamidów mają swoje źródło w specyficznej budowie. Powstają tutaj niezbyt długie łańcuchy, które mają zdumiewającą wytrzymałość, spowodowaną skłonnością do krystalizacji i znacznymi siłami międzycząsteczkowymi, wywołanymi wzajemnym oddziaływaniem grup CO i NH₂. Podczas oziębienia włókna powstają wewnątrz kryształki, które przy wyciąganiu na zimno orientują się wzdłuż osi włókna, umożliwiając w ten sposób oddziaływanie między grupami CO i NH₂ (rys. 5).



Rys. 5. Budowa łańcuchowa poliamidów.

W naszym przeglądzie związków wielkocząsteczkowych trzeba choć kilka słów poświęcić także żywicom ftalowym, powstającym przez kondensację bezwodnika ftalowego z gliceryną, które pod nazwą glyptalów są cennym półproduktem w przemyśle lakierniczym.

Zajmiemy się teraz drugą główną grupą mas plastycznych, tj. tymi, które powstają w wyniku polimeryzacji. Najstarszymi spośród tych są masy poliwinylowe. Teoretycznie można je wyprowadzić od parafin — warto wspomnieć, że parafiny już dziś potrafimy syntezować na wielką skalę — praktycznie otrzymuje się je z acetyleny lub etyleny, przez podstawienie odpowiednimi grupami atomów wodoru w parafinie. Tak np. chlorek winylu otrzymuje się przez addycję chlorowodoru do acetyleny, natomiast tak przygotowany chlorek winylu łatwo polimeryzuje na chlorek poliwinylu, który pod nazwą igelit znalazł szerokie zastosowanie.

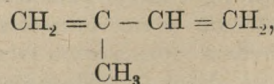
Patrząc na rys. 6 możemy sobie łatwo wyobrazić powstawanie innych polimerów. O ile atomy w chlorku winylu zastąpimy grupami OH, otrzymamy alkohol poliwinylowy o wybitnej elastyczności. Po zastąpieniu atomów Cl w chlorku poliwinylu resztami kwasu octowego, otrzymamy octan poliwinylu, podobny pod względem własności do poprzednio wspomnianego octanu celulozy. Zwykle przegrupowanie atomów w octanie poliwinylu da nam ester metylowy kwasu poliakrylowego, który znalazł duże zastosowanie w technice lakierniczej, pod nazwą plexigum. Ester metylowy kwasu polimetakrylowego jest stosowany dzięki swej przezroczystości jako namiastka szyb szklanych pod nazwą „plexiglas“ (tłucze się rozpadając się na drobne kawałki, nie dając żadnych odłamków, co jest bardzo ważne w prze-

myśle samochodowym, gdyż podczas katastrofy nie ma obawy poranienia odłamkami).

Nieco odmienną budowę wykazuje oppanol, który pod względem chemicznym jest poliizobutylenem. W odróżnieniu od kauczuku naturalnego i syntetycznego, poliizobutylen nie posiada wiązań podwójnych, a więc nie może ulegać wulkanizacji. Zgodnie z tym, co powiedzieliśmy poprzednio, w wyniku polimeryzacji nie powstają żadne produkty uboczne, a więc nie jesteśmy związani żadnymi stosunkami stechiometrycznymi, toteż przez odpowiedni dobór składników, jak i przez regulowanie stopnia polimeryzacji oraz dodawanie plastyfikatorów, możemy otrzymać ciała złożone z cząsteczek różnych monomerów o własnościach mieszanych, tj. odpowiadających jednemu i drugiemu monomerowi. Takie mieszane polimery nazywamy kopolimerami. Doskonałym przykładem jest kopolimer chlorku i octanu winylu. Ważną rolę między związkami poliwinylowymi mają także takie, gdzie w łańcuchu bocznym występują pierścienie aromatyczne, np. polistyren, który używany jest w radiotechnice i w przemyśle lakierniczym.

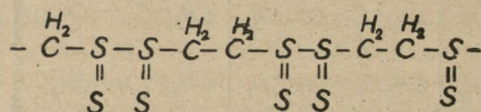
Obok łańcuchów alifatycznych, także łańcuchy izocykliczne, jak inden, lub heterocykliczne, jak kumaron, mogą ulegać polimeryzacji. Nie byłoby celowym szczegółowe wyliczanie tych wszystkich możliwości — mamy kilka przykładów w rys. 6, chodzi tylko o to, aby zdawać sobie sprawę z periodyczności budowy. Osobną grupę stanowią związki wysokocząsteczkowe pochodne butadienu. Pierwszy kauczuk syntetyczny otrzymał właśnie nazwę buna dzięki temu, że powstał przez polimeryzację butadienu pod wpływem sodu. Dziś stosuje się na ogół inne czynniki powodujące polimeryzację, lecz nazwa buna nadal się utrzymuje dla polibutadienu.

Polibutadien różni się od naturalnego kauczuku tym, że ma on przy jednym z dwu atomów węgla, połączonych między sobą wiązaniem podwójnym, grupę metylową. Synteza kauczuku dokonana przez Hoffmanna, który opierał się na pracach Harriesa, doprowadziła do związku, w którym występowały dwie grupy metylowe, a więc otrzymano metylokauczuk. W tej syntezie wychodzi się nie z butadienu, lecz z izoprenu:

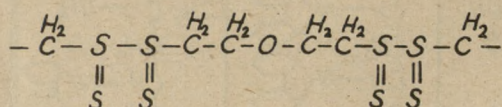


który występuje tylko w minimalnej ilości w smole pogazowej. Zaczęto więc polimeryzować butadien, względnie chlorobutadien (atom Cl występuje na miejscu grupy metylowej) i otrzymano w ten sposób chloropren. Spolimerizowany butadien używany jest w różnych

rodności w budowie, możemy jednak już znaleźć dużo regularności i zakończyć nasze rozważania kilkoma ogólnymi wnioskami:



policzterosiarczeketylenu



czterosiarczek polieteru etylowego

Rys. 7. Dwa typowe przykłady budowy polisíarczków.

1) Związki wysokocząsteczkowe składają się z prostych elementów budowy, które powtarzają się periodycznie.

2) W łączeniu poszczególnych cząstek monomeru biorą udział nie tylko wiązania wartościowości, lecz także siły wiązań drugiego rodzaju, szczególnie w związkach, które mają grupy polarne, jak Cl i NH₂, przy czym własności polimeru zależą od własności monomeru oraz od sposobu wiązań między elementami budowy.

3) Związki wysokocząsteczkowe otrzymuje się nie drogą klasycznej syntezy, lecz w wyniku reakcji polimeryzacji lub polikondensacji. To, co powiedziano wyżej, świadczy już o głębokim poznaniu tych niezmiernie ciekawych związków, tym niemniej wiele procesów jest jeszcze nie zbadanych pod względem teoretycznym, jak i praktycznym, co jeszcze zaznaczy się w II części tego artykułu pt. „Procesy polimeryzacji i polikondensacji — podstawowymi metodami otrzymywania związków wysokocząsteczkowych”. Dzięki ustawicznym badaniom dziedzina ta zostanie niedługo zupełnie opanowana, co przyczyni się do stworzenia nowych mas plastycznych i ulepszenia już istniejących.

S. MACKO

O POŁUDNIOWEJ DEPRESJI ASYMLACYJNEJ U ROŚLIN GÓRSKICH

W czasie licznych i od dawna prowadzonych badań nad natężeniem asymilacji CO₂ roślin, rosnących w różnych warunkach ekologicznych, stwierdzono zgodnie, że w ciągu dnia istnieje mniej lub więcej wybitna depresja asymilacyjna, przypadająca na godziny południowe, podczas której zawartość asymilatów, głównie węglowodanów, w liściach badanych roślin, wybitnie się zmniejsza. Szczególnie wyraziście występuje to u roślin górskich, odznaczających się znacznie większą intensywnością asymilacyjną, aniżeli rośliny nizinne. Do tej pory sprawa południowej depresji asymilacyjnej roślin zielonych nie jest jeszcze wyjaśniona. Próby wyjaśnienia tego interesującego zjawiska dawali w swych pracach: S. Kostyczew (1926, 1928), A. L. Kursanow (1933), H. Guttenberg i H. Buhr (1935), R. Drautz (1936) i wreszcie w r. 1939 H. Marthaler. Przeważająca część badaczy dopatrywała się przyczyny tego zjawiska w nagromadzeniu się zbyt wielkiej ilości asymilatów w liściach w południe i to przeważnie na skutek zwiększonego dopływu dwutlenku węgla i intensywniejszego naświetlenia.

Wszystkie te badania, na podstawie których autorzy dochodzą do podobnej konkluzji, dowodzą oczywiście i bezspornie, że duże nagromadzenie węglowodanów w liściach hamuje

procesy asymilacyjne, ale wcale nie tłumaczą istotnej przyczyny zjawiska południowej depresji asymilacyjnej, w której właśnie zawartość tych asymilatów w liściach wybitnie spada. Zresztą trzeba tu wyjaśnić, że zagadnienie południowej depresji asymilacyjnej było poruszane przez znakomitą większość autorów niejako na marginesie innych problemów, którym swoje prace poświęcali. Wyjątek w tym względzie stanowi H. Marthaler, który specjalnie temu zagadnieniu poświęcił swoją pracę i przeprowadził w tym kierunku interesujące badania w lecie, od czerwca do września 1937 r., w wysokogórskim laboratorium alpejskim w Schachen, w wapiennych Alpach północnego Tyrolu na południe od miejscowości Partenkirchen, na wysokości 1866 m n.p.m. Wyniki tych badań można ująć w kilka zasadniczych punktów: 1. różne zbadane górskie gatunki roślinne, rosnące w podobnych warunkach siedliskowych, wykazują podobną zmienność zawartości węglowodanów w liściach w tych samych porach dnia; 2. zawartość węglowodanów w liściach tych roślin spada regularnie między godziną 12—14; 3. ta południowa depresja asymilacyjna jest uwarunkowana dwiema bezpośrednimi przyczynami: a) wybitnym zahamowaniem procesów asymilacyjnych w godzinach południowych, b) bardzo wzmocnionym odpły-

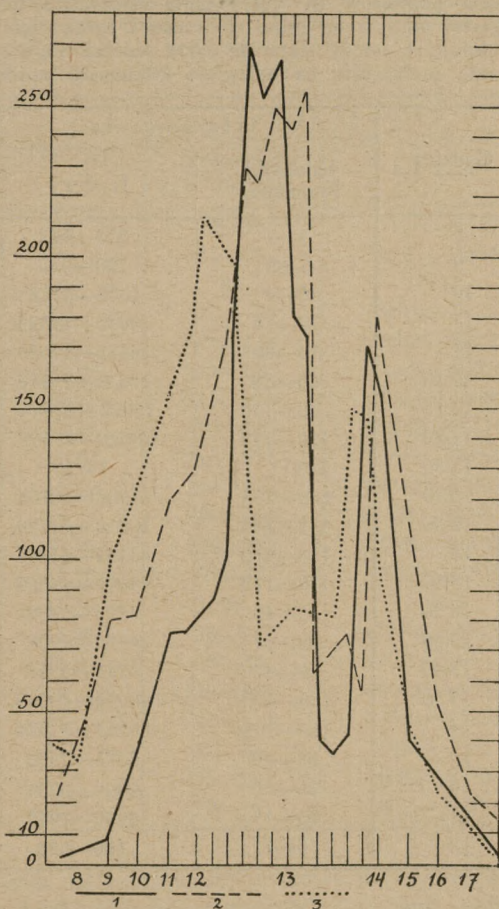
wem z asymilatów liści; 4. z węglowodanów zmniejsza się głównie ilość cukrów; 5. spomiędzy dotychczas zbadanych roślin, rośliny alpejskie odznaczają się szczególnie wysoką zawartością cukru i innych węglowodanów; 6. w wyniku badań nad roślinami alpejskimi, hipoteza, że nagromadzanie się w liściach asymilatów może być powodem zjawiska południowej depresji asymilacyjnej, nie może obecnie w ogóle wchodzić w rachubę.

Reasumując dotychczasowe rezultaty badań nad zagadnieniem południowej depresji asymilacyjnej u roślin, możemy zacieśnić krąg naszych rozważań, ograniczyć go właściwie do 3-ciego punktu wyników badań Marthaler'a i szukać odpowiedzi w wyjaśnieniu przyczyny: a) wybitnego zahamowania procesów asymilacyjnych w godzinach południowych, b) bardzo wzmoczonego odpływu asymilatów z liści. Jeżeli potrafimy logicznie wyjaśnić te przyczyny i poprzeć je skontrolowanymi dowodami, dopiero wówczas będziemy mogli powiedzieć, że zagadnienie południowej depresji asymilacyjnej roślin jest rozwiązane.

W czasie opracowywania wyników własnych badań terenowych z zakresu ekologii roślin i fitosocjologii, jakie przeprowadziłem w Karkonoszach w lecie, w lipcu i sierpniu 1950 r., wyłoniły się pewne okoliczności, które mnie upoważniają do podjęcia próby przyczynienia się swoimi spostrzeżeniami do rozwiązania omawianego zagadnienia południowej depresji asymilacyjnej u roślin górskich. H. Marthaler zbadał 10 gatunków roślin rosnących na miejscach otwartych, słonecznych, w jednakowych mniej więcej warunkach siedliskowych, a spośród tych 10 gatunków roślin górskich, 5 gatunków występuje również w Karkonoszach i to dość pospolicie. Są to gatunki następujące: kosówka (*Pinus pumilio*), kuklik górski (*Geum montanum*), jastrzębiec alpejski (*Hieracium alpinum*), górską odmianą ciemnicy białej (*Urtica album* var. *Lobelianum*) i szczaw alpejski (*Rumex alpinus*).

