

Wszechświat 1886. Tom V, str. 804-806

PIASKI LOTNE JAKO CZYNNIK GIEOLOGICZNY
skreślił

Dr J. Siemiradzki.

Każdemu jest znana, chociażby w głównych zarysach, rola lotnych piasków w diunach, posuwających się nieustannie w kształcie wydmy jałowych od morskich wybrzeży w głąb lądów — ciekawych odsyłamy po szczegóły do zajmującej pracy p. Kozłowskiego umieszczonej w IV tomie Pamiętnika Fizyjoğraficznego. Niewielu natomiast czytelnikom naszym zapewne jest wiadomo, że oprócz powolnego posuwania się naprzód piaski lotne zwłaszcza na pustyniach bezwodnych bardzo ważnym są, jeszcze czynnikiem mechanicznym, rzeźbiąc i szlifując skały niegorzej od lodników i najbystrzejszych potoków górskich. Fakt jednak sam przez się jest prostym bardzo i bywa naśladowany w przemyśle sztucznie przy użyciu strumienia piasku poruszanego miechem do matowania szkła.

Proces ten powtarza się w naturze w najdrobniejszych szczegółach na wyspie Sylt, na morzu północnym, gdzie szyby mieszkań rybaków uderzane bezustanku przez tumany unoszonego wichrem piasku, bardzo szybko tracą, swoje przezroczystość.

Że wiatr nawet najslabszy unosić może drobny piasek ze sobą, rzecz to nazbyt znana, przytoczymy tutaj tylko parę cyfr, dających pewne wyobrażenie o mechanicznej sile wiatru i energii unoszonych przezeń cząsteczek piaszczystych, z czego łatwo wnioskować o wysokości mechanicznej pracy, jaką — te ziarenka piasku są. w stanie wykonać:

Przy gwałtownych huraganach szybkość wiatru dochodzi do 45 m na sekundę, a siła jego do 400 kg na metr kwadratowy.

Z taką siłą unoszony piasek przedstawia bądźco-bądź poważny czynnik mechaniczny, nieprzechodzący bez śladu nawet na powierzchni najtwardszej skały, o którą go wiatr rzuci. Powtarza się tedy

	Szybkość w metrach na sekundę	Ciśnienie w ki- logramach na 1 metr □
Wiatr słaby . . .	0,30 — 0,40 m	0,15— 1,85 kg
„ umiarkowany . . .	4 — 7 m	1,85— 5,96 kg
„ świeży	7 — 11 m	5,96—15,27 kg
„ silny	11 — 17 m	15,27—34,35 kg
„ gwałtowny . . .	17 — 28 m	34,35—95,4 kg

w naturze proces szlifowania skał na sucho powolniejszy wprowadzić, choć równie skuteczny

jak szlifowanie ze współdziałaniem wody, a ślady przez tumany piasku na skale pozostawione mają niekiedy podobieństwo do śladów lodowca, częściej wszakże posiadają kształty bardzo charakterystyczne, sobie tylko właściwe.

W klimatach wilgotnych zjawisko to jakkolwiek ma również miejsce, zostaje wszakże zartartem przez znacznie szybszą i silniejszą działalność wody i wilgotnego powietrza, objawiająca się przez t. zw. wietrzenie i rozmycie skał, podczas gdy na bezwodnych pustyniach ślady przez piasek pozostawione pozostają bez zmiany. Dlatego też zjawisk podobnych na wielką skalę w Saharze lub w pustyni Kalifornijskiej szukać należy.

Ślady czynności piasku są dwojakiego rodzaju: 1) na równinach i 2) w parowach i wąwozach głębokich.

Pierwsza kategoria zjawisk polega na szlifowaniu powierzchni, niekiedy ludzko podobnym do śladów lodnika lub wody rzecznej. Skały wapienne na Saharze są tak gładko wyszlifowane, że przedstawiają nieraz wielką, trudność do przebycia dla wielbłądów; rozrzucone po stepie kamyki działaniem piaszkowych zadymek zostają zaokrąglone, a skały sterczące wśród pustyni pokrywają się niezliczoną, ilością równoległych do panującego kierunku wiatru bródz i wyżłobień. W pustyniach Kalifornijskich nawet skały granitu i kwarcu są gładko przez piasek wyszlifowane i pokryte tysiącami szramami w najrozmaitszych kierunkach.



W pobliżu ujścia rzeki Dziewiczej do Colorado leży rozległa płaszczyna złożona z twardego zlepieńca, usianego wygładzonymi przez lotne piaski kamykami; kamyki jednolite, jak kwarcyt i chalcodon są gładko zaokrąglone, przeciwnie odłamki skał krystalicznych, bazaltu i trachitu mają powierzchnię nierówną, z której sterczą, twarde kryształki; wapienie wreszcie są pokryte siecią

żyłek, tworzących najpiękniejsze wzory. W Saharze również znalazł Rolland bryły wapienia, na których powierzchni piasek przez wiatry unoszony wyrzeźbił najpiękniejsza koronkowe wzory. Rysunek ich dozwalał rozpoznać kierunek panujących wiatrów.

Do drugiej kategorii zjawisk przez nas opisywanych należy niszcząca działalność piasków lotnych na pojedyncze skały. zwłaszcza, jeżeli, skały te znajdują się w głębi parowu czy wąwozu, przez który wicher z podwójną przeciska się siłą. Jeden z przykładów czynności podobnej przedstawia rysunek na poprz. str. Objasnia się on w sposób następujący: Wielki odłam twardej skały spada na dno parowu, wyżłobionego w miękim łupku np. Wicher, spotykając nadspodziewanie przeszkodę, z podwójną siłą uderza na podnóże skały, z natury rzeczy silniej niszcząc miękką łupkową jej podstawę, aniżeli twardej szczyt. Z biegiem czasu skała przybiera kształt przewróconej gruszki, wyobrażonej na rysunku, dalej jeszcze cienka podstawa całkowicie zostaje przez wiatr zniszczoną, a odłam skały stacza się niżej, poczem proces powyższy znów się powtarza.

