

Helen Scales

# OTCHŁAŃ

Ukryte życie oceanów  
i grożące mu niebezpieczeństwa

Tłumaczenie  
Rafał Śmietana

## Ekstremalni smakosze

Powiedzcie sami, czy kraby yeti nie powinny jeść morskiego śniegu? Może i powinny, ale one odżywiają się w jeszcze dziwniejszy sposób. Te włochate skorupiaki zauważono po raz pierwszy w 2005 roku podczas wyprawy, która miała na celu zbadanie głębokich wód wschodniego Pacyfiku na południe od Wyspy Wielkanocnej. Osobniki tego gatunku są blade ubarwione, mają odwłoki wielkości kciuka i długie odnóża pokryte bujnymi, szczeciniastymi wyrostkami. Wraz z parą krótkich, tępo zakończonych szczypiec te futrzane peleryny w kolorze blond nadają zwierzęciu wygląd mieszkańca głębin, jaki z pewnością doskonale odnalazłby się w programie *Muppet Show*.

Jednego z nowo odkrytych krabów wyłowiono z głębin i oficjalnie nazwano *Kiwa hirsuta*<sup>1</sup> na cześć Kiwy, polinezyjskiego boga morza, do którego dodano przydomek *hirsuta*, co po łacinie oznacza „owłosiony” lub „kudłaty”. Mimo to wszystkie nazywają je krabami yeti\*.

Na pancerzu pierwszego okazu tego kraba bytowały kolonie bakterii ułożone w długie nici, co przyczyniło się do sformułowania hipotezy, że gatunek ten odżywia się w dość niezwykły sposób – hoduje mikroby na pokrytych futerkowatymi

---

\* Zdaniem specjalistów od skorupiaków z taksonomicznego punktu widzenia kraby yeti nie są prawdziwymi krabami (tzn. przedstawicielami infrarzędu *Brachyura*, czyli krótkoodwłokowców). Zaliczają się one raczej do miękkoodwłokowców (*Anomura*) wraz z krabami pustelnikiem, królewskim i palmowym (kokosowym). Wiele zwierząt nazywamy krabami dla wygody lub z lenistwa.

naroślami rękawach, po czym je zjada. I nie są to zwykłe bakterie, ale takie, które potrafią zrobić coś, co jeszcze kilkadziesiąt lat temu wydawało się zupełnie niemożliwe. Niekonwencjonalny mikrobiom pozwala przedstawicielom tego gatunku kraba, a także wielu innym zwierzętom, rozwijać się na kominach hydrotermalnych – jednych z najbardziej spektakularnych, niedostępnych, a nawet niebezpiecznych miejsc w głębinach.

W 1977 roku w innej części wschodniego Pacyfiku – na północ od wysp Galapagos – załoga podwodnego pojazdu „Alvin” jako pierwsza na świecie dostrzegła komin hydrotermalny.

„Czy głębinny oceaniczny nie powinny raczej przypominać pustyni? – spytał geolog Jack Corliss z wnętrza »Alvina«, łącząc się telefonicznie ze statkiem znajdującym się prawie 2,5 kilometra powyżej. – Tu na dole kłębi się cała chmara zwierząt”<sup>2</sup>.

Przez okno „Alvina” Corliss dostrzegł wysokie kominy, z których wylewały się połyskliwe płyny, a wokół nich tysiące zwierząt, między innymi trzymetrowe robaki ze szkarłatnymi pióropuszcami i małże wielkości talerzy. Wówczas jeszcze o tym nie wiedział, ale przyszło mu oglądać odcięty od słońca ekosystem, który miał zrewolucjonizować nasze poglądy na ewolucję życia na Ziemi.

Od tego czasu w głębinach zlokalizowano ponad 650 pół kominów hydrotermalnych<sup>3</sup>. Każde z nich to skupisko dziesiątek, a nawet setek pojedynczych dymników. Obecność blisko 300 takich pół potwierdzono bezpośrednią obserwacją, podczas gdy pozostałe wykryto na podstawie wyników badań chemicznych i geologicznych. Kominy hydrotermalne powstają wzdłuż grzbietów śródoceanicznych – podwodnych łańcuchów górskich przecinających naszą planetę przy krawędziach płyt tektonicznych. Można je też znaleźć w środku płyt, na zboczach i szczytach podmorskich gór, jak również