W zestawieniu wszystkich dotychczasowych badań, poświęconych w mniejszej lub większej mierze temu problemowi, jedna rzecz jest uderzająca. Oto botanicy, pragnący wyświecić zjawisko południowej depresji asymilacyjnej, badali różne czynniki ekologiczne różnych gatunków roślin jako obiektów badań (biorąc pod uwagę sumę wszystkich badań), ale tak się złożyło, że żaden z nich nie robił pomiarów natężenia światła. Nawet H. Marthaler, którego praca w tym względzie jest najbardziej wyczerpująca, stwierdza w niej z ubolewaniem, że w swoich badaniach nie dysponował, niestety, żadnym przyrządem do pomiarów natężenia światła. A przecież światło, jako czynnik ekologiczny, wiąże się ściśle z dwiema zasadniczy-

mi czynnościami roślin zielonych, warunkującymi ich byt i rozwój, mianowicie z asymilacją i elementarną funkcją gospodarki wodnej rośliny—transpiracją. We wszystkich hipotezach, usiłujących wyjaśnić zjawisko południowej depresji asymilacyjnej, przyjmuje się jako ogólny pewnik, że rośliny, zwłaszcza zaś górskie, pozostają pod wpływem intensywnego nasłonecznienia.



Ryc. 1. Wykresy pomiarów siły światła wykonanych w Karkonoszach.

1. dnia 6 VIII 1950 r. nad Małym Stawem (do tabeli I)
2. dnia 10 VIII 1950 r. nad Małym Stawem (do tabeli II) 1185 m n.p.m.
3. dnia 24 VIII 1950 r. w Kotle Śnieżki u podstawy Małej Kopy. 1015 m n.p.m.

Punktem wyjścia do obecnych rozważań nad próbą rozwiązania zagadnienia południowej depresji asymilacyjnej roślin górskich są moje pomiary natężenia światła, dokonane w Karkonoszach nad Małym Stawem, na wysokości około 1200 m n.p.m. Pomiary te, których wyniki są zebrane na załączonych niżej tabelach I i II, wykonałem przy pomocy fotometru selenowego typu „Sixtus 2“, wycechowanego do obliczeń w luksach za pomocą lampy wzorcowej o temp. b. 2848 T. 430 św. w Zakładzie Fototechniki na Politechnice we Wrocławiu.

Tabela I

Pomiary natężenia światła dnia 6 VIII 1950 r.
w Karkonoszach nad Małym Stawem.

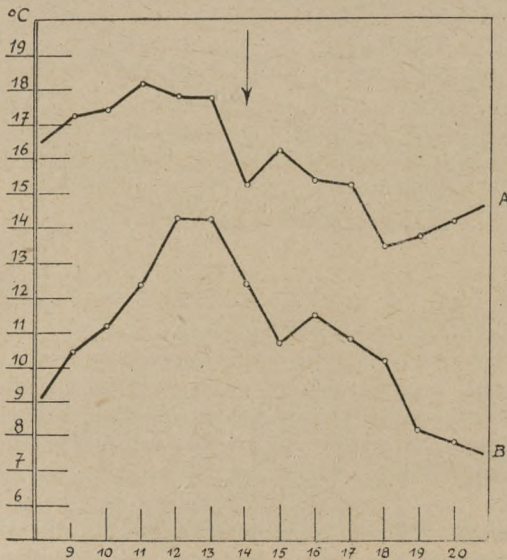
Warunki atmosferyczne: dnia poprzedniego (5 VIII) od samego rana panowała bardzo gęsta, biała mgła. Od czasu do czasu przetaczały się przez krawędzie kotła skalnego białe kłęby chmur oraz padały przelotne, ale obfite deszcze. Pole widzenia mniej więcej 4—5 metrów. W dniu wykonywania pomiarów (6 VIII) mgła wprowadziła białą i gęstą, ale już od czasu do czasu i coraz częściej rzadniejszą, a wtedy staje się coraz jaśniejszą. Pole widzenia przeciętnie na odległość kilkunastu metrów.

Godzina	Siła światła	
	Jednostki fotometru	Luksy
8	3—7	213—645
9	8—9	790—935
10	35—40	4578—5402
11	70—75	13030—14525
12	75—80	14525—16020
12.10	86—88	17814—18412
12.15	80—100	16020—22000
12.20	120—175	28020—44599
12.30	270	73226
12.40	260—265	67200—68104
12.50	250—253	70213—71720
13	180—210	46104—55145
13.10	170—175	43099—44599
13.20	35—40	4578—5402
13.30	32—37	4085—4908
13.40	39—43	5238—5898
13.50	160—170	40070—43099
14	155—165	38564—41576
15	35—40	4578—5402
16	18—30	2063—3754
17	25—17	2930—1942
18	6—7	500—645

Całodzienne pomiary natężenia światła dokonywane były w warunkach atmosferycznych zupełnie odmiennych. Dnia 6 VIII panowała biała, gęsta mgła, zaś dnia 10 VIII pogoda była słoneczna. Graficzną interpretacją tabel I i II są wyżej zamieszczone wykresy (Rys. 1). Pod względem przebiegu krzywej natężenia światła, wykresy są do siebie uderzająco podobne. To podobieństwo jest wywołane prawie identyczną depresją krzywej, która w wykresie 1. przypada na godziny między 12.50 a 13.50, a na wykresie 2. — między godziną 13.10 a 14. Te depresje krzywej natężenia światła, prawie identyczne w różnych warunkach atmosferycznych, pokrywają się doskonale z depresją asymilacyjną roślin górskich, którą Marthaler ustalił na okres południowy, od godziny 12 do 14. Nasuwa się więc pytanie, czym jest wywołana depresja krzywej światła? Odpowiedź na to pytanie daje nam analiza skontrolowanego stop-

nia wrażliwości fotometru, którym były dokonywane pomiary. Otóż fotometr wykazuje największą wrażliwość na fale świetlne o długości odpowiadającej barwie widma słonecznego od pomarańczowej do czerwonej, średnią wrażliwość na promienie żółtozielone, bardzo słabą wrażliwość na promienie niebieskie i prawie zupełną niewrażliwość na promienie ultrafioletowe. Należy więc przyjąć, że w górach w południe promienie światła słonecznego obfitują wybitnie w krótkie promienie ultrafioletowe, a dopływ promieni długofalowych, zwłaszcza pomarańczowoczerwonych, jest bardzo silnie ograniczony. Prawdopodobnie jest to wywołane tym, że w południe promienie ultrafioletowe, padające ze słońca stojącego w zenicie, mają do przebycia najcieńszą warstwę atmosfery, która je pochłania i dlatego w tym czasie wybitnie dominują. Ale być może też, że ta bardzo silna ekspansja promieni ultrafioletowych, a zahamowanie emisji promieni długofalowych, ma inną przyczynę, natury kosmicznej. Ponieważ promienie ultrafioletowe zawierają znacznie mniej kwantów energii aniżeli promienie długofalowe, dlatego promienie krótkofalowe, zwłaszcza ultrafioletowe, są dla procesów asymilacyjnych nieprzydatne i rośliny zielone w tych procesach z nich nie korzystają. Możemy więc przypuszczać, że tu właśnie leży przyczyna wybitnego zahamowania procesów asymilacyjnych u roślin górskich w godzinach południowych. Pozostaje jeszcze do wyjaśnienia druga sprawa, mianowicie bardzo wzmożony odpływ asymilatów z liści. Rzecz bardzo znamienna, że to właśnie zjawisko da się zupełnie dobrze i logicznie związać z działalnością promieni ultrafioletowych. Oto z jednej strony, tylko i wyłącznie promienie ultrafioletowe są w znacznej części absorbowane przez enzymatyczne pigmenty oddechowe (promienie słoneczne widzialne zupełnie na nie nie działają), wymagają bardzo silnie oddychanie i przebieg procesów fermentacyjnych u roślin (Gessner, Bernauer, Lundeghard, Knoll), a w tych procesach są przez rośliny zużywane jako donatory, czyli substancje przeznaczone do spalania, właśnie cukry, głównie heksozy. Z drugiej strony promienie ultrafioletowe, absorbowane w wielkich ilościach razem z promieniami granatowofioletowymi, służą roślinom jako jedyne i główne źródło energii w odbywających się w liściach procesach redukcji azotanów na amoniak i poprzez przejściowy produkt, hydroksylaminę, w dalszym etapie na aminokwasy, z których rośliny budują swoje białka. Do tych procesów redukcyjnych potrzebny jest wodór, którego dostarczają właśnie wytworzone w procesach asymilacyjnych węglowodany, znowu głównie cukry. Na ostatnie więc pytanie należy odpowiedzieć, że asymilaty

nie odpływają z liści w godzinach południowych, lecz są zużywane w analityczno-syntetycznych procesach, dla których głównymi dostarczycielami energii są promienie ultrafioletowe. Są to oczywiście hipotezy wysnute dedukcyjnie. Ponieważ promienie ultrafioletowe należą do kategorii promieni fizjologicznie „zimnych”, można jeszcze przypuszczać, że w okresie południowej depresji asymilacyjnej, kiedy promienie ultrafioletowe dominują, występuje nieznaczna obniżka temperatury powietrza w skali mikroklimatycznej i wzmożone wówczas procesy oddechowo-fermentacyjne służą do wyrównania tych drobnych prawdopodobnie różnic temperatury. To jednakże wymaga już osobnego i szczegółowego zbadania, ponieważ



Ryc. 2. Wykresy pomiarów temperatury powietrza na wysokości 5 cm nad powierzchnią ziemi, wykonanych w Karkonoszach.

A. dnia 18. VII 1950 r. w Kotle Śnieżki u podstawy Małej Kopy. 1015 m n.p.m.
B. dnia 30. VII. 1950 r. nad Małym Stawem. 1185 n.p.m.

załączone wykresy 2 pomiarów (Rys. 2) nie są wystarczające.

Tak się przedstawia sprawa próby wyjaśnienia zjawiska południowej depresji asymilacyjnej roślin górskich, na podstawie badań fotometrycznych wykonanych w Karkonoszach.

W końcu pragnę nadmienić, że na podstawie moich dość licznych pomiarów fotometrycz-

Tabela II.

Pomiary natężenia światła dnia 10 VIII 1950 r. w Karkonoszach nad Małym Stawem.

Warunki atmosferyczne: dnia poprzedniego (9 VIII) rano pochmurno, ale bez mgły, od godziny 10-tej mgły nachodzą falami, o godzinie 13-tej mgły rozeszły się, ale jest pochmurno. Po południu wypogodzenie. W dniu wykonywania pomiarów (10 VIII) pogoda słoneczna, na niebie białe chmury kłębiasto-strzępiaste. O godzinie 12.20 zachmurzenie bardzo duże. Dopiero o godzinie 16-tej niebo staje się bezchmurne.

Godzina	Siła światła	
	Jednostki fotometru	Luksy
8	28—35	3425—4578
9	75—82	13525—16618
10	82	16618
11	110—120	25010—28020
12	120—130	28020—31038
12.10	140—150	34048—37066
12.20	155—170	38564—43099
12.30	210—230	55145—61171
12.40	215—225	56651—59666
12.50	240—250	64183—67200
13	238—243	63580—65086
13.10	245—252	65689—67802
13.20	55—60	8547—10040
13.30	65	11535
13.40	70—75	13030—14525
13.50	48—50	6721—7050
14	170—180	43099—46104
15	90—110	19010—25010
16	40—50	5402—7050
17	18—20	2063—2313
18	9—10	935—1080

nych nieciągłych, jednostkowych (których tutaj z braku miejsca nie podaję), można wysnuć wniosek, że prócz charakterystycznej, południowej depresji długofalowych, czerwonych promieni asymilacyjnych, istnieje również maksimum natężenia tych promieni, przypadające w Karkonoszach na czas między godziną 11.30 a 12.30, czyli prawie bezpośrednio poprzedzające depresję świetlną. To maksimum natężenia długofalowych promieni asymilacyjnych trwa przeciętnie 20—30 minut, a siła światła w tych momentach dochodzi, a nierzadko przekracza w Karkonoszach 120000 luksów.

Świadczenia na S. F. O. S. budują nową Warszawę —

umacniając pokój

K. BZOWSKI

ZJAWISKA WULKANICZNE W INDONEZJI

Minęło już lat kilkanaście od czasu, gdy w roku 1938 miałem sposobność odbycia podróży w celu poznania Archipelagu Malajskiego, znanego wówczas pod nazwą Indii Holenderskich, a będącego dzisiaj niezależnym państwem, Indonezją.

Po raz pierwszy w życiu zetknąłem się z krajobrazami tak odmiennymi od naszych europejskich; są one wynikiem nie tylko odrębnego klimatu gorącego i wilgotnego i związanej z nim majestatycznej roślinności tropikalnej, lecz

się one dalej w tym samym kierunku przez wyspę Bali i mnóstwo innych mniejszych, aż do wysp Moluckich. Badania dna morskiego w sąsiedztwie całego archipelagu wykazały, że stanowi on niestałą i bardzo ruchliwą część skorupy ziemskiej, podległą wybuchom, trzęsieniom ziemi i innym procesom, związanym z górotwórczością.

Z wysp Indonezji „najbardziej wulkaniczną” jest Jawa; zajmuje ona powierzchnię taką, jak pięć naszych województw, a posiada 150 gór,



Rys. 1. Mapa Jawy.

i wysuwającej się na plan pierwszy wulkaniczności tych wysp.

Indonezja i z tego powodu jest niesłychanie ciekawym krajem, że leży na przecięciu się dwóch wzajemnie do siebie prostopadłych obszarów geosynkinalnych o kierunkach północ—południe i wschód—zachód; pierwszy obszar jest częścią wielkiej linii zapadnięć, otaczającej ze wszystkich stron Ocean Wielki, drugi ma kierunek taki sam, jak istniejące niegdyś ku końcowi ery paleozoicznej i w erze mezozoicznej Morze Tetydy¹. Nic dziwnego, że na skrzyżowaniu się dwóch tak charakterystycznych obszarów wszelkie procesy natury geologicznej, w szczególności zaś wybuchy wulkaniczne i trzęsienia ziemi, przebiegają znacznie energiczniej, niż w innych miejscach skorupy ziemskiej.

Indonezja posiada czterysta kilkadziesiąt gór pochodzenia wulkanicznego; osiemdziesiąt z nich zaliczyć należy do kategorii wulkanów czynnych, ponieważ albo wybuchają one w czasach obecnych, albo wybuchały w bardzo niedawnej przeszłości (za ludzkiej pamięci) lub w nieco dawniejszej, czyli w czasach historycznych.