Spotykając na drodze wysoką, skałę nawet jednolitą, zadymka piaszczysta z większą siłą uderza o jej podstawę, aniżeli o szczyt, wskutek czego znowuż skała taka przybiera kształt przewróconej gruszki. Podobny naturalny obelisk granitowy, wysoki na 10 metrów, znalazł Schweinfurth w Afryce środkowej, a powstanie swoje obelisków, zarówno jak i mnóstwo mniejszych kamieni podobnego kształtu w okolicy rozrzuconych, zawdzięczał jedynie czynności zadymek piaskowych.

Wszecławiat 1886, tom.V, str.273-277

O GEJZERACH

przez J.Siemiradzkiego

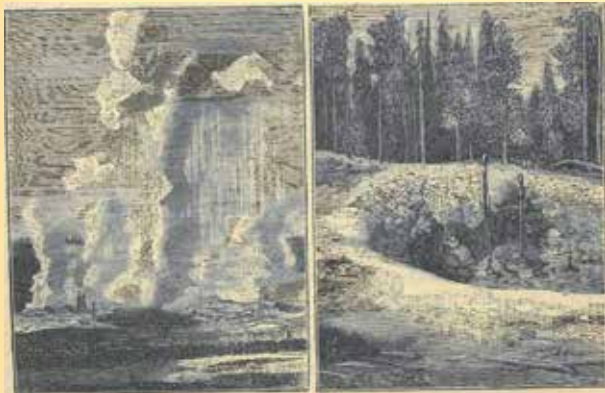


Fig.1. Gejzer olbrzym w Yellowstone-Park w Stanach Zjednoczonych.

Fig.2. Gejzer błotny w Yellowstone –Park w Sta-

nach Zjednoczonych.

Gieologia nie zna, ściśle biorąc, podziału wulkanów na czynne i wygasłe, uznając jedynie pewne kolejno po sobie następujące mniej lub więcej spokojne fazy czynności wulkanicznej, które trwać mogą niekiedy po kilka i kilkanaście wieków. W pewnych epokach wulkan nie zdradza niczem swego gwałtownego charakteru, tak, że lud okoliczny uspokojony zdradliwą ciszą, krateru, zapomina o dawnych jego wstrząszeniach, a okres spokoju tak długim być niekiedy może, że sama natura wulkaniczna góry, w wątpliwość bywa podawana. Tak np. olbrzymi Gelung-Gung na Jawie, uważany był zawsze przez krajowców za niewinną, górę, zanim straszliwy wybuch w r. 1822 nie przekonał ich o smutnej rzeczywistości. Nikt też dzisiaj w Ekwadorze wierzyć nie chce twierdzeniu geologów, że Chimborazo jest wulkanem'—ponieważ czynność jego jedynie obecnością gorących źródeł się objawia, a zapewne niejeden spokojny mieszkaniec Owernii lub prowincyj nadreńskich niezmiernieby się zadziwił wiadomością, że najpiękniejsze jego winnice rosną na kraterach wulkanów, które jeszcze kiedyś zbudzić się mogą z uspienia.

Do takich stadyjów spokojnych wulkanicznej czynności, należy większość źródeł gorących, oraz wszelkie wydzielania się gazu siarkowodorowego i gorącej pary wodnej, znane pod nazwą solfatar, suffionów i gejzerów.

Skoro tylko lawa z kraterów płynąc przestaje, uspokojony wulkan przechodzi w owe stadyjum solfataryczne, w którym para wodna i siarkowódór, wydzielające się przedtem wraz z lawą z krateru same już tylko na powierzchnię ziemi się wydobywają. Przy pewnych warunkach, nad którymi bliżej w tem miejscu zastanowić się chcemy, woda gorących źródeł wulkanicznych, przesiąknięta zwykle siarkowodore, wydobywa się na ziemię pod postacią bijącej z wielką siłą przerywanej fontanny zwanej gejzerem.

Niegdyś gejzery uważane były za wyłączną właściwość Islandyi tam też je najlepiej poznano. W późniejszym czasie odkryto gejzery o wiele od islandzkich większe i piękniejsze w Stanach Zjednoczonych, na Nowej Zelandyi i wyspach Azorskich.

Wielki gejzer Islandzki, typ tego rodzaju zjawisk, jest płaskim stożkiem białej jak śnieg krzemionki, wysokości od 8 do 10 metrów, o średnicy 70 metrów wynoszącej, położony o 47 kilom, ku PnZ od Hekli, pośród równiny, otoczonej ze wszystkich stron lodowcami. Na szczycie jego widzimy zbiornik o 18—20 metrach średnicy, głęboki na 2.30 m.,

na dzień którego dostrzegamy komin gejzeru, trzy metry szeroki, o ścianach matematycznie pionowych i zupełnie gładkich.

Woda wypełniająca zbiornik jest zwykle spokojną, a temperatura jej powierzchni wynosi 76–89°. Na głębokości jednak 22 1/2 metrów termometr wskazuje 127° przed wybuchem i 122° po wybuchu.

Od czasu do czasu, zwykle w odstępach od 24–30 godzin, bardzo jednak nieprawidłowych, następuje gwałtowny wybuch, poprzedzony kilku mniejszymi, a oznajmiony hukami podziemnymi i wstrząśnieniem gruntu. Woda wypełnia zbiornik aż po brzegi; duże pęcherze powietrza zrazu co dwie godziny, później coraz to częściej, wychodzą na powierzchnię. Nareszcie potężny słup wody, 3 metry w średnicy mający, otoczony obłokiem pary wystrzela w górę do wysokości 30 a nawet 50 metrów. Po upływie kilku minut—wszystko się kończy; poziom wody obniża się o 2 1/2 metry i zaledwie po 6–7 godzinach podnosi się do dawnej wysokości. Siła rzutu tego snopa wody wręcz obliczoną została na 700 koni parowych.