w strefach subdukcji, gdzie łańcuchy zanurzonych wulkanów układają się w łuki wzdłuż rowów oceanicznych. We wszystkich tych miejscach zbiorniki magmy napierają na skorupę oceaniczną przez płaszcz ziemski. Z drugiej strony przez bruzdy w dnie morskim przesącza się woda, docierając nawet pięć kilometrów w głąb skorupy, zależnie od rozmiarów zbiornika magmy. W zetknięciu z rozpaloną, stopioną skałą woda ulega przegrzaniu i podąża ku górze przez szczeliny w skorupie. Po drodze wchodzi w reakcje z pobliskimi skałami, rozpuszczając minerały i związki metali. Ta krążąca woda morska o znacznie zmienionym składzie chemicznym staje się płynem hydrotermalnym, który kontynuuje swoją wędrówkę ku górze i wreszcie wytryskuje przez dno morskie niczym głębinowy odpowiednik gorących źródeł i gejzerów na lądzie – jest on jednak o wiele gorętszy i bardziej toksyczny. Z kominów hydrotermalnych zazwyczaj wydobywają się płyny o temperaturze kilkuset stopni Celsjusza i tylko gigantyczne ciśnienie panujące w głębinach uniemożliwia im osiągnięcie punktu wrzenia oraz przekształcenie się w gaz.

Obliczono, że co 10–20 milionów lat przez kominy hydrotermalne przepływa cała woda znajdująca się w oceanach<sup>4</sup>. Ten tak zwany obieg hydrotermalny działa jak gigantyczny reaktor, równoważąc skład chemiczny oceanu i odbierając ciepło z wnętrza Ziemi.

Gdy płyny hydrotermalne zetkną się z zimną wodą morską, niektóre z rozpuszczonych w nich minerałów i metali wytrącają się i krzepną, z czasem budując iglice i kominy. Niektóre rosną nawet w tempie 30 centymetrów dziennie. Kominy powstają z różnych rodzajów skał, zawierających związki metali, często siarczki żelaza, i mogą osiągać wysokość ponad 30 metrów. Jeden z najwyższych kominów hydrotermalnych, nazwany przez naukowców Godzillą, mieścił się w polu kominów Endeavour na grzbiecie Juan de Fuca u zachodnich wybrzeży wyspy Vancouver. Ten ogromny komin miał wysokość 15 pięter (45 metrów) i szerokość

10 metrów, lecz w latach dziewięćdziesiątych XX wieku stracił stabilność i przewrócił się. Przez środek komina hydrotermalnego biegną kanały, zazwyczaj zakończone kraterami. Z nich oraz z otworów zlokalizowanych po bokach wytryskują gorące, bogate w związki metali, mętne płyny. Powszechnie znane są one pod nazwą czarnych dymników, choć wcale nie dymią, nic też nie płonie w ich wnętrzu.

Kominy hydrotermalne wyrastają z dna wszystkich oceanów. Wiele z nich zidentyfikowano wzdłuż Grzbietu Śródatlantyckiego, który przecina Atlantyk z północy na południe, oraz wzdłuż Grzbietu Wschodniopacyficznego, rozciągającego się pomiędzy Zatoką Kalifornijską i Antarktydą. W basenie Morza Śródziemnego kominy hydrotermalne można znaleźć wzdłuż Rowu Helleńskiego, gdzie płyta afrykańska zanurza się pod mniejszą płytę egejską. Niedawno odkryto kominy na grzbietach podwodnych gór na Oceanie Indyjskim i w pobliżu Antarktydy na krawędziach mniejszej płyty Scotia u krańca Ameryki Południowej. W 2008 roku natknięto się na pierwsze kominy hydrotermalne w Oceanie Arktycznym na Grzbiecie Gakkela, który przecina w poprzek wierzchołek naszej planety. Jeden z nich, Zamek Lokiego, został nazwany na cześć podstępного boga z mitologii nordyckiej częściowo dlatego, że skupisko pięciu kominów przywołuje na myśl złowrogą cytadelę, w której mógłby mieszkać Loki, a także dlatego, że te najbardziej wysunięte na północ znane kominy hydrotermalne szczególnie trudno znaleźć w dzikich, niedostępnych głębinach pomiędzy Norwegią i Grenlandią. Niewątpliwie na odkrycie czeka o wiele więcej kominów, zwłaszcza w odległych morzach, gdzie nikt jeszcze nie dotarł, w tym na dalekim południu wzdłuż grzbietów Południowoindyjskiego i Pacyficzno-Antarktycznego.

Niezależnie od miejsca występowania niełatwo je precyzyjnie zlokalizować, ponieważ znajdują się one na głębokości od 2000 do 5000 metrów