Szereg wulkanów Indonezji ustawiony jest w postaci łuku wzdłuż zachodnich wybrzeży Sumatry, następnie wzdłuż środkowej osi równoleżnikowej (zachód—wschód) Jawy; ciągną

wypiętrzonych przez wybuchy; 30 z nich to wulkany czynne; równiny u ich podnóża znajdują się na wysokości paruset metrów nad poziomem morza, natomiast stożki wulkaniczne przekraczają 2000 lub 3000 metrów n. p. m.; najwyższy szczyt Jawy, wulkan Semeroe (czyt. Semeru), osiąga 3676 m n. p. m. Ponieważ stożki wulkaniczne na Jawie znajdują się stosunkowo blisko siebie, tworzą one pozornie jakby jeden łańcuch górski (rys. 1).

Ze względu na charakter wybuchów niemal wszystkie góry wulkaniczne Indonezji zaliczyć należy do kategorii „wulkanów mieszanych”; wydzielają one niekiedy lawę ognistopłynną, niekiedy gazy i parę wodną, innym razem zaś — popioły; o ile tym ostatnim wybuchom towarzyszy deszcz, powstają ze zmieszania popiołów z wodą potoki lawy błotnej, bystro spływające po zboczach wulkanu i powodujące katastrofy, w których giną tysiące ludzi; miejscowa ludność nazywa takie potoki błotne „laharami”.

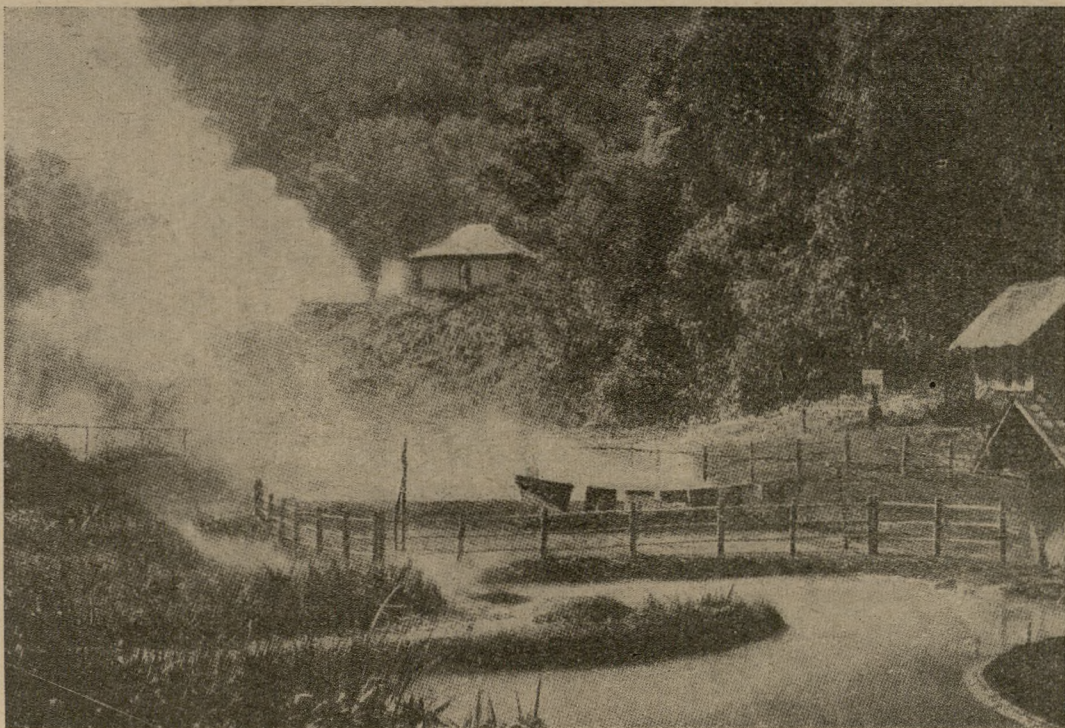
Pierwszym wulkanem Indonezji, z którym zetknęliśmy się „osobiście” był Tang-Koe-ban-Prahoe (czyt. Tankubanprahu), położony na północ od miasta Bandung (czyt. Bandung), w odległości kilkunastu kilometrów od niego. Do zachodniej krawędzi wulkanu dojechaliśmy samochodami po wygodnej choć wąskiej, asfaltowanej drodze, poprowadzonej wirażami po zboczach tej potężnej góry, przez las

¹ Nikłą jego pozostałością jest dzisiejsze Morze Śródziemne.

dziewiczy o grubych i zarazem strzelistych drzewach, pokrytych obficie na różnych wysokościach roślinnością nadrzewną (epifitami) i pnączami (lianami); u podnóża drzew zauważyliśmy bardzo bogate podszycie z ziół i krzewów naziemnych.

Wąska wstęga asfaltowa stanowi w ogromie lasu tak drobny szczegół, że w niczym nie psuje wrażenie jego pierwotności.

ste, suche; zwykle znajduje się tam małe jezioro, utworzone przez wody pochodzące z deszczów; ponieważ zwiedzaliśmy wulkan we wrześniu, a na Jawie miesiąc ten miewa mało opadów, a w owym roku był on wyjątkowo suchy, więc jezioro w kraterze nie było. W kilku miejscach wśród popiołów na dole widać było duże żółte przestrzenie: są to wykwyty siarki. Jak nas objaśniano, pochodzą one z roku 1929,



Rys. 2. Jedno z gorących źródeł na Jawie.

Tangkoebanprahoe należy do wulkanów czynnych; działa on wciąż, lecz bardzo łagodnie, spokojnie; nie ma on na swym sumieniu żadnej wielkiej katastrofy, nie zalał nigdy pół ani siedzib ludzkich potokami lawy, nie pomordował ludzi; o swym istnieniu daje znać przez wydzielanie dymu i gazów siarkowych przez jeden ze swoich kilku kraterów. Jeszcze nim dotarliśmy do krawędzi, jadąc samochodami przez las, poczuliśmy silny zapach siarkowodoru i innych gazów, które wiatr przenosił za południową krawędź, do lasu. Droga doprowadziła nas do krawędzi krateru, który dla orientacji nazwiemy kraterem pierwszym. Był on w danej chwili nieczynny. Natomiast za nim i za kraterem drugim widać było dwa, a czasami trzy miejsca, z których wznosiły się opary. Ściany pierwszego krateru górowały nad dnem o jakieś 300 m; składają się one z pokładów law, ułożonych na przemian z warstwami popiołów czy piasków lawowych. Dno było piaszczy-

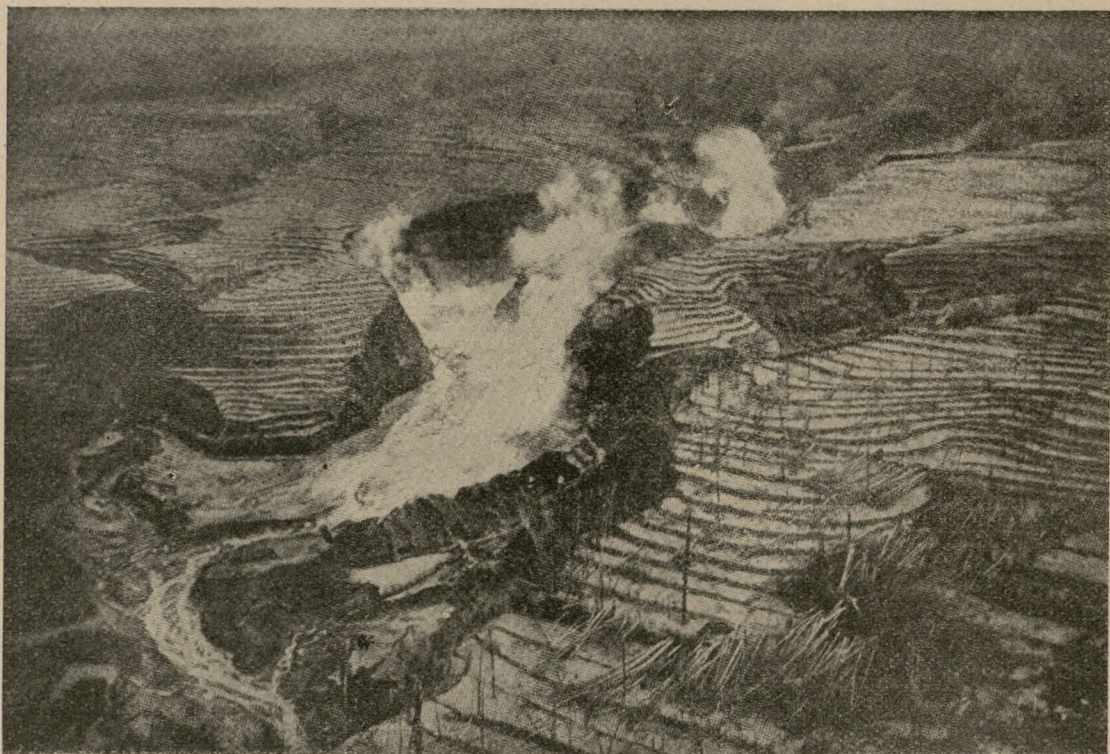
gdzie ten właśnie krater był bardziej niespokojny niż inne. Maszerowaliśmy po kamienistej ścieżce na północnej dość ostrej krawędzi krateru, nie biegnącej poziomo, lecz wznoszącej się miejscami w górę o kilkanaście lub kilkadziesiąt metrów, to znów opadającej w dół. Nadzwyczajną dla nas rzeczą był widok roślinności drzewnej na tej wysokości (2085 metrów n. p. m.), na jakiej w naszych górach zanikają już nawet hale trawiaste, a rozpościerają się gołe turnie, co najwyżej pokryte ubogimi mchami lub porostami.

Na południowej stronie szczytów tej góry, jak już wspominaliśmy, rośnie potężny, wysokopienny las, z bogatym podszyciem u dołu i z epifitami u góry; natomiast na północnej i zachodniej stronie zwróciliśmy uwagę na rozgałęzione gęste krzewy o lodydze zdrewniałej, dosięgające 4 metrów wysokości; już na pierwszy rzut oka wydały się nam one czymś znajomym; nie omyliliśmy się, gdyż były to borówki, blisko spokrewnione z tak dobrze nam znanymi

drobnymi roślinkami, pokrywającymi gęstym zielonym kobiercem ziemię w naszych lasach iglastych. Stwierdzono, iż borówka drzewiasta (*Vaccinium varingiaefolium*) jest odporna na działanie gazów (nawet i siarkowych), wydobywających się z wulkanu i pomyślnie rozwija się nawet w bezpośrednim sąsiedztwie kraterów.

władze administracyjne i ludność o niebezpieczeństwie. Stacja ma połączenie telefoniczne z Bandoengiem. Znajduje się ona w punkcie wyżej położonym, względnie bezpiecznym, po tej stronie wulkanu, w którą najrzadziej wieją wiatry od strony szczelin kraterów.

Podobnych obserwatoriów wulkanicznych jest



Rys. 3. Zachodnie zbocza wulkanu Merapi w czasie wybuchu w r. 1930. W łóżysku rzeki płynie ognisty strumień lawy, a pola ryżowe zasypane są popiołami wulkanicznymi jasnego koloru, sprawiającymi wrażenie śniegu.

Tylko na niektórych wulkanach, wybuchających często i gwałtownie, najbliższe od miejsca wybuchu krzewy ulegają zniszczeniu i sterczą w postaci zeschniętych, bezlistnych badyli.

Drugi krater oddzielony jest od pierwszego ścianą, utworzoną z produktów wybuchu (na przemian: luźnych i bardziej zbitych); po krawędzi tej ściany można chodzić i wówczas widzi się dobrze obydwie krater; wzięte razem mają one kształt elipsy, której oś dłuższa ma ponad półtora kilometra, a oś krótsza (szerokość) nieco więcej niż kilometr.

Znajdując się na krawędzi drugiego krateru zauważyliśmy w odległości kilkuset metrów od jego przeciwległego krańca, w lesie między drzewami, zgrabny budynek pokryty czerwoną dachówką; jest to stacja, w której przebywają stale obserwatorzy; zadaniem ich jest obserwować objawy działalności wulkanicznej w tym celu, aby w razie jej wzmagania się przewidzieć, czy grozi większy wybuch i uprzedzić

na Jawie więcej, pozakładano je na bardziej czynnych wulkanach. Obserwacje ich są zestawiane i naukowo opracowywane w Instytucie Wulkanologicznym Indonezji.

W bogatym i okazałym muzeum przyrodniczym w Bandoengu znajduje się osobny dział wulkanologiczny, w którym zgromadzono modele wielu wulkanów tego kraju. Dowiedzieliśmy się tam, między innymi, że jeden z czynniejszych wulkanów na wschodzie Jawy, Keloet (czyt. Kelut), ma w swym kraterze spore jezioro, którego woda przy każdym znacznym wybuchu ogrzewa się i zmienia gwałtownie w parę, przez co rozmiary katastrofy niepomniernie wzrastają. W celu złagodzenia wybuchów przekopano kanały (tunele) w bocznej ścianie krateru, odprowadzające wodę w dół na pola, gdy poziom jej w jeziorze (po deszczach np.) podnosi się nadmiernie.

Jak widzimy, Holendrzy nie tylko w swym kraju macierzystym „wojują” od wieków z wo-

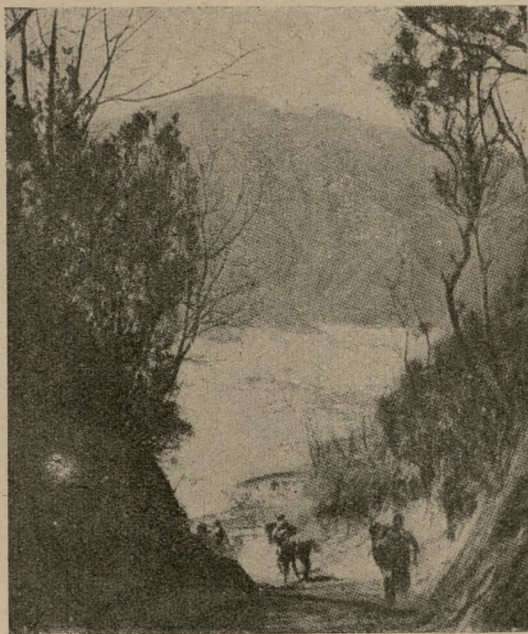
da, odbierając ją przyległym morzom i tworząc z nich ziemię uprawną, lecz i w swych dawniejszych posiadłościach zamorskich walczyli ze szkodliwą wodą, znajdującą się na szczytach wulkanów.