Wraca woda gejzeru nie jest jednakże czystą—drobny deszcz gorącej fontanny osadza na wszystkich przedmiotach otaczających—skalach, drzewach i t. p. warstwę białej delikatnej mączki krzemiennej, znanej pod nazwą geizerytu, a mączka ta nagromadzona u podstawy bijącej fontanny tworzy z biegiem czasu pokład coraz grubszy, przez co komin coraz wyższym się staje, aż wreszcie osiąga wysokości takiej, że woda na dzień jego wrzeć już nie może a wtedy ustaje właściwa czynność gejzeru, natomiast tworzy się t. zw. cysterna gorącej wody, t. j. prześliczne źródła do 12 metrów głębokie, z których powierzchni unosi się lekka para—a przez lazur niczem niezmaczony ich kryształowej wody widnieje na dzień otwór gejzeru dziś już nieczynnego.

Proces osadzania krzemionki przez wody geizeru nie jest jednak tak chemicznie prostym—woda gejzeru bowiem, przechodząc przedtem przez skalę zwierzęcą, przesycona przytem siarkowodorem, kwasem solnym, rozpuszcza dzięki swej wysokiej temperaturze krzemiany alkaliczne, przetwarzając je w części na chlorki i siarczany przyczem pozostające związki krzemionki zbyt są kwaśne, ażeby trwałymi być mogły—wskutek czego część tej ostatniej pozostaje wolną i osiada w postaci geizerytu, podczas gdy pozostałe części mineralne spływają wraz z wodą, w której są rozpuszczone.

Z geizerami w związku ścisłym pozostają gorące źródła błotne, czyli geizery błotne, na dzień

których gotuje się wiecznie szlam czarniawy lub czarny, pryskający niekiedy na wysokość 5—6 metrów. Jeden z nich przedstawia załączony rysunek.

Geizery islandzkie należą wszystkie do kategorii źródeł osadzających krzemionkę—znaczna jednakże liczba geizerów w krajach obfitujących w skały wapienne, jak w słynnym „parku narodowym”—Yellowstone w górach Skalistych, przedstawia proces chemiczny znacznie prostszy—osadzając przez proste parowanie węglan wapnia w nich rozpuszczony tak samo jak karlsbadzki Sprudel i inne gorące źródła wapienne.

Wspomniany przed chwilą „park narodowy” Yellowstone w Stanie Wyoming w latach ostatnich zasłynął wśród turystów, którzy zwiedzają go tłumnie. Istotnie też trudno sobie wyobrazić okazalszy przykład dziwactw przyrody: na przestrzeni 3575 mil kwadratowych (ang.) mamy tu i olbrzymie jezioro błotne, wzniesione na 2000 metrów ponad poziom morza i głębokie canony jedynej w swoim rodzaju rzeki Colorado, i okrągłe piramidy ziemne, słupy wapienne, tarasy i bogactwo niezmierne szczątków najdziwniejszych zwierząt kopalnych przedewszystkiem zaś „great attraction” stanowią liczne nadzwyczaj malownicze i wspaniałe geizery, należące do najrozmaitszych typów tego rodzaju zjawisk.

Szmaragdowe wody rzeki Yellowstone płyną pośród skal mieniących się wszystkimi barwami od śnieżnej białości do żółtych, czerwonych, zielonych, fioletowych, czarnych, będących w znacznej części utworem geizerów. Mamy tu kolejno po sobie następujące warstwy martwic wapiennych (travertino) osadzonych przez stygnące wody geizerów wapiennych i białe jak śnieg osady geizerytu, a wszystko przenikają żyły i plamy kolorowe, zawdzięczające swój początek bądź trawiącej czynności solfatar, bądź przesiąknięciu tlenkami żelaza i innych metali, rozpuszczanych przez źródła gorące.

Na brzegach rzeki napotykamy liczne geizery błotne w których kraterach, szerokich na 10—12 metrów gotuje się gęste błoto, a z wręcz powierzchni unosi się słup czarnej pary, pryskającej na ściany krateru kroplami jasno-szarego błota, przybierającego po wyschnięciu kształty lekkich, ząbkowanych stalagmitów. Naokoło krateru osiada z pary drobny pyłek krzemienisty, pokrywający grunt i drzewa okoliczne. Roślinność zamiera w pobliżu tych źródeł—zdawałoby się niekiedy, że ziemię gruba warstwa śniegu pokrywa. Obok lodowatych strumieni górskich, widnieją lazuro-

we i szmaragdowe źródle ukropu. Pstrąg złowiony w pierwszym—może być ku wielkiej uciesze turysty, natychmiast w drugim ugotowany. Gorące wody spływają do wielkiego słonego jeziora, pozostawiając po sobie ślady żelaza i siarki; olbrzymie masy nacieków wapiennych i krzemionkowych tworzą malownicze, barwne kaskady i fontanny.