W kilka dni potem, przy dalszym objeździe Jawy, dotarliśmy do miejscowości Tjipanas („rzeka gorąca”), położonej u wschodnich podnóży wielkiej góry wulkanicznej Goentoer (czyt. Guntur). Tjipanas słynie z licznych źródeł o temperaturze 43° C; wywierzyska są tak obfite, iż powstał tam szereg płytkich stawów; przy jednym z nich postawiono niewielki murywany budynek, gdzie można korzystać z naturalnych ciepłych kąpiel radioaktywnych, mających i inne własności lecznicze. W stawach sterczy też dużo bloków skalnych, skrzepłych law. Występowanie źródeł gorących (rys. 2) w okolicy wulkanicznej świadczy zazwyczaj o osłabieniu natężenia działalności wulkanicznej; w istocie wulkan Goentoer nie wybuchał od roku 1847; przy jednym z poprzednich wybuchów (w r. 1840) obfity strumień lawy ognistej popłynął właśnie w kierunku Tjipanas. Najbardziej katastrofalny wybuch, który spowodował śmierć wielu istot ludzkich, zdarzył się w końcu wieku XVII.

Gdy przy dalszym naszym objeździe Jawy środkowej podziwialiśmy Boroboedoer (czyt. Borobudur), jedno z arcydzieł architektury światowej, ruiny wspaniałej świątyni buddyjskiej z VIII wieku naszej ery, zauważyliśmy, że wspaniałe tło dla tej budowli stanowi daleki, lecz górujący nad całą okolicą, majestatyczny wulkan Merapi, zasłonięty gęstym woalem białych obłoków, a na samym wierzchołku udekorowany pióropuszem dymów — jest to bowiem wulkan stale czynny. Jadąc po drodze widzieliśmy łożysko pewnej rzeki, zarzucone na dużej przestrzeni ogromnymi głazami szarego koloru i takież głazy opodal na równinie. Są to pozostałości potężnego potoku lawowego, który przepłynął tamtędy w roku 1930, podczas katastrofalnego wybuchu Merapi (rys. 3), którego ofiarą padło wówczas około pięciu tysięcy ludzi, a około 20 kilometrów kwadratowych pól ryżowych na spadkach góry zasypane zostało przez popioły wulkaniczne. Ówczesne władze holenderskie, opierając się na opinii geologów, doradzały ludności w przewidywaniu katastrofy chwilowe opuszczenie siedzib; znalazł się jednak w jednej z okolicznych wsi pewien „wróżbiarz”, który twierdził, że miał we śnie objawienie, że do wybuchu nie dojdzie. Sen jednak nie sprawdził się.

W ciągu paru dni następnych w naszym objeździe posuwaliśmy się wciąż dalej ku wschodowi, obserwując i podziwiając różne ciekawe zjawiska przyrodnicze, aż wreszcie znaleźliśmy się na południowo-wschodnich tere-

nach Jawy, gdzie mieliśmy możność poznania jednego z najciekawszych objawów wulkanizmu, mianowicie znaleźliśmy się na wielkiej kalderze¹ o średnicy dwudziestu paru kilometrów; poznaliśmy na niej i stożek wygasłego wulkanu Batok i kilka stożków czynnych, a wśród nich słynny, wiecznie dymiący Bromo oraz Semeroe, najwyższy punkt Jawy. Mieszkańcy tej okolicy, Tenggerowie, różnią się od innych Jawańczyków i fizycznie, i usposobieniem, są to bowiem górale, zamieszkujący wyżynę wzniesioną mniej więcej o 2000 m n. p. m. Według



Rys. 4. Wąwóz prowadzący z północnej krawędzi kaldery wprost na dół, na tak zwane „morze piaskowe”.

ich wierzeń, czynny bez przerwy i wydzielający ogień wulkan Bromo jest siedzibą złego i mściwego bóstwa Bromo.

Mieszkańcy odbywają raz do roku pielgrzymki na tę górę wulkaniczną, pragnąc przebłagać groźne bóstwo, któremu składają ofiary, wrzucając do krateru odzież ludzką i produkty spożywcze. W dawnych wiekach składano rzeczywiście ofiary z ludzi: strącano żywego człowieka z krawędzi wulkanu do ognistego krateru.

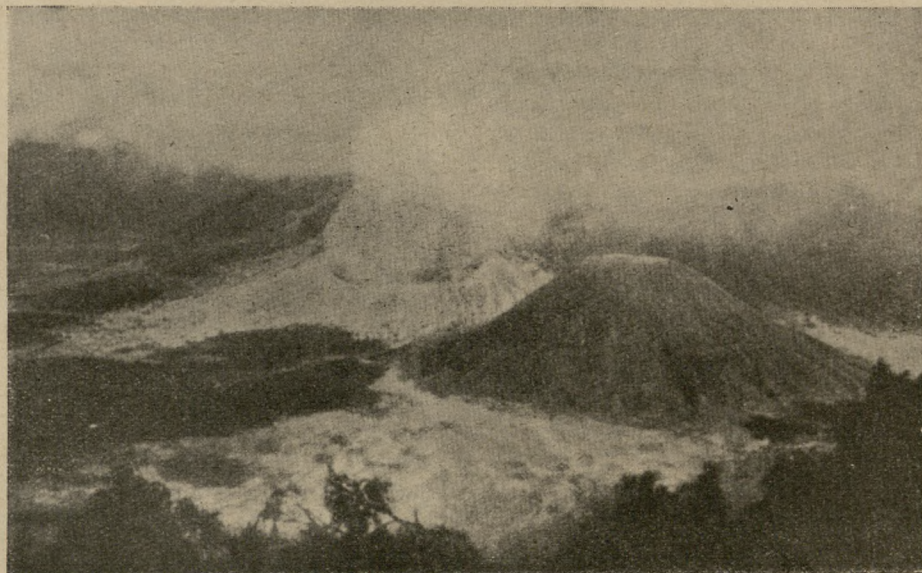
Wycieczka nasza na Bromo miała tajemniczy charakter. Hotel w Tosari, w którym zatrzymaliśmy się, jest położony na wyżynie, w odległości 15 kilometrów od kaldery. Wyruszyliśmy o godz. 3 rano w zupełnej ciemności, dośiadając małych koników, silnych i zgrabnych.

¹ Przypominamy, że nazwa kaldera („caldeira”) oznacza krater „rozszerzony w kształt rozległego kotła skutkiem ponownych wybuchów, obrywów i zapadnięć”.

Na kwadrans przed szóstą, gdy zaczęło świtać, staliśmy na skraju wyżyny,¹ po której jechaliśmy dotychczas, wzniesionej stromo na kilkaset metrów ponad rozległą kotliną; znajdowaliśmy się na północnej ścianie kaldery. Dalsza droga była wprost okropna, prowadziła bowiem zygzakowatym wąwozem, niemal że prostopa-
dłym, po zboczu wyżyny w dół (rys. 5). Ode-
tchnęliśmy dopiero, gdy pokonawszy setki me-

sku, na innych, większych — pokryte było ro-
ślinnością zielną; były to trawy, zasiane ręką
człowieka na niewysokich jeszcze wydmach,
które wyraźnie tworzą się tutaj pod wpływem
silnych wiatrów.

Po godzinnej możej wędrówce przez piaski
zbliżyliśmy się do dolnej części Bromo, też po-
krajanej w dość nieprawidłowe „barrancos”.
Ścieżka wznosiła się ostro ku górze, a zakłó-



Rys 5. Widok na teren wulkaniczny. Na pierwszym planie widoczne „morze piaskowe”, nieco na prawo
wygasły wulkan Batok, w tyle na lewo od niego czynny wulkan Bromo.

trów spadku na przestrzeni paru zaledwie kilo-
metrów, znaleźliśmy się na równinnym „morzu
piaskowym” ciemnoszarego koloru, taką bowiem
barwę mają tam wyrzucane popioły lawowe.

Naprzeciw wylotu wąwozu, czyli na wprost
naszego wyjścia na równinę (piaskową), w od-
ległości może kilometra, ujrzelśmy prawidłowy
stożek nieczynnego od dawna wulkanu Batok;
powierzchnia jego pocięta została erozyjnie
przez spływające wody podeszczowe na szereg
„barrancos”,² czyli wgłębionych wąwozów,
którymi zawładnął świat roślinny, tworząc lasy
na dnie wąwozów i częściowo na ich zboczach,
a trawiastozielone obszary na pozostałej prze-
strzeni (rys. 5).

Chcąc dotrzeć do Bromo, należało objechać
Batok od strony północno-wschodniej. Konik
mój z większą ochotą stąpał po skrzepniętym
piasku lawowym, aniżeli poprzednio po wertep-
ach leśnych. „Morze piaskowe” na pewnych
przestrzeniach lśniło szarzystą lawowego pia-

czenie jej stanowiła terasa, znajdująca się
mniej więcej w połowie zbocza Bromo (rys. 6).
Od tej terasy zaczynają się schody o stu trzydzie-
stu stopniach. Doprowadzają one do krawędzi
krateru, głębokiego na paręset metrów. W głębi
zieje otwór o średnicy kilkudziesięciu metrów.
o ścianach żółtych, pokrytych nalotami siarki,
osadzającej się z gazów siarkowych. Wydzie-
lanie gazów odbywa się w pięciu punktach kra-
teru, z których wznoszą się ku górze energiczne
dymki. Dymki te, zebrane razem, tworzą dużą
ilość dymów, unoszących się z wulkanu.

Żałowaliśmy, że nie mamy masek gazowych;
pozwoliłoby to nam dłużej spacerować po kra-
wędzi krateru i obserwować, co dzieje się w je-
go czeluści; bez masek musieliśmy ograniczyć
nasz pobyt tam do dwudziestu minut zaledwie.

W powrotnej drodze przypatrywaliśmy się
odległemu o dwadzieścia parę kilometrów wul-
kanowi Semeroe, znajdującemu się z przeciw-
ległej strony „morza piaskowego”. Oczom na-
szym dostępny był tylko jego szczyt, ostro za-
rysowany i majestatyczny.

Po zwiedzeniu Jawy, dalszym etapem naszej
wędrówki była sąsiadująca z nią od wschodu
wyspa Bali. Niewielka ta wyspa prześciga na-

¹ Celem zatrzymania się było obejrzenie wschodu
słońca, który bywa tu szczególnie piękny, lecz tym
razem zawiódł nadzieję.

² „Barrancos” parowy erozyjne, rozcinające pro-
mienisto stok stożka wulkanicznego.

wet Jawę uroczymi krajobrazami i wybitnym smakiem artystycznym swych mieszkańców; wyrazem ich zamiłowań artystycznych są np. wejścia (bramy) do świątyń-ogrodów, ozdobione przepięknymi kamiennymi płaskorzeźbami, wykonanymi z twardych, zastygłych law wulkanicznych.

Niebosiężne góry, równiny bajecznie urodzajne, potężne lasy i lśniąca jeziora sąsiadują ze

mieszkańców do przeniesienia się gdzie indziej. Batoer to typowy wulkan lawowy, nie miesza-ny. Na przeciwległej w stosunku do nas, czyli na wschodniej krawędzi, znajdowały się wysokie góry o zębatym profilu, z północno-wschodniej strony występują góry zalesione, a od południa i południo-wschodu, między obecnie czynnym kraterem a dawną krawędzią, znajduje się jezioro. Wszystkie opisane wyżej zja-



Rys. 6. Ścieżka jezdna wyłobiona w lawach u podnóża stożka wulkanicznego Bromo. Ciemna linia u góry, nieco na prawo od środka, są to schody prowadzące na krawędź krateru.

sobą; wśród gór trzy stanowić mogą potencjalne niebezpieczeństwo dla ludności: są to wulkany Tabanan (2300 m n. p. m.), Batoer (czyt. Batur) (2250 m) i Agoeng (czyt. Agun) (3200 m). Mielśmy możność oglądania z niezbyt wielkiej odległości tylko jednego z nich Batoeru, wznoszącego się w północno-wschodniej stronie tej miłej wyspy. Podziwialiśmy go w ostatnim dniu naszego pobytu — w powrotnej drodze do portu. Szosa prowadzi w pewnym miejscu po krawędzi najdawniejszego krateru; wulkan od tej strony jest nagi, nie porośnięty lasem, jak tyle innych w Indonezji. Na zboczu zwróconym ku nam widzieliśmy wyraźnie otwory czterech kraterów, z których każdy następny położony jest niżej od poprzedniego; szczyt obecny wulkanu znajduje się poza kraterami. W wyższych częściach zbocza widać było zastygłe potoki lawy koloru szarego, niższe części i całe obniżenie między zboczem a naszą szosą zawałone były gęstymi, czarnymi masami lawy, która w roku 1917 zalała znajdującą się tam wieś i zmusiła

wiska występują w obrębie jednej kaldery, mającej co najmniej dziesięć kilometrów obwodu.

Statkiem, na który załadowaliśmy się w Batawii (po powrocie z Bali na Jawę), przejechaliśmy najprzód cieśninę, oddzielającą Jawę od Sumatry, a następnie żeglłowaliśmy wzdłuż zachodnich wybrzeży Sumatry aż do miasta Padang; przejazd ten trwał prawie cztery doby. Drugiego dnia podróży znajdowaliśmy się w odległości kilkunastu kilometrów od wysepki wulkanicznej Krakatau, słynnej z wybuchu w roku 1883; wybuch ów był tak potężny, że wyspa o powierzchni 33 km² została rozerwana na dwie części; jedna z nich, większa, uległa dosłownie rozpyleniu i w tej postaci przedostała się do górnych warstw atmosfery, skąd prądy powietrzne rozniosły ją ponad całą kulę ziemską, powodując przez kilkanaście następnych miesięcy czerwone zachody słońca w całym świecie; wybuch wywołał na morzu falę do 30 m wysokości, która na pobliskich lądach zniszczyła wszystko (liczba ofiar na Jawie do-

szała do 40 tysięcy); fale rozeszły się po wszystkich morzach świata, dotarły na Oceanie Spokojnym do wybrzeży Ameryki Południowej.

Z tych powodów nazwa Krakatau znana jest wszystkim geologom i wulkanologom. Nam ukonkretniła się ona o tyle, że mogliśmy zauważyć tylko niewyraźne, mgliste zarysy wyspy w kształcie typowego stożka; więcej nie można było się spodziewać w pochmurny dzień z odległości kilkunastu kilometrów.

W parę dni potem, podczas objazdu po Sumatrze, poznaliśmy inne objawy dawniejszej działalności wulkanicznej, mianowicie jezioro „kraterowe” Manindjau. Przed wiekami wulkan Manindjau przy bardzo silnym wybuchu wyrzucił w powietrze i rozpylił swój szczyt i częściowo ściany krateru, pozostawiając próżną czelusć; powstałe zagłębienie wypełnione zostało wodami. Dzisiaj jezioro Manindjau mierzy do 17 kilometrów długości i do 8 km szerokości, największa głębokość wyraża się liczbą 157 metrów. Jak widzimy, „kaldera” zniszczonego wulkanu miała imponujące wymiary.

Pod względem krajobrazowym jest to zakątek bardzo uroczy; urok jego poza jasnoblękitną barwą tafli wodnej — stanowi górskie otoczenie, zębata ściana skalna, okrążająca jezioro z paru stron.

Przez parę dni następnych, jadąc po zachodnich terenach Sumatry wciąż dalej ku północy, widzieliśmy z oddali niejedną potężny wulkan, lecz nie zbliżyliśmy się do żadnego; dopiero za miejscowością Taroentoeng (czyt. Taruntun) zetknęliśmy się z niektórymi wtórnymi objawami wulkanizmu: były to gorące źródła, wydzielające z siebie parę i gazy siarkowe; z wody tych źródeł osadzają się warstwy tufu krzemionkowego (o ile się zdaje), pokrywające grubymi nawarstwieniami teren przyźródłany; wody wydostające się ze źródła dają początek ciepłemu strumieniowi, płynącemu wartko równolegle do szosy. Źródła takie świadczą o wulkanicznym charakterze okolicy i stanowią dowód, że geologiczna działalność wewnętrznego ciepła ziemi jeszcze nie zamarła.

Wysiadłszy z aut musieliśmy przeskakiwać przez wspomniany wyżej strumień, aby pospacerować po tufach i popatrzeć na krajowców, którzy moczyli nogi w gorącej wodzie, przypisując temu zabiegowi lecznicze (a może i magiczne) znaczenie.

W wędrownie naszej przesuwaliśmy się wciąż dalej ku północy; kilkudniowym punktem oparcia dla nas w tych stronach była albo miejscowość Prapat na wschodnim brzegu wielkiego jeziora Toba, albo Brastagi, pięknie położone na malowniczej wyżynie. W którąkolwiek stronę horyzontu zwrócić swe oczy, będąc w Brastagi, ujrzyć można jakiś wulkan, np. Sinaboeng (czyt. Sinabun), dosięgający 2½ tysięcy metrów wysokości lub nieco tylko od niego niższy Sibajak.

Nie brak i w tej okolicy wtórnych objawów działalności wulkanicznej; na przykład w odległości paru kilometrów od Sibajaku, a kilkuset metrów od drogi prowadzącej z Brastagi do Medanu, znajduje się „jezioro siarczane”, a właściwie spokojnie bijące ciepłe źródło z zawartością związków siarkowych; odpływ źródła rozlewa się w mały stawek o wodzie barwy niemal białej, którą zawdzięcza tym właśnie związkom; nad całym stawkiem wznoszą się opary.

Omawiając powyżej podróż po trzech najbardziej interesujących wyspach Indonezji, zwracałem uwagę czytelników wyłącznie na zjawiska, mające związek z wulkanizmem. Działalność wulkanów często pociąga za sobą katastrofy, masową utratę życia ludzi, ruinę gospodarczą całych okolic; należy jednak podkreślić, że wulkany są też dobrodziejstwem ludzkości: ze zwietrzenia produktów ich wybuchów powstają najurodzajniejsze gleby świata. Znakomite gleby w gorącym i wilgotnym klimacie sprawiły to, że cała Jawa przedstawia się pod względem krajobrazowym jednolicie, jako jeden wielki ogród podzwrotnikowy, wspaniale zagospodarowany przez człowieka. Jawa swą gęstością zaludnienia, dochodzącą do 400 ludzi na 1 km², góruje nad Belgią, która szczyty się mianem najbardziej zaludnionego kraju Europy.

A. LEŃKOWA

MARIA SYBILLA MERIAN — PRZYRODNICZKA XVII WIEKU

W dobie obecnych zdobyczy socjalnych, praca kobiet w różnych zawodach i udział w każdej dziedzinie życia jest czymś zwykłym. Na równi z mężczyzną może kobieta otrzymać wykształcenie, wybić się, zyskać rozgłos. Nikogo to nie dziwi. Równouprawnienie kobiet spowszechniało,

choć jest to stosunkowo niedawna zdobycz. Kobieta, zamknięta dawniej w ciasnym kręgu rodziny i spraw domowych, mogła zabłysnąć talentem jedynie wyjątkowo, a działalność jej rozwijała się zazwyczaj tylko w tym wypadku, gdy nie wybiegała znacznie poza ramy domu. Dla-

tę 100 czy 200 lat temu były już kobiety literatki, poetki, malarki, ale czy kto słyszał o przyrodniczce? A jednak była taka! Była nią Maria



Rys. 1. Podobizna Marii Sybilli Merian (1647—1717)

Sybilla Merian, znana malarka i prawdopodobnie pierwsza kobieta, która poświęciła się entomologii (rys. 1).

Maria Sybilla Merian urodziła się w 1647 roku we Frankfurcie nad Menem. Po ojcu, którego straciła w trzecim roku życia, Mateuszu Merian, znakomitym miedziorytniku i malarzu, odziedziczyła zdolności artystyczne. Wrodzony talent mógł rozwijać się swobodnie w atmosferze sztuki, jaka towarzyszyła jej dzieciństwu. Po śmierci ojca, matka jej wyszła po wtórnie za mąż za artystę. Ojczym, malarz Jakub Morrel, malował głównie kwiaty i uczył tego małą Marię. Największy jednak wpływ na rozwój jej zdolności malarskich miał sławny malarz Abraham Minjon, pod kierunkiem którego doskonalił się jej artystyzm. Tematem jej obrazów było przede wszystkim bogactwo świata roślinnego. Obdarzona zmysłem obserwatorskim, spostrzegła jednak rychło, że wśród roślin uwija się mnóstwo owadów równie pięknych jak kwiaty, godnych rysunku i zainteresowania. Powoli ten nowy, nieznany świat przykuł jej uwagę do tego stopnia, że malarstwo zeszło na drugi plan, do rzędu doskonale opanowanej sztuki, pomocnej jedynie do utrwalania zaobserwowanych zjawisk.

Maria Sybilla Merian zaczęła hodować je-

dwabniki, a gdy ze zdumieniem przekonała się, że przez przeobrażenie z gąsienicy powstaje motyl, przynosiła do domu wszystkie znalezione gąsienice, obserwując ich zapoczwarczenie się i dalsze koleje losu. Jak we wstępie jednej ze swoich prac pisze o sobie, badania te pociągały ją do tego stopnia, że w każdej chwili potrafiła dla nich porzucić najmielsze towarzystwo i zająć się obserwacją owadów i rysowaniem ich postaci.

W 18-tym roku życia wyszła za mąż za malarza z Norymbergi, Jana Andrzeja Graffa, nie zrezygnowała jednak ze swoich zamiłowań. Zbierając coraz więcej owadów z okolic Frankfurtu i Norymbergi, malowała je na pergaminie, starając się o zachowanie dokładnej wierności rysunku. Owady przedstawiała w różnych stadiach ich życia, na tle tej rośliny, na której dany owad żyje (rys. 2—6). W ten sposób powstał obszerny zbiór doskonałych tablic, opatrzonych przez autorkę krótkimi opisami z biologii owadów. Prace te, wykonywane początkowo na własny użytek, dla przyjemności i zaspokojenia zamiłowań w tym kierunku, zaciekały grono znajomych artystki. Namawiano ją do opublikowania spisanych wiadomości i zebranych rysunków. Maria Sybilla Merian wydaje je więc w 1769 r. pod oryginalnym tytułem:

„Von der Raupen wunderbarer Verwandlung und sonderbarer Blumennahrung. Erster Teil. Worinnen durch eine ganz neue Erfindung der



Rys. 2. Gatunek malwy zwanej „maravilla“ — *Hibiscus mutabilis* L., kwiaty jej zmieniają barwę w ciągu dnia: z rana są białe, potem czerwienieją; u dołu motyl *Papilio androgenus* L., obok jego poczwarka i gąsienica; w górze inny przedstawiciel tej rodziny.



Rys. 3. *Genipa americana* L., roślina z rodziny marzannowatych — *Rubiaceae*, której sokiem Indianie malowali sobie ciała na czarno; w górze przedstawiciel rodziny jelonków — *Lucanidae*, w środku inny chrząszcz, ryjkowiec palmowy — *Rhynchophorus palmarius* L., powyżej na listku jego larwa; u dołu pośrodku trzmiel *Euglossa surinamensis*, na prawo ciekawie owłosiona gąsienica nieznanego bliżej motyla.

Raupen, Würmer, Maden, Sommervögelein, Motten, Fliegen, Bienen und anderer dergleichen Thierlein Ursprung, Speisen und Veränderungen samt ihrer Zeit, Ort und Eigenschaften den Naturkundigern, Kunstmählern und Gartenliebhabern zu Dienst selbst fleissigst untersucht, kürztlich beschrieben, nach dem Leben abgemahlt und wiederum in fünfzig Kupfer — darauf über 100 Verwandlungen — gestochen und verlegt von Maria Sibylla Gräffin Matthäi Merians, des Eltern, Seel. Tochter. — Zufinden in Frankfurt am Mayn, bei Johann Andreas Graffen, Mählern, zu Leipzig, und Nürnberg, bei David Funken.“

W tłumaczeniu polskim tytuł ten brzmi: „O gąsienic cudownej przemianie i osobliwym pożywieniu kwiatowym. Część pierwsza. W której to gąsienic, robaków, czerwi, motyli, moli, much, pszczoł i innych tego samego rodzaju zwierzątek, przez zupełnie nowe odkrycie, pochodzenie, pożywienie i przemiany wraz z właściwym im czasem, miejscem i przymiotami, przyrodnikom, malarzom tudzież miłośnikom ogrodów ku wygodzie, sama najpilniej zbadała, w krótkości opi-

sała, z natury odmalowała i w pięćdziesięciu miedziorytach — w tym przeszło 100 przemian — przedstawiła i wydała Maria Sybilla Gräffin, Mateusza Meriana, rodzica, godna córka. — Do nabycia w Frankfurcie nad Menem u Jana Andrzeja Graffa malarza, w Lipsku i w Norymberdze u Dawida Funken.“

Druga część tej pracy ukazała się w 1683 r. Po 20-letnim niezbyt szczęśliwym pożyciu Maria Sybilla Merian rozeszła się z mężem, co było



Rys. 4. „Jabłko diabelskie“ — *Solanum mammosum* L., roślina silnie trująca z rodziny psiankowatych — *Solanaceae*; pośrodku jedna z sówek, wyżej jej gąsienica, zaś po prawej na listku jej poczwarka; u dołu po lewej modliszka — *Choeradodis strumaria* L., w środku złożony przez nią kokon, po prawej jej larwa.

na owe czasy faktem co najmniej niezwykłym, i zabrawszy swoje dwie córki wyjechała do Holandii. Mając teraz więcej swobody, prowadziła badania w Holandii, szczególnie zaś we Fryzji, podróżując wiele po tych krajach. Zebrane obserwacje wykorzystwała do uzupełnienia poprzednich prac. W sumie opracowała z terenu Europy 184 tablice, z czego 150 poświęciła przeobrażeniu owadów, a pozostałe 34 — kwiatom.

W tym czasie Maria Sybilla Merian miała możliwość obejrzenia prywatnego zbioru zamorskich owadów u burmistrza Amsterdamu Mikołaja Witsena, oraz podobnego zbioru u lekarza i profesora anatomii i botaniki Fryderyka Ruyscha. Wspaniałe barwy amerykańskich mo-

tyli wzbudziły w niej taki zachwyt, że postanowiła natychmiast udać się do Gujany Holenderskiej w Środkowej Ameryce, by tam prowadzić dalsze studia z natury. Choć już starsza, miała bowiem 52 lata, co ówczesnie równoznaczne było z bardzo podeszłym wiekiem, Maria Sybilla Merian wyjechała w 1699 r. do Surinam (dzisiejsze Paramaribo). Początkowo chciała pozostać tam kilka lat. Jednakże gorący i wilgotny klimat tamtejszych okolic tak jej dokuczył, że ograniczyła pobyt w Ameryce do dwu lat. W tym okresie zrobiła 72 tablice, malując akwarelę na pergaminie motyle, pszczoły, muchy i mrówki, w naturalnej wielkości, na tle pięknych tropikalnych roślin, ale zawsze takich, na jakich żyją te owady. Malowała również pająki, a nawet kręgowce, jak węże, jaszczurki i żaby. Spisywała

wyprawy. Wielkie koszty wydrukowania takiej pracy wstrzymywały długo urzeczywistnienie podobnego zamiaru, ale energia Marii Sybilli Merian i wydatna pomoc jej córek Joanny Heleny i Doroty Marii Henrietty przezwyciężyły wszystkie trudności. Praca ta pt. „Metamorphosis Insectorum Surinamensium“ ukazała się w 1705 roku w języku łacińskim. Niedługo potem została przetłumaczona na język holenderski, a w 1771 r. zamieszczono ją w zbiorowym wydaniu prac Marii Sybilli Merian w języku francuskim.