Powyżej jeziora Shoshone leży właściwe terytorium gejzerów—czyli Upper geysers Basin, lub Mammoth hot springs. Największym z nich jest gejzer Old Faithful. Słup wody wylatując zeń na wysokość 50 metr. w postaci snopa, jest otulony obłokiem pary, wyrzucanej na 200 metrów w górę — co przedstawia widowisko nadzwyczaj okazałe. Gejzer leży na rozległej polanie pośród lasów szpilkowych. Wody sąsiedniej rzeki Fire hole river są, ciepłe, ryby w niej żyć nie mogą z powodu zabójczych dla nich wyziewów siarkowych. W ciągu dnia można zobaczyć kilka wybuchów. Old Faithful jest zawsze punktualny—Wybucha co 63 minuty. Sąsiad jego Great Geysers tylko raz na dobę, wyrzucając w ciągu 10 minut snop wody na 60 metrów wysoki. O paręset metrów dalej przedstawia się oczom naszym Splendid Geysers—istotnie okazały— snop wody jego rozpryska się na miriady drobnych kropelek, na których często promienie słońca wytworzą pojedynczą lub podwójną tęczę, zwłaszcza o zachodzie słońca widok jest precudny. Wybuchy trwają 10–15 minut, potem wszystko wraca do dawnego porządku—wody spływają spokojnie do strumienia, krater gejzeru jest pusty, słychać czas jakiś jeszcze szmer podziemny, potem wszystko ucicha... Po 4–5 godzinach powtórzenie widowiska.

Olbrzym (fig. 1) wybucha ledwie co 4 dni, wysokość snopa wody wyrzucanej nie większa od Splendid, zato wybuch trwa przeszło 1/2 godziny — obłok pary wyrzucanej na 300 metrów wysoko słońce częstokroć zasłania — krater jego prześlicznie rzeźbiony nurza się w wodzie.

Jeżeli gejzery Yellowstone są najpiękniejszymi, bez zaprzeczenia pierwsze miejsce pod względem rozmiarów należy się gejszynom Nowej Zelandyi. Pomiędzy wulkanem Tongariro i dymiącą wyspą Whakari w zatoce Obfitości, gejzery, gorące źródła i źródła błotne wytryskają w tysiącu miejscach. W jednym tylko punkcie doliny Waikato liczba ich dochodzi do 76.

Jezioro Rotomahana otrzymuje mnóstwo dopływów gorącej wody, z których największym jest wodospad Tatarata, spadający z wysoko-

ści 25 metrów po śnieżnej białości tarasach kamiennych, zbudowanych przez wody kaskady. Zbiornik, z którego wytryska woda i para jest rodzajem krateru, mającego 75 metrów obwodu. Niekiedy cała masa tego zbiornika podnosi się w kształcie jednej olbrzymiej kolumny i basen opróżnia się do 10 metrów głębokości. Temperatura przy brzegu wynosi 84° w środku zaś osiąga prawdopodobnie temperaturę wrzenia. Gejzery wyspy San Miguel w archipelagu Azorskim zajmują ostatnie miejsce zarówno co do swej siły jak i piękności. W dolinie Val de Furnas, która była przed trzema wiekami siedliskiem gwałtownego wybuchu, na przestrzeni około 1 hektara grunt cały jest pokryty mnóstwem otworów, z których wytryska woda gorąca i gazy siarkowe, od czasu do czasu wybuchając, jak właściwe gejzery, powyżej opisane.

Pozostaje nam jeszcze wyjaśnić naukowo przyczynę wybuchów gejzerowych. Zastęga odkrycia praw wybuchami temi rządzących należy się Bunsenowi.

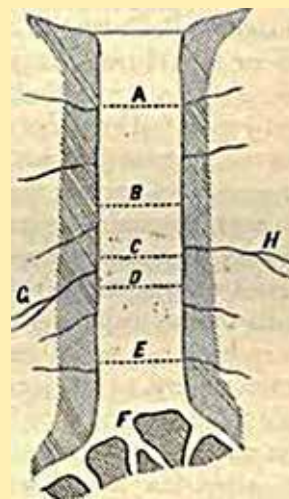


Fig. 3. Schematyczny przekrój gejzera
Załączona tabliczka wskazuje rozkład temperatury w rozmaitej głębokości gejzeru (fig. 3).

Punkty obserwacji	Głębokość	Temperatura obserwowana	Temperatura odpowiadająca wrzeniu wody w tym punkcie
A	3 m 30	85° 5	107°
B	8 m 10	110°	116°
C	11 m —	120° 8
D	13 m —	121° 8	123° 8
E	18 m —	124°	130°
F	22 m 50	128°	136°

Podług tej tablicy wszędzie temperatura słupa wody w kominie gejzeru jest niższą od tej, jaka

odpowiada temperaturze wrzenia w każdym punkcie, ta ostatnia bowiem, jak wiadomo, zwiększa się w miarę ciśnienia, podktórem woda pozostaje. Wstanie spokoju zatem niema na całej wysokości komina ani jednego punktu, gdzieby się woda mogła zamienić w parę. Zauważmy jednak, że kiedy u podstawy różnice pomiędzy istotną temperaturą wody a temperaturą wrzenia jest $=10^\circ$, u góry zaś jest jeszcze większą, w środku kolumny, w punkcie D, na 13 m od powierzchni, różnica ta wynosi zaledwie 2° .

Przypuśćmy teraz, że gorąca para, dostająca się do F przez szpary podziemne i wydostająca się na powierzchnię w postaci wielkich pęcherzy, dosięgnie siły prężności, wystarczającej do podniesienia poziomu wody o dwa metry, co też istotnie na powierzchni przed każdym wybuchem ma miejsce: wówczas warstwa D ogrzana do $121^\circ 8'$ znajdzie się w jednej chwili w punkcie C, gdzie temperatura wrzenia wynosi tylko $120^\circ 8'$. Warstwa ta zatem środkowa przemienia się w jednej chwili w parę i wyrzuca wyżej położone masy wody w powietrze. Łatwem wówczas będzie zrozumienie przerw w czynności gejzerów, potrzeba bowiem, ażeby za każdym razem woda dostająca się do komina, na miejsce snopa wyrzuconego, została odpowiednio nagrzaną, oraz ażeby prężność pary w punkcie F stała się wystarczającą do podniesienia poziomu wody o dwa metry. Teoryja powyższa nie jest hipotezą, Bun-sen bowiem sprawdził, że pomiędzy trzech kamieni, zanurzonych w C, D i F, tylko pierwszy zostaje wyrzuconym w powietrze, co dowodzi jasno, że siedliskiem wybuchu jest punkt C.