Maria Sybilla Merian zmarła w 1717 r. mając 70 lat. Była kobietą samodzielną, niezwykle pracowitą i skromną. Przy wydawaniu swoich bogato ilustrowanych prac nie kierowała się ani zyskiem, ani chęcią sławy, chcąc jedynie podzielić się z innymi przyrodnikami wynikami swych badań. We wstępie do „Metamorphosis Insectorum Surinamensium“ pisze: — „Na płytach (do miedziorytów) i papierach nie oszczędzałam, aby zadowolić w każdym wypadku wymagania miłośników owadów i roślin. Będę szczęśliwa, jeśli to osiągnę.“ Celu swego dopięła. Piękne tablice zachwycaly zawsze nie tylko estetów, ale przede wszystkim zoologów i botaników.

Maria Sybilla Merian była na ówczesne czasy znakomitą przyrodniczką. Najbardziej inte-



Rys. 5. Mała nie określona bliżej jaszczurka na gałązce banana — *Musa paradisiaca* L.; w dwu pozycjach narysowany motyl *Caligo teucer* L., na owocu u dołu jego poczwarka, wyżej gąsienica; w górze po prawej bliżej nie oznaczony gatunek osy murarki.

własne obserwacje dotyczące biologii zwierząt, a prócz tego zasłyszane od Indian opowiadania na ten temat.

Po powrocie do Holandii opracowała zebrany materiał, a piękne akwarele zastąpiła miedziorytami. Ówcześni ludzie, którym dane było obejrzenie tych tablic, nie mieli dość słów dla wyrażenia zachwytu. Wywierali też stale nacisk na artystkę, by opublikowała dorobek zamorskiej



Rys. 6. Kwiaty i owoce banana — *Musa paradisiaca* L.; w górze ćma *Antomeris liberia* Cr., niżej jego gąsienica pośrodku poczwarka; u dołu z prawej strony przedstawiciel przezierników *Leucothyris aegle* F.

resował ją fakt przeobrażenia u owadów i temu zjawisku poświęciła najwięcej studiów. Wychodząc z założenia, że szczegółowsze opisy o owadach zostały już wcześniej podane w dziełach Mouffeta, Goedarta, Schwaammerdamma, Blankarta i innych, nie chciała powtarzać tych samych wiadomości i w publikacjach swoich ograniczała się do krótkich, zwięzłych notatek, opartych na własnych spostrzeżeniach, nie należąc jednak przez to sądzić, że wiadomości jej były skromniejsze niż innych współczesnych przyrodników. Choć ma ona piękną kartę w historii entomologii, prace jej nie wytrzymały próby czasu i mają już znaczenie tylko historyczne. Opisy poczynionych przez

nią obserwacji przeważnie nie straciły na wartości i zasadniczo są zgodne z rzeczywistością, jednakże filozoficzne dygresje, tak modne w tej epoce i naiwne próby tłumaczenia niektórych zjawisk wydają się dziś śmieszne i obniżają wartość jej prac. Natomiast sława jej jako malarzki przetrwała do dzisiejszego dnia. Jedną z jej najpiękniejszych akwrel, przedstawiającą namiotówkę (*Gastropacha quercifolia*), motyla z rodziny barczatkowatych (*Lasiocampidae*), znajduje się w muzeum miejskim we Frankfurcie nad Menem. Szereg innych akwrel i miedzorytów przechowują Muzeum Akademii Nauk w Leningradzie i Muzeum Brytyjskie w Londynie.

K. STARMACH

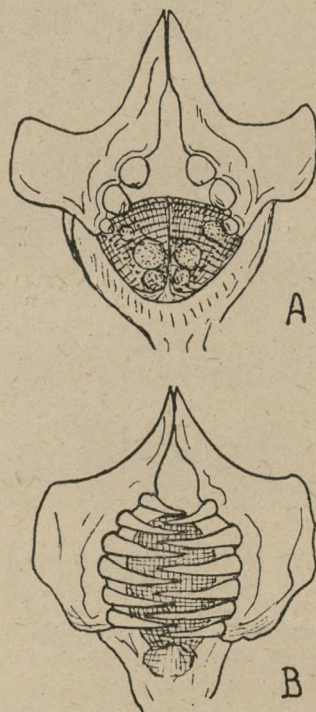
ZĘBY GARDŁOWE U RYB I ICH ZMIANY

W żadnej innej gromadzie zwierząt nie spotykamy osobników o tak bogato i różnorodnie uzębionej paszczy jak u ryb. U ryb spotykamy zęby na szczękach, na języku, na podniebieniu i w gardle. Są one bezkorzeniowe, przyrośnięte do kości, albo niekiedy przymocowane tylko do nich za pomocą wiązań i wskutek tego ruchome, jak np. u szczupaków i dorszy. Kształt zębów bywa rozmaity, strukturalnie zaś składają się z wazodentyny pokrytej szkliwem. Znamienne właściwością ich jest wielokrotne odnawianie się w ciągu życia zwierzęcia. Ryby często tracą zęby, lecz na miejsce wypadających tworzą się nowe, wyrastające z kości, jednakże nie w tym samym miejscu, gdzie dawne, ale tuż obok.

Rodzaj uzębienia wiąże się z trybem życia, ze sposobem odżywiania się. Ryby drapieżne posiadają z reguły ostre zęby, zagięte haczykowato do tyłu, rozsiane najczęściej po całej paszczy. Zęby te służą im przede wszystkim do ujęcia i przytrzymania zdobyczy. Ryby niedrapieżne, żywiące się drobnymi zwierzętami wodnymi, posiadają paszczę bezzębną, a jedynie dobrze wykształcone zęby gardłowe, osadzone głęboko w gardzieli na kościach ostatniego łuku skrzelowego. Ten ciekawy, zarówno co do kształtu i ustawienia na kości, jak i też co do funkcji, typ zębów omówimy nieco szczegółowiej.

Zęby gardłowe charakterystyczne są przede wszystkim dla rodziny karpiowatych (*Cyprinidae*), reprezentowanej w wodach słodkich przez bardzo liczne gatunki. Ryby karpioвате posiadają paszczę całkowicie bezzębną, ale zato na kościach połykowych dolnych (*ossa pharyngea inferiora*) posiadają bogate uzębienie

jedno-, dwu- lub trójszeregowe, częściowo żujące, czyli rozcierające pokarm, częściowo rozrywające go na drobne strzępy. Zęby gardłowe



Rys. 1. Zęby gardłowe i rogowe płytki żujące (zakresowane). A — u karpia, B — u świnki. (Według Haempela).

obu kości połykowych nie zgryzają się, tak jak u zwierząt ssących, lecz pracują rozrywająco, mijając się lewe z prawymi, oraz trąco, rozgniatając pokarm o rogową płytkę rozwiniętą

na tylnej górnej ścianie przelyku i wspartą równocześnie o wyrostek kościisty podstawy czaszki. Zęby gardłowe skierowane są zatem do dołu ku podstawie czaszki. U karpia ustawione są one względem płytki rogowej, zwanej również płytką żującą, w ten sposób, że uderzają o nią prawie prostopadle szczytowymi częściami koron (rys. 1 A). U innych ryb karpiowatych bywają one ustawione zupełnie skośnie i trą nie szczytową, a boczną płaszczyzną o powierzchnię płytki; szczyty ich zachodzą najczęściej pomiędzy siebie, tak jak na rysunku 1 B.

Ilość i ustawienie zębów na kościach polykowych są charakterystyczne dla poszczególnych gatunków. W systematyce ryb przyjęto podawać formułę uzębienia, znacząc osobno ilość zębów w każdym szeregu na lewej i na prawej kości, jak to wskazuje poniższy przykład: (tabela 1)

Tabela 1

	Płóć (<i>Rutilus rutilus</i>)	Kleń (<i>Squalius cephalus</i>)	Karp (<i>Cyprinus carpio</i>)	Brzana (<i>Barbus barbus</i>)
Formuły zębów dla wypadków typowych	6—5	2.5—52	1.1.3—3.1.1	2.3.5.—5 3.2
Możliwe odstępstwa od typu	5—5 6—6	3.5—5.3 2.5—5.3 2.5—5.1 1.5—5.1	1.2.3—0 1.1.2.3—0 (jednostronne wykształcenie b. rzadkie)	1.2.3.5— —5.3.2.1

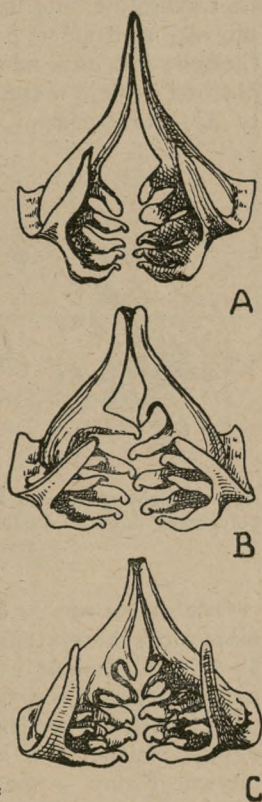
W tabelce powyższej zęby poszczególnych szeregów oddzielone są od siebie kropkami, natomiast zęby obu kości oddzielone są kreską poziomą. A więc np. karp posiada zęby trójszeregowe; w pierwszym szeregu od zewnątrz jest jeden ząb, w drugim również jeden ząb, w trzecim natomiast trzy zęby. Kleń posiada 2 i 5 z lewej, oraz 5 i 2 z prawej itd. Odstępstwa od typu są na ogół rzadkie, a szczególnie rzadkie bywa bądź jednostronne wykształcenie (zęby rozwinięte są tylko na jednej kości), jak to podano według Heinkego dla karpia, bądź też powiększenie się ilości zębów, jak w przykładzie brzany (rys. 2).

Kształt zębów jest również charakterystyczny dla poszczególnych gatunków. Na rysunku 3 przedstawione są typowe zęby głównego szeregu u bolenia, kielbia, brzany, lina, czerwionki i siekierki. Zmienny jest również kształt zębów z poszczególnych szeregów u tego samego gatunku, co widać najlepiej z rysunku 4, przedstawiającej zęby gardłowe karpia.

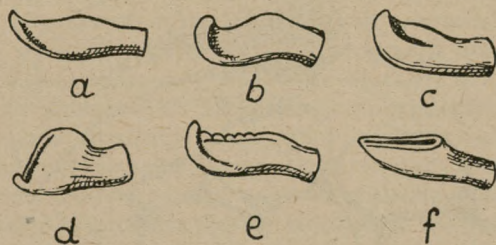
U karpia dorosłego istnieją trzy szeregi zębów gardłowych, które idąc od środka oznaczamy literami A, B, C. Szereg wewnętrzny składa się z trzech zębów — A_I A_I A_{III} szereg B

posiada jeden ząb zrośnięty z dwóch, szereg C posiada również jeden ząb (rys. 4). Wszystkie te zęby w profilu bocznym przedstawia rysunek 4; widać z niego, że zęby różnią się od siebie kształtem, oraz że każdy z nich posiada szyjkę i rozszerzoną koronę z płaską powierzchnią trą, ustawioną pod pewnym kątem w stosunku do podstawowej kości. Ustawienie płaszczyzny zęba zgodne jest z kształtem płaszczyzny płytki żującej (rys. 5), na której zęby rozcierają pokarm.

Bardzo ciekawe zmiany w wielkości i kształcie zębów gardłowych, przebiegające w miarę wzrostu ryby, opisał ostatnio Biełogubow (1948). Embriony świeżo wylęgłe z jaja, nim jeszcze przekształcają się w wolno pływające larwy, posiadają już na każdej kości gardłowej po 3 zęby pierwotne, ostre, o zakrzywionych nieco końcach (rys. 6 A). Zęby te zostają niebawem zamienione na inne, a obok tego tworzą się nowe aż do powstania pełnej ich ilości, charakterystycznej dla danego gatunku. Wszystkie zęby zmieniają się wielokrotnie w ciągu życia ryby, a szczególnie szybkie zmiany następują w okresie młodocianym wzrostu i kształtowania się ciała. Uzyskaniu definitywnego kształtu ciała przez młodą rybę towarzyszy zatem również uzyskanie definitywnego kształtu zębów. Jednakże, jak się okazuje ze szczegóło-



Rys. 2. Typy zębów gardłowych: A — jednoszeregowe u leszcza, B — dwuszeregowe u klenia, C — trójszeregowe u brzany.



Rys. 3. Kształt typowo wykształconych zębów wewnętrznego szeregu: a — u bolenia, b — u kielbia, c — u brzany, d — u lina, e — u czerwionki, f — u siekierki.

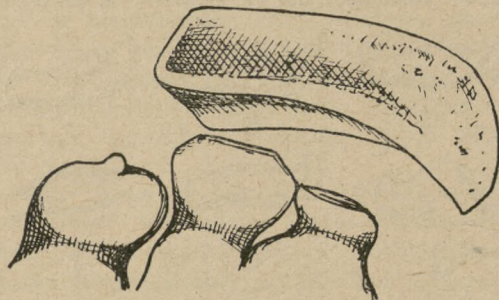
wych badań, rozmaite zęby uzyskują w różnym czasie ostateczną postać. I tak ząb A_I zmienia się trzykrotnie, nim uzyska postać definitywną, ząb A_{II} zmienia się 5 razy, ząb A_{III} — 6 razy. Ciekawe jest, że u młodych karpia o 12—26 mm długości istnieje w szeregu A jeszcze ząb czwarty A_{IV} który później całkowicie zanika.



Rys. 4. Zęby gardłowe karpia. Ustawienie na kości polykowej dolnej i kształty zębów z poszczególnych szeregów.

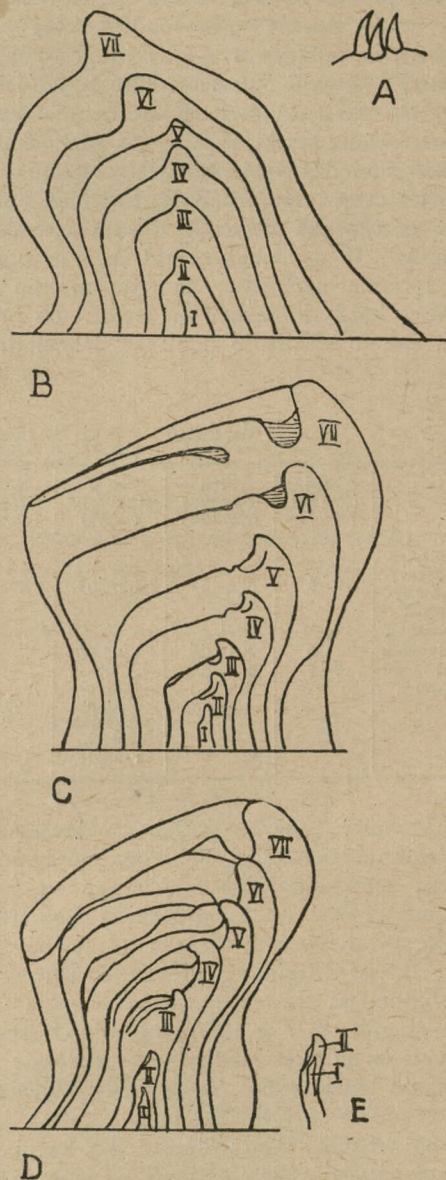
Ostatecznie więc w ciągu 6—7 miesięcy zmieniają się u karpia zęby 7 razy, u leszcza zaś 8—9 razy. Zmianę kształtu i wielkości zębów najważniejszego szeregu A u karpia przedstawia rysunek 6. Przy jakich długościach ciała następują zmiany, oraz kiedy pojawiają się definitywne formy — można zaś odczytać z załączonej poniżej tabelki 2.

Trzeba zaznaczyć, że zmiana kształtu korony zęba odbywa się nie przez ścieranie się, czy też przekształcanie istniejącego, ale przez zamianę go na nowy. Na nowym zębie pojawia się również korona o nowym kształcie. Sama zmiana zębów odbywa się w ten sposób, że nowe narastają nie na miejsce starych, lecz obok nich. Nowy ząb zakłada się w postaci małego sęczonego na kości, obok starego zęba. Na sęczone tym formuje się najpierw korona, a potem dopiero kształtuje się zwężona szyjka. W międzyczasie stary ząb wypada, a właściwie odpada jego korona, szyjka zaś resorbuje się w miarę, gdy nowy ząb kończy wzrost (rys. 7). Resorpcja tkanki kostnej w czasie zmiany zębów idzie tak daleko,



Rys. 5. Ustawienie zębów szeregu A względem płytki rogowej u karpia. (Według Biełogubowa).

że obejmuje również części kości podstawowej obok nowego zęba, co jednak jest już przygotowaniem pod jeszcze nowszy. Na miejscu zresorbowanym wnet bowiem wyrasta nowy sęczonek zębowy.



Rys. 6. Schemat zmiany kształtu i wielkości zębów w miarę wzrostu ryby. A — zęby pierwotne. B — zęby szeregu A_I , C — zęby szeregu A_{II} , D — zęby szeregu A_{III} , E — zęby szeregu A_{IV} . Rzymskie cyfry na rycinach oznaczają poszczególne generacje zębów. (Według Biełogubowa).

Podobnie odbywa się rozwój i zmiana zębów u wobły (*Rutilus rutilus caspicus* Jakow) i leszcza (*Abramis brama* L.), oraz prawdopodobnie u innych ryb karpioiwatych. W ogólności w rozwoju zębów tych ryb można wyróżnić trzy etapy:

Tabela 2.

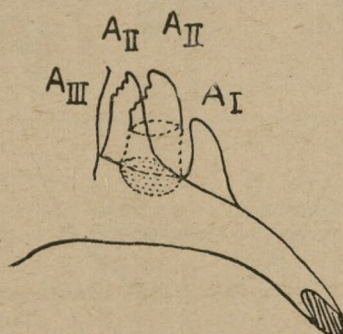
Generacje zębów	A I		A II		A III		A IV	
	Długość ciała mm	Forma zębów	Długość ciała mm	Forma zębów	Długość ciała mm	Forma zębów	Długość ciała mm	Forma zębów
1	7—17	I	10—17	I	7—15	I	12—16	I
2	17—26	II	17—30	II	15—26	II	16—26	II
3	26—32	III def.	30—40	III	26—37	III	zanika	
4	32—47	f. defin.	40—50	IV	37—50	IV		
5	47—60	„	50—70	IV	50—70	V		
6	60—80	„	70—80	V. def.	70—80	VI. def.		
7	80—110	„	80—110	defin.	80—110	defin.		

1. Zęby pierwotne (rys. 6 A), zanikające z przejściem swobodnych embrionów w larwy.
2. Zęby o formach przejściowych, istniejące u larw i narybku.
3. Zęby definitywne, istniejące u ryb w pełni rozwiniętych.

Przekształcanie się zębów wiąże się ściśle ze zmianą rodzaju pokarmu ryby w miarę jej wzrostu i rozwoju. Młode ryby żywią się z początku drobnymi zwierzętami wodnymi: wrotkami, skorupiakami przybrzeżnymi lub planktonowymi oraz małymi larwami owadów. W miarę wzrostu przechodzą na coraz większy pokarm, który też wymaga coraz silniejszych zębów, a także zmiany kształtu korony, która musi mieć płaszczyznę trącą dostosowaną do rodzaju rozcieranego pokarmu. Kształty koron ustalają się ostatecznie, gdy kończy się rozwój narybku. Karpie po przejściu tego okresu nie zmieniają już zasadniczego pokarmu i chociaż ciągle jeszcze zmieniają zęby, to tylko na coraz większe, lecz o podobnym kształcie.

Stwierdzono też, że wzrost zębów i długość ciała zmieniają się proporcjonalnie. Absolutna długość zębów karpia zwiększyła się np. w cią-

gu 6 miesięcy 10—11 razy, zaś długość ciała w tym samym czasie zwiększyła się 10—12 razy. Jednakże musimy pamiętać, że zęby rosną tylko przez zmianę starych na nowe, a więc sko-



Rys. 7. Zmiana zęba A II. Część zakropkowana podlega resorpcji. (Według Biełogubowa).

kami, podczas gdy wzrost ciała jest ciągły, oczywiście w warunkach normalnych i w ciągu sezonu odrastania. Wynika z tego, że zmiana zębów wiąże się nie z wiekiem ryby, ale z jej tempem wzrostu. Ryby więc zmieniają zęby tym częściej, im szybciej rosną, a zatem im w lepszych warunkach pokarmowych się znajdują.

DROBIAZGI PRZYRODNICZE

SNIARDWY — JEZIORO BEZ TERMOKLINY

W każdym przeciętnym jeziorze, w letnim okresie, górne warstwy są ogrzane — jest to tzw. epilimnion, dolne zaś warstwy, zalegające w głębi są chłodne i tworzą tzw. hypolimnion. Te dwa letnie piętra wody rozdziela zazwyczaj nagły spadek temperatury, zwany skokiem lub lepiej przeskokiem cieplnym, czyli termokliną.

W jaki sposób powstaje taki układ?

Oto wiosną i w lecie powierzchnia jeziora ogrzewa się od słońca. Pochłanianie promieniowania cieplnego jest jednak w wodzie bardzo

szybkie. Dlatego ogrzaniu na bezpośredniej drodze ulegać może tylko bardzo cienka, wierzchnia jej warstewka. Ponieważ woda ogrzana staje się lżejsza i pływa po wodzie nie ogrzanej, przeto od samego tylko nasłonecznienia rozgrzewałaby się coraz bardziej sama tylko powierzchnia, a nie dopuszczałaby ona ciepła w głąb. Ale oprócz nasłonecznienia na jeziorze działa także wiatr. On pogłębia zasięg nagrzania. Odbywa się to w ten sposób, że pędzi on wodę w kierunku swojego ruchu, piętrzy ją pod brzegiem i w ten sposób wypycha ją w głąb. Równocześnie pod brzegiem przeciwnym woda z głębi

wydstaje się na powierzchnię. Z konieczności zamknięcia obiegu, sunie w głąb jeziora prąd powrotny. Ten ruch jest to krążenie, czyli cyrkulacja.

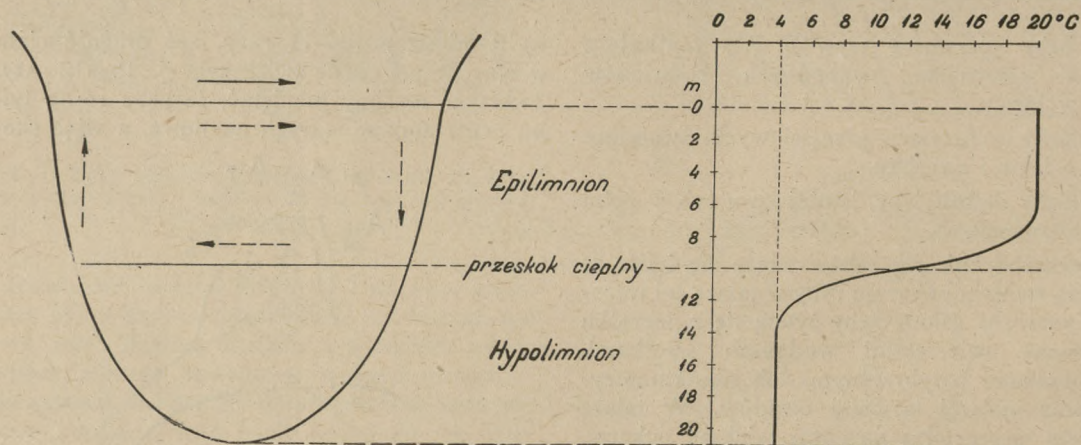
Przy jednakowej temperaturze całej masy wodnej jeziora, sięga cyrkulacja od powierzchni do dna. Skoro jednak część wód jest nagrzana, wpełnięcie tych ciepłych i lżejszych wód powierzchniowych pod zimne i cięższe wody głębi natrafia na trudności. W lecie więc krążenie odbywa się tylko w obrębie silnie zacieśnionym. Prąd powrotny, ślizgając się w tym czasie po zimnych wodach piętra dolnego, zdziera je nie-

już zawsze zimna woda, nie poruszana wiatrem.

W Śniardwach tymczasem cała woda aż do 25 m była ogrzana. Ogrzanie to było wprawdzie mierne, osiągało zaledwie 18°C ., gdy inne jeziora wykazywały na powierzchni równocześnie $20-23^{\circ}\text{C}$., niemniej ogrzana była cała woda równomiernie.

Gdzież podział się hypolimnion? Jak powstać mogła taka anomalia?

Jest rzeczą ustaloną, że pogłębianie wód ogrzanych zależy od siły wiatru. Ponadto zależy ono jednak także od wielkości powierzchni jeziora. Na wielkich powierzchniach wiatr łatwiej



Rys. 1. Na lewo przekrój jeziora, na prawo krzywa temperatur w zależności od głębokości.

co, a równocześnie zwiększa nagłość przeskoku cieplnego, czym ostatecznie formuje piętra termiczne i utrudnia sobie dalsze pogłębianie się.

Tak bywa zazwyczaj. Zjawiska te są dziś powszechnie znane.

Tymczasem, przy sposobności moich badań, prowadzonych na Pojezierzu Mazurskim w 1950 r., miałem sposobność przekonać się, że istnieje jezioro, gdzie rzecz wygląda inaczej. Jezioro to są Śniardwy. W szczytowym okresie lata cała masa wody miała temperaturę prawie jednakową. Małą różnicę chwilowego nagrzania samej tylko powierzchni, noszącą cechy tak zwanego skoku wierzchniego, możemy tutaj pominąć. Ciepłota na 1 m pod powierzchnią była taka sama, jak tuż nad dnem. A przecież Śniardwy mają 25 m głębokości, nie jest to więc płytkie jezioro, jedno z tych, które tak jak stawy i kałuże z powodu płytkości ogrzewają się równomiernie do dna.

Trzeba bowiem wiedzieć, że istnieje wiele jezior krążących do dna także w okresie letnim. Jest to tzw. stawowy typ jezior. Należą do niego jeziora małe i duże. Nawet tak wielki zbiornik, jak jezioro Błotne na Węgrzech, do nich się zalicza. Wszystkie one jednak są płytkie. Dla naszych pojezierzy ustalono, jako graniczną ich głębokość, 6 lub najwyżej 10 m. Niżej zalega

oddaje siłę wodzie i powoduje intensywniejsze jej ruchy, a przez to też ogrzanie. Jeśli spróbujemy porównać nasze ogromne Śniardwy o 110 km^2 powierzchni z innymi jeziorami, podobnie wielkimi, a tym bardziej z większymi, spostrzeżemy, że termoklina jest w tych wszystkich wielkich jeziorach położona zawsze szczególnie głęboko. Głębiej nawet, niż wynosi największa głębokość Śniardw. W ogromnym Bajkale na przykład leży termoklina aż na 50 m głębokości. Tylko w mniejszych jeziorach, jakich jest tak wiele i do jakich jesteśmy przyzwyczajeni, nie zagłębia się ona niżej 5 czy 10 m przeciętnie.

Zjawisko, stwierdzone na Śniardwach, nie jest więc anomalią. Jest ono prostym następstwem olbrzymiej powierzchni tego jeziora i jest związane z jego stosunkowo do wielkości małą głębokością. Jest to u nas jedyne takie jezioro. Choć więc anomalią ono nie jest, niemniej na naszych ziemiach pozostaje ciekawym wyjątkiem.

Zupełne wyrównanie cieplne, czyli homotermia, nie występuje oczywiście w Śniardwach stale. Podobnie jak w jeziorach typu stawowego, w okresach pogodnych, słonecznych i cichych powstawać tu może chwilowe ogrzanie powierzchni. Będzie ono przy słabych wiatrach

niecogo pogłębiane, imitując może nawet chwilami termoklinę, ale każdy wiatr silniejszy rozprowadzać je będzie po całej wodzie jeziora, powodując podnoszenie się ciepłoty aż do dna i wyrównanie termiczne wód. Chwilowe różnice, skoki wierzchnie, będą zanikać i charakter właściwy termiki Sniardw będzie ujawniać się w całej pełni.