Zjawisko więc gejzerów objaśnia się w sposób bardzo prosty: wody deszczowe lub pochodzące ze stopienia śniegów, dostają się przez kanały podziemne do punktów, gdzie temperatura jest podniesioną wskutek sąsiedztwa zbiorników lawy. Ze zbiorników tych wydzielają się nieustannie gorące gazy i pary wodne, które wodę źródlaną ogrzewają. Jeżeli kanały podziemne nie przedstawiają żadnych właściwości szczególnych, pęcherze gazów gorących wydostają się spokojnie na powierzchnię, dając początek gorącym źródłom i cysternom. Jeżeli jednak, wskutek kierunku szpar i rospadlin skalnych, gorące gazy łatwiej dostają się do pewnych punktów środkowych kolumny, jak G i H (fig. 3), wywołują one w tych punktach lokalne podwyższenie temperatury, pociągające za sobą peryjodyczne wybuchy pary. Długość okresów spokoju i siła wybuchów zależęć będą od położenia punktów G i H, od rozmiarów komina i obfitości gazowych

wydzielin u podstawy. Chcąc doświadczalnie stwierdzić słuszność teoryi powyższej, Tyndall ogrzewał wysokie naczynie z wodą jednocześnie z dołu i zapomocą dodatkowej obrączki ogrzewającej środek naczynia—rezultat odpowiedział w zupełności oczekiwaniom—sztuczny gejzer wybuchał regularnie co pięć minut.

Wszechświat 1886, tom V, str.657-662

SPRĘŻYKI CZYLI ELATERYDY ŚWIECĄCE według pracy p. R. Dubois

streścił

A. Ślósarski.

Własnością wydawania światła fosforycznego czyli fosforyzowania, obdarzona jest znaczna liczba istot żyjących, szczególnie zaś własność ta jest rozpowszechniona w państwie zwierzęcem. Drobniotki noktiluki (*Noctiluca miliaris*), nadające falom morskim świetne blaski, syfonofory (*Siphonophorae*) i pirozomy (*Pyrosomae*), które zostawiają za sobą na morzu smugi ogniste, wreszcie nasze Świetliki (*Lampiris*) zwane „świętojańskimi robaczkami”, które jako punkty świecące, pojawiają się w ciepłe nocy letnie, są dobrze znanymi przykładami tego wspaniałego zjawiska.

Ze wszystkich jednak zwierząt, zdolność fosforyzowania posiada w najwyższym stopniu owad amerykański *Pyrophorus noetilus* L. zwany Świecielem nocnym czyli „Cucujo”. Dr Rafael Dubois, korzystając ze szczęśliwie sprzyjających okoliczności 1), które pozwalały mu rozporządzać znaczną liczbą żywych owadów *Pyrophorus noetilus*, przeprowadził cały szereg obserwacyj nad niemi, poznał dokładnie budowę anatomiczną i rozwój pozarodkowy wspomnianych owadów, oraz zbadał z całą ścisłością i nadzwyczaj szczegółowo naturę światła, roztaczanego przez „Cucujo”.

Pyrophorus noetilus L, świeciel nocny, był nazywany „Cucujo” lub „Cocujo” przez mieszkańców wysp Antylskich w chwili za-boru hiszpańskiego i nazwę tę zostawiono mu do dziś dnia, Jestto owad należący do rzędu tęgopokrywych (*Coleoptera*), do rodziny sprężykowatych (*Elateridae*), której przedstawiciele mają ciało podługowate, płaskie, rożki II-to stawowe, osadzone blisko przedniego brzegu oczu, grzebyczkowate lub nitkowate. Wszystkie sprężyki posiadają przednią część tułowia czyli przedkarcze długie, dość luźnie połączone z częścią środkową, nadto,

tylny brzeg przedniej części tułowia przedłuża się u nich w wyrostek ostry, który wchodzi w zagłębienie położone na środkowej części. Budowa powyższa pozwala owadom, przewróconym grzbietem na dół, podrzucać się do góry, obracać nagle i spadać na nogi.

Pyrophorus noctilucua posiada ciało ciemnobrunatne, długie 22 — 23 mm, pokryte gęstymi, delikatnymi włoskami ciemnopłowymi, głowę mocno pochyloną, na czole wklęsłą. Szerokość głowy wyrównywa prawie połowie szerokości przedkarczka czyli przedniej części tułowia. Przedkarcze zwężone ku przodowi, z boków nieco wcięte, z wierzchu wypukłe, opatrzone gęstymi punktami i dwoma zagłębieniami, mniej lub więcej wyraźnymi. Po bokach przedkarczka, w bliskości tylnych jego kątów, znajdują się dwie plamy żółte, owalne lub eliptyczne, rzadziej okrągłe, z których roztacza się światło, są to przyrządy fosforyzujące, zwane „pęcherzykami fosforyzującymi”. Owad ten zamieszkuje głównie środkową Amerykę, wydaje nadzwyczaj silne światło fosforyczne podobnie jak jego gąsienica, a" nawet jajka. Jajka *są świecące nawet wtedy jeszcze, gdy są zamknięte w jajowodzie samiczki, wydają one światło niebieskawe, które zachowują się przez cały ciąg rozwoju. Badane w ciemności jajka wyrzucają światło bardzo wyraźne, które trwa nieprzerwanie aż do chwili wyklucia się gąsienicy, własność ta musi być zapewne skutkiem ruchów, jakie zarodek gąsienicy wykonywa wewnątrz jajka, skoro już dojdzie do pewnego stopnia rozwoju. Zapłodnienie zdaje się nie być koniecznym warunkiem do wydawania światła przez jajko, chociaż jajka niezapłodnione zachowują własność świecenia przez znacznie krótszy przedział czasu niż zapłodnione. Podobnie jak tkanki organów świecących u zwierząt dojrzałych, jajko świecące posiada oddziaływanie kwaśne, badane w świetle polaryzowanym szczególnie opalizuje.

Różni uczeni: Azara, Erichson, Gosse, Reinhardt, Fry, Murray, Olivier, Pickmann, Burmeister, Weinebergh i t. p. opisali i obserwowali gąsienice świecące, które uważali już za gąsienice elateridów czyli sprężyków, już też lampiridów czyli świetlików. Określenia tych gąsienic były zawsze o tyle niedokładne, że znaczna ilość owadów nie świecących w wieku dojrzałym, posiada gąsienice świecące, przytem gąsienica *Cucujo*, wychowana z jajka przez dra Dubois, różni się bardzo znacznie, pod względem kształtów, od gąsienic opisywanych przez wspomnianych autorów.

Po wyjściu z jajka, gąsienica *Pyrophorus noctilucus* dochodzi do 3 mm długości, ciało jej białoszarawe składa się z 12-tu pierścieni, nielicząc głowy. Gąsienica (fig. 1) ta posiada głowę piaską, stosunkowo dużą, koloru ciemnożółtego, pyszczyk uzbrojony dość silnie żuwaczkami i szczękami, oczy pojedyncze, trójkątne, położone po bokach głowy. Rożki trójstawowe, wyrastające przy podstawie żuwaczek. Całe ciało ma pokryte włoskami. Ostatni 12-ty pierścień ciała gąsienicy jest bardzo charakterystyczny, znacznie dłuższy od poprzednich, kształtu stożkowatego, ku tylnemu końcowi pokryty brodawkami, z których wyrastają szczecinki. Na końcu tylnym, będącym zakończeniem ciała gąsienicy, ostatni pierścień jest rozdwojony i zakończony czterema wyrostkami pazurkowatymi, z których dwa wewnętrzne, mniejsze, proste, skierowane ku tyłowi, dwa zewnętrzne zaś większe i skierowane na boki.

Po pierwszym zrzuceniu skóry czyli wylęgnięciu się, gąsienica dochodzi do 5 mm, a następnie, powolnie dorasta od 15—20 mm długości. Gąsienica *Cucujo* jest roślinożerna, żyje w szczątkach wilgotnych drzewa spróchniałego, posiada zdolność fosforyzowania. Jak powiedziano wyżej, gąsienica fosforyzuje, będąc w jajku zawartą, otóż; świecenie nie ustaje po wylęgnięciu się gąsienicy; a nadto, u gąsienicy pierwszego wieku, można świecenie wywołać zapomocą pobudzeń mechanicznych. Dla lepszego uwydatnienia świecenia można jeszcze gąsienicę pobudzać elektrycznością, albo też ogrzewać stopniowo i ostrożnie od 25° do 38° C.

Światło wydawane przez gąsienice pierwszego wieku ma barwę błękitną, która przypomina raczej barwę światła lampirydów czyli świetlików, aniżeli piękne, zielonawe światło *Cucujo*. Rozchodzi się ono z okolicy położonej pomiędzy tylnym brzegiem głowy, a przednim brzegiem pierwszego pierścienia tułowia gąsienicy. W tym miejscu znajdują się dwa organy specjalne, jakby zlepione jeden z drugim na linii środkowej ciała, które dotykają się mniej lub więcej pierścienia głowowego i przedniego pierścienia tułowia czyli przedkarczka. Po drugim lenieniu czyli zrzuceniu skóry, gąsienice, które doszły do 12 lub 15 mm długości, zaczynają dostawać na powierzchni brzusznej, poczynając od pierwszego pierścienia, aż do przedostatniego włącznie, punktów błyszczących, których kontury zrazu są niewyraźnie odznaczone, gdy jednak gąsienica dorośnie do 18 mm długości, miejsca, z których światło się rozchodzi są dokładniej zakreślone

i tworzą najzupełniej regularne szeregi.

Pierwotne ognisko światła gąsienicy, położone przy zejściu się głowy i przedkarcza, pozostaje w tem samym miejscu, pomimo zmiany swego kształtu. Tułów, (a właściwie trzy pierścienie tułowia) nie wydaje żadnego światła, ale osiem pierwszych pierścieni odwłoka, posiadają każdy po trzy punkty świecące, dwa boczne, mocniej świecące i jeden środkowy słabiej. Punkty te świecące, ułożone są w trzy szeregi podłużne, przebiegające od tylnego brzegu pierwszego pierścienia odwłoka, aż do brzegu przedniego dziewiątego pierścienia. Dziewiąty i zarazem ostatni pierścień odwłoka posiada jeden tylko punkt większy i mocniej świecący, niż punkty poprzednich pierścieni, zawsze jednak słabiej błyszczący od przestrzeni głowo-tułowiowej. Punkty boczne każdego pierścienia odwłoka odpowiadają małym brodawkom pokrycia ciała, położonym na zewnętrznych brzegach każdego pierścienia, z tyłu otworów oddechowych, z którymi nie mają żadnego bezpośredniego związku.

Wszelkie podrażnienie lub pobudzenie gąsienicy, wywołują natężenie światła, które zrazu pozostaje tylko w miejscu pobudzonym, następnie rozlewa się szerzej i zwiększa się z ruchami zwierzęcia, głównie przy chodzeniu, pokonywaniu napotykanym przeszkód lub obronie w walce.