Taka niezwykła termika musi oczywiście mieć daleko idące następstwa w zakresie biologii tego jeziora. Wystarczy tylko uświadomić sobie, że skoro warstwy przydenne nigdy nie zalegają w bezruchu, nie powstaje na dnie hamujący życie zanik tlenu. Równocześnie jednak trzeba sobie zdać sprawę, że organizmy wymagające chłodu, panującego zwykle w głębinach jezior, nie znajdują tu warunków rozwoju. Życie więc będzie tu inne, swoiste. Dalej, przy wysokich ciepłotach i dużym natlenieniu, nieporównanie szybciej odbywać się musi w Sniardwach mineralizacja osadów, powstających na dnie z obumarłych planktonowych roślin i zwierząt. Jej produkty od razu porywane zostają prądem krążenia i stale dostarczane są do górnych warstw wody, naświetlonych energiodawczym słońcem, do tzw. wytwórczej strefy jeziora. Tu znów zostają one zużyte jako pokarm tym bujniej rozwijającego się planktonu. Widać więc, że obieg materii w Sniardwach musi być znacznie żywszy, aniżeli w innych jeziorach o tej głębokości.

Ciekawa jest więc nie tylko termika, ale przez nią i życie w Sniardwach. Nie było ono dotąd prawie wcale badane i nic o nim dziś jeszcze nie wiemy. Dlatego wartoby zająć się dokładniej tą niezwykłą termiką, jak też następnie i całą limnologią tego naszego największego jeziora. Na tym tle jaśniejsze się też staną jego ciekawe stosunki rybackie.

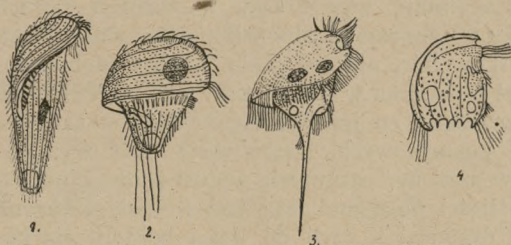
P. Olszewski

WYMOCZKI SAPROPELOWE

Wśród niezmiernie bogatego świata wymoczów, znanych każdemu miłośnikowi mikroskopu, jest pewna ilość gatunków, które obrały sobie za siedzibę wody zawierające siarkowodór. Gaz ten, odznaczający się niezbyt ponętą wonią zgniłych jaj, powstaje podczas gnicia materii organicznej przy niedostatecznym dopływie tlenu i dla większości żywych organizmów jest trujący. Zalega on latem dna jezior i stawów o bujnej vegetacji i powoduje wytworzenie się czarnego od siarczków, cuchnącego mułu, zwanego sapropelą. Produkcja tego gazu odbywa się jednak i w płytkich kałużach, jeżeli tylko nagromadzi się tam nadmierna ilość rozkładającej się substancji organicznej. Istnieją również zbiorniki wypełnione stale od pewnej głębokości siarkowodorem; najokazalszym z nich

jest Morze Czarne. Obecnie najczęstszą przyczyną stałego zatrucia jakiegoś zbiornika słodkowodnego tym gazem jest dopływ ścieków fabrycznych.

Wody zatrute siarkowodorem muszą posiadać natomiast jakieś inne zalety, skoro pewna grupa wymoczów zrezygnowała ze świeżego powietrza i nie tylko osiedliła się w nich, ale rozwinęła i wytworzyła bardzo charakterystyczne formy, nie spotykane w innych środowiskach. Tak jest istotnie: mianowicie wody te stanowią królestwo bakterii siarkowych, które są ulubionym pożywieniem niektórych wymoczów. Należałoby teraz zastanowić się, w jaki sposób te dwie grupy istot, które odważyły się



Rys. 1. Wymoczki sapropelowe. 1 — *Metopus es*, 2 — *Metoups intercedens*, 3 — *Caenomorpha medusula*, 4 — *Saprodinium putrinum*.

zamieszkać w środowisku beztlenowym, zdobywają niezbędną im do życia energię. Zaczniemy od dna zbiornika, które objęły w posiadanie bakterie gnilne. Osiągają one swój cel na drodze egzotermicznych reakcji chemicznych, rozkładając wysokokaloryczne związki organiczne na prostsze. Bakterie siarkowe przeprowadzają podobne eksperymenty na siarkowodorze. Natomiast wymoczki nie są tak dobrymi chemikami. Większość ich zastosowała tzw. oddychanie beztlenowe, polegające na redukcji materiałów zapasowych, np. glikogenu, przy czym wydziela się wolny tlen. Taki sposób oddychania jest mało wydajny i bardzo kosztowny dla organizmu, ponieważ niszczy jego zapasy. Ale wymoczki, pławiące się dosłownie w pokarmie, mogą sobie na to pozwolić. Nawiasem mówiąc, sposób ten znany jest i u wyższych zwierząt, np. u robaków pasożytujących w przewodzie pokarmowym. Na takie zwierzęta wolny tlen działa jak trucizna — wymoczki sapropelowe w zetknięciu z nim szybko giną. Sposób zaopatrywania się w tlen za pomocą niszczenia własnych zapasów robi wrażenie bardzo nieracjonalnego i prymitywnego — wychodząc z tego założenia pewien przyrodnik niemiecki uznał nawet oddychanie beztlenowe za pierwotne, a tlenowe za jego specjalizację.

Inaczej radzą sobie wymoczki nie tak silnie wyspecjalizowane, które mogą żyć również w normalnej, zawierającej rozpuszczony tlen, wodzie, gdzie oddychają wolnym tlenem, np.

Colpidium. Gdy dostaną się one w środowisko beztlenowe, wtedy zaczynają połykać pewne asymilujące bakterie, nie trawiąc ich, ale magazynując je w swoich wodniczkach. W wyniku tej zaimprovizowanej symbiozy bakterie dostarczają swemu gospodarzowi tlenu, same zaś korzystają prawdopodobnie z jego obfitych zapasów związków organicznych. Gospodarz jednak czuwa, aby nie nastąpiło „przeludnienie”: skoro bakterie nadmiernie się rozmnożą, wtedy wymoczek część ich trawi i pozostawia tyle, ile potrzeba do wyprodukowania jego codziennej porcji tlenu. Skoro zaś dostanie się znów do wody utlenionej, wszystkie bakterie zostają bezlitośnie strawione.

Liczebność wymoczków w różnych porach roku w tym samym zbiorniku, gdzie stale zalega siarkowodor, nie jest stała. Można zaobserwować 3 maxima w miesiącach: kwietniu, czerwcu i wrześniu, co jest skutkiem łańcucha zależności pokarmowych. Mianowicie ilość wymoczków musi być oczywiście wprost proporcjonalna do ilości pokarmu, jaki jest w danym okresie do dyspozycji, czyli do ilości bakterii siarkowych. Intensywność rozmnażania się tych ostatnich jest zależna od ilości siarkowodoru, jakich im dostarczają bakterie gnilne. Rozwój bakterii gnilnych zaś jest uwarunkowany ilością martwej materii organicznej oraz temperaturą, która nie może opaść poniżej 10°. Na tle tych zależności zrozumiałe stają się okresy intensywnego rozwoju wymoczków. Otóż z końcem lata dostaje się do wody wielka ilość szczątków roślinnych (opadanie liści), czego skutkiem jest maximum wrześniowe. W następnym miesiącu temperatura wody obniża się, a tym samym ustaje rozwój bakterii gnilnych, mimo dalszego gromadzenia się obumarłych części roślinnych. W rezultacie ubywa w wodzie siarkowodoru, bakterii siarkowych i — wymoczków. Stan taki trwa całą zimę. W marcu woda ociepla się i rozpoczyna się intensywne gnicie nagromadzonych materiałów, czego wynikiem jest szybki rozwój bakterii siarkowych i maximum kwietniowe wymoczków. W tym momencie zapasy jesienne kończą się i w następnym miesiącu ilość wymoczków znów spada. Od maja począwszy odbywa się intensywny rozwój roślin wodnych, szczególnie glonów i rzęsy wodnej

(*Lemna*). Wskutek grubej warstwy rzęsy wodnej, nie przepuszczającej światła, duża część roślin podwodnych ginie. Sama rzęsa także wciąż częściowo obumiera i opada na dno. To nowe maximum pokarmowe wywołuje w ciągu czerwca maximum ilościowe wymoczków. Ponowny spadek liczby wymoczków w lipcu jest wynikiem czynników atmosferycznych: z jednej strony wskutek upałów wiele kałuż wysycha, z drugiej strony wskutek częstych burz, połączonych z ulewą, do wody dostaje się dużo obcego, mineralnego materiału, co wpływa szkodliwie na wymoczki.

Próbowano stwierdzić, czy jest jakaś granica zawartości H_2S w wodzie, powyżej której wymoczki nie mogą już żyć. Okazało się, że w warunkach naturalnych takiego maximum nie ma, a w doświadczalnych graniczną wartością, przy której wymoczki jeszcze żyją, jest 18 mg H_2S na litr wody. Badano również, przy jakich stężeniach H_2S występują poszczególne gatunki. Wynik był interesujący: okazało się, że wymoczki spotykane w wodzie o małej ilości siarkowodoru żyją również i w najwyższej jego koncentracji, natomiast dla gatunków znalezionych jedynie przy dużej ilości H_2S istnieje pewne jego minimum, poniżej którego giną.

Tak samo odrębny jak ich fizjologia jest często wygląd wymoczków sapropelowych. Spotykamy tu oryginalne płaskie formy z grupy *Ctenostomata*, z pelikulą błyszczącą i sztywną jak pancerz, uzbrojoną w kolce i zęby. Orzęsienie jest tu zredukowane do kilku pęków dużych rzęsek. Wymoczki w rodzaju *Metopus* mają ciało w charakterystyczny sposób spiralnie skręcone. Wśród niezmiernej ilości gatunków tego rodzaju widzimy wszelkie możliwe przejścia od form o stosunkowo słabo zaznaczonej spirali do bardzo silnie skręconych. Jeszcze dziwniejszym kształtem, podobnym trochę do meduzy z długim kolcem, odznacza się *Caenomorphia*. Wszelkie próby biologicznego uzasadnienia dziwacznej powierzchowności wymoczków zamieszkujących sapropel spełzły na niczym. O jakimś przystosowaniu trudno tu mówić, bo sztywny pancerz i kolce właśnie utrudniają raczej poruszanie się w mule. Przyczyna ekscentrycznego wyglądu wymoczków sapropelowych pozostaje dotąd ich tajemnicą.

A. Czapik

Redaktor: Fr. Górski — Komitet redakcyjny: Z. Grodziński, K. Maślankiewicz, Wł. Michalski, St. Skowron, W. Szafer, S. Smreczyński — Wydawca: Polskie T-wo Przyrodników im. Kopernika
Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika — Kraków 1952.

Nakład 2800 egz. Papier druk. kl. V, 61 × 86 cm. 70 g. Ark. druk. 2
Drukarnia Wydawnicza, Kraków, Zwierzyniecka 2. Zam. 3. 3. 1. 1952. Druk ukończono 9. 2. 1952. M-3-10523

CHROŃMY PRZYRODĘ OJCZYSTĄ

dwumiesięcznik poświęcony
ochronie przyrody

Prenumerata roczna 9.— zł
Cena 1 zeszytu 1.50 zł
Redakcja: Kraków, ul. Ariańska 1

BIOLOGIA W SZKOLE

dwumiesięcznik przeznaczony dla nauczycieli,
wydawany na zlecenie Ministerstwa Oświaty.

Prenumerata roczna: 7.50 zł, egzemplarz pojedynczy 1.80 zł
Redakcja: Warszawa, P Z W S Plac Dąbrowskiego 8
Prenumerata: P. P. K. «Ruch» Warszawa, ul. Srebrna 12
Konto P. K. O. I — 15591

URANIA

popularno-naukowy dwumiesięcznik astronomiczny
Organ Polskiego Tow. Miłośników Astronomii

Prenumerata roczna wraz z przesyłką pocztową 16 zł
Redakcja i Administracja: Kraków, ul. św. Tomasza 30/7
Telefon 538-92 — Rk PKO Kraków IV-5227/113

STAŃ SIĘ BUDOWNICZYM WARSZAWY — ŚWIADCZĄC NA S. F. O. S.

WSZECHŚWIAT

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW
IM. KOPERNIKA

Cena 1 egzemplarza w sprzedaży księgarskiej 1.20 zł

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

WKŁADKA CZŁONKOWSKA W R. 1951: ROCZNIE 15.60 ZŁ
(ŁĄCZNIE Z PRZESYŁKĄ ZA CZASOP. «WSZECHŚWIAT»)

Zarząd Główny — Wrocław, ul. Sienkiewicza 21, Instytut Zoologiczny

Oddziały: krakowski — KRAKÓW, Podwale 1

warszawski — WARSZAWA, Kielecka 46 m. 11

poznański — POZNAŃ, Fredry 10, Zakład Zoologiczny

bydgoski — BYDGOSZCZ, Państwowy Instytut Naukowy Gospodar-
stwa Wiejskiego, plac Weyssenhoffa 11

lubelski — LUBLIN, Uniwersytet im. M. Curie-Skłodowskiej, Zakład
Fizjologii Roślin, Głowackiego 2

wrocławski — WROCŁAW, Instytut Zoologiczny, Sienkiewicza 21, tel.
55-33

toruński — TORUŃ, Uniwersytet, Zakład Botaniczny, Sienkiewi-
cza 30—32

łódzki — ŁÓDŹ, Uniwersytet, Instytut Farmacji, Lindleya 3

gdański — GDAŃSK-WRZESZCZ, Politechnika, Zakład Gleboznaw-
stwa

puławski — PUŁAWY, Instytut

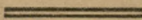
Wydawnictwa:

KOSMOS. Seria «A». Rozprawy

Redaktor — Gustaw Poluszyński,
Wrocław, Sienkiewicza 21

WSZECHŚWIAT. Pismo popularno-naukowe.

Redaktor — Franciszek Górski,
Kraków, św. Jana 20



Redakcja: Fr. Górski, KRAKÓW, ul. Podwale 1

Administracja: A. Leńkova, KRAKÓW, ul. Podwale 1

Prenumerata roczna — w roku 1951 wraz z przesyłką 9.00 zł

Pojedynczy egzemplarz 1.20 zł.

Członkowie Towarzystwa otrzymują «WSZECHŚWIAT» bezpłatnie

Konto PKO Kraków Nr IV-1876/113