Gąsienice prowadzą niekiedy walki między sobą, przy których snopy iskier padają ze wszystkich stron, walki te szczególnie są ciekawe podczas ciemnej nocy. Dr Dubois opisał szczegółowo skielet zewnętrzny Pyrophorus noctilucus, przyrządy trawienia, krążenia krwi i oddychania, układ nerwowy i organy rozrodcze, wszystkie te jednak organy mało się różnią od podobnych organów innych owadów tego pokrywych, dlatego też ograniczymy się tutaj na streszczeniu budowy przyrządów świecących, które dr Dubois w dalszym ciągu w swem dziele bardzo wyczerpująco opisuje.

Owad dorosły posiada trzy organy czyli przyrządy świecące, dwa położone na przedkarczu czyli w przedniej części tułowia, trzeci zaś w odwłoku. Ten ostatni zajmuje okolice środkową (mostkową) pierwszego pierścienia brzuszego czyli odwłokowego. Gdy nie świeci przyrząd ten posiada kolor białawo-żółtawy a na całej swej powierzchni otoczony jest jakby ramką z substancji czysto białej. Jakkolwiek przyrząd świecący był badany przez różnych uczonych, budowę jednak tego przyrządu, zbadał dokładniej dopiero dr Dubois. Substancja tworząca organ

świecący składa się z cylindrów komorkowatych, niekiedy rozgałęzionych, które się roszszerzają na podobieństwo baldachu. Zakończenia ich zostają w związku z warstwą głęboką pokrycia ciała, które jest w tem miejscu delikatne i przezroczyste i tworzy okrycie przyrządu świecącego.

Cylindry te są utworzone z komórek wielościennych o wielkich jądrach; głębiej przechodzą nieznacznie w warstwę biało-kredową, utworzoną z komórek, jakgdyby będących w drodze rozkładu, opatrzonych ziarnami szczególnymi, przezroczystymi i silnie łamiącymi światło. Komórki te pozwalają zaliczyć organ świecący do rzędu gruczołów wydzielających. Rurki oddechowe, tworzą, gęstą siatkę na powierzchni tego organu, lecz nie wnikają do jego wnętrza. Niepodobna było dopatrzeć, czy nerwy zagłębiają, się do wnętrza tego organu.

Organy świecące położone na przedkarczu, posiadają, zupełnie też samą budowę, co i tarcza (organ) brzuszna. Leżą one po obu stronach przedkarcza na powierzchni górnej, w bliskości kątów tylnych i przedstawiają się w postaci dwu plam żółtych, zaokrąglonych i mniej lub więcej wydających.

Dr. R. Dubois wykonał cały szereg doświadczeń fizjologicznych nad światłem fosforycznym Pyrophorus, wykazując rozmaite własności i naturę tego światła, oraz wpływ, jaki wywierają na nie czynniki mechaniczne, fizyczne i chemiczne.

Światło Pyrophorus noctilucus daje widmo całkowite, dosyć obszerne, poczynające się przy barwie czerwonej i dochodzące do pierwszych promieni niebieskich; przybliżone jego granice są między linią B z jednej strony, a linią F z drugiej. Skład tego widma zmienia się wreszcie ze zmianą, natężenia światła, wydawanego przez zwierzę. Gdy blask światła się zmniejsza, widmo się skraca nieco od strony barwy niebieskiej, a daleko znacznie od strony przeciwnej.

Światło Cucujo jest bardziej zielone, aniżeli światło Lampiris noctiluca, świetlika, które jest raczej niebieskawem; ma daleko silniejsze natężenie od światła Lueiola italica, które, jakkolwiek dość żywe, jest jednak blade i nieco zlotawe. Natężenie tego światła jest dosyć znaczne: oko normalne może w ciemnym pokoju czytać przy jednym Cucujo w odległości 33 cm. Światło to mimo swej zielonawej barwy, przenika do ostatecznych granic pola widzenia, nie ma w sobie wcale promieni polaryzacyjnych.

Natomiast posiada dostateczną, ilość promieni chemicznych, przy pomocy których można otrzy-

mać odbicie fotograficzne przedmiotów oświetlanych tym światłem. Pomimo tego, światło to jest bez wpływu na roślinność, nie pozwala ono rozwijać się ciałkom zieleni czyli chlorofilu.

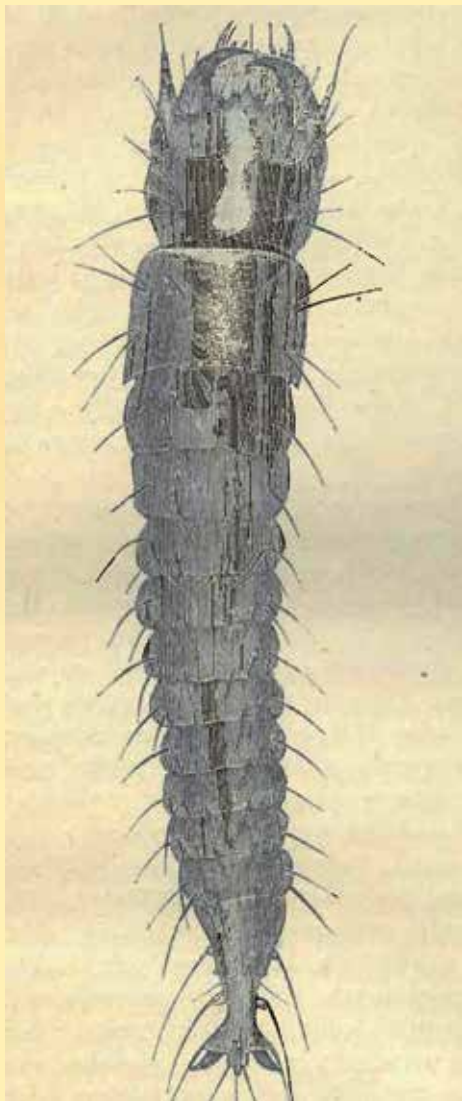


Fig. 1. Bardzo młoda gąsienica *Pyrophorus noctilucus*, znacznie powiększona

Światło wydawane przez przyrządy fosforyzujące przedkarcza, sześciu *Pyrophorus noctilucus* nie wprawia w ruch radyjometru, jakby w niem brakowało promieni ciepłikowych. Doświadczenia robione ze stosem Melloniego, połączonym z galwanometrem, wykazały działanie ciepłikowe, wywołując słabe odchylenie igły magnesowej. Badania innego rodzaju wykazały, że w tych organach świecących nie powstają, żadne szczególne objawy działania elektrycznego. Cała energija owada przeistacza się w światło.

We wszystkich fazach rozwoju przy uderzeniach lub wszelkich mechanicznych ruchach, natężenie i wydzielanie światła potęguje się; gaśnie ono

skutkiem wyczerpania lub zmęczenia, gdy pobudzenia mechaniczne są zbyt częste lub zbyt silne. Godne uwagi, że organy świecące, oddzielone od zwierzęcia, jeszcze przez jakiś czas świecą; pewne pobudzenia rozdmuchują to świecenie, nawet gdy już przed chwilą było zagasło.

Długo musielibyśmy się rozpisywać chcąc zapoznać czytelników z rezultatami doświadczeń,



Fig. 2. *Pyrophorus noctilucus*

jakie dr Dubois przedsiębrał w celu wykrycia wpływu jaki wywiera na świece nie *Pyrophorus* zimno, gorąco, elektryczność, światło słoneczne, ciśnienie barometryczne. Samo wyliczenie tych doświadczeń, daje nam już pojęcie, jakie dokładne i wszechstronne studyja przeprowadził p. Dubois. Niemniej sumiennie badał działania czynników chemicznych, substancyj jadowitych i trujących i t. p.

Woda działa w sposób godny uwagi: owad pozbawiony wody, traci możliwość świecenia fosforycznego, którą odzyskuje skoro zostanie zanurzony w wodzie. Wyszuszenie jajek w zwyczajnej temperaturze można posuwać do ostatecznych granic, a mimo to, nie tracą one możliwości fosforyzowania; zanurzone w wodzie, nawet po ośmiu dniach świecą znowu. Jeszcze osobliwszym jest fakt, że jeżeli po zupełnem wysuszeniu organów świecących, utłuc je na proszek, a następnie zwilżyć wodą, proszek zaczyna świecić na nowo.

Nawet woda przegotowana, pozbawiona powietrza, powraca własność fosforyzowania organom świecącym wysuszonym.

W atmosferze czystego tlenu zjawisko świecenia fosforycznego jest takie samo, jak w powietrzu. Toż samo zjawisko zachodzi przy ciśnieniu niższem od jednej atmosfery.

Z obawy, aby streszczenie pracy dr R. Dubois nie było przydługiem, poprzestaniemy na tych doświadczeniach, przechodząc do wykazania stosunku, jaki zachodzi pomiędzy rozmaitymi czynnościami owadu i wydawaniem światła. *Pyrophorus noctilucus* jest owadem zmrokowym, a nawet nocnym, za nadejściem nocy do-dopiero zaczyna się poruszać i świecić. Ciekawe są te ruchy

wieczorne, które odbywają nawet owady zamknięte od dni kilku w ciemnym pokoju, którego temperatura jest stała. Jaki zmysł uwiadamia te owady o zmianie pory dnia, zachodzącej na zewnątrz pokoju?

Badanie przestrzeni oświetlanej przez Cucujo wykazuje, że przyrządy świecące zastosowane są do warunków, w jakich owad znajduje się. Błazki świecące przedkarcza oświetlają prawie równo i na dość daleką przestrzeń w trzech kierunkach, z boku, z przodu i ponad owadem, służą one owadowi, gdy idzie w ciemności.

Gdy owad lata, odwłok wznosi zawsze ku górze, a skoro tylko pokrywy skrzydłowe się otwierają, odkrywa (odslania) owad piękną swę latornią brzusznią, która roznieca się samym ruchem owada. Dopóki owad lata, rozlewa pod sobą mocne światło, które oświetla daleko znaczącą przestrzeń, niż światło przyrządu fosforyzującego, położonego na przedkarczu.

Nie ulega wątpliwości, że owad w ciemności kieruje się światłem, które sam w około siebie roztacza. Jeżeli jeden z przyrządów świecących przedkarcza, zasłonić cieniutką powłóczką wosku czarnego tak, że światło jest tylko jednostronnem, to Cucujo, zamiast iść w prostym kierunku, zwraca się w stronę oświetloną; wyraźnie unika on ciemności i skutkiem tego idąc zakreśla ciągle linie krzywe. Jeżeli zasłonić woskiem czarnym obadwa przyrządy świecące przedkarcza, chód owadu staje się niepewny, kieruje się on, to na prawo, to na lewo, badając otoczenie za pomocą różków i często bardzo zatrzymuje się.

W końcu swej pracy p. Dubois wyjaśnia przyczynę świecenia fosforycznego zapomocą procesów chemicznych. Pod tym względem istnieją znakomite prace prof. dra Radziszewskiego, o których czytelnicy Wszechświata wiedzą z artykułu „Fosforescencyja na zasadzie badań prof. Radziszewskiego”, Wszechświat t. II, 1883.

1) Dr R. Dubois otrzymywał bardzo liczne okazy *Pyrophorus* z Antylów, za pośrednictwem p. Guede, sekretarza Towarz. Ogrodniczego w Gwadelupie. W spróchniałym drzewie, w którym przesyłane były owady w pudełkach drewnianych, znajdowało się wiele jajek, z których wylęgały się w oczach p. D. gąsienice i posłużyły do dokładnego zbadania rozwoju pozarodkowego *Pyrophorus*

Teksty wybrała i przygotowała Maria Smialowska, pomoc techniczna Malwina Kosek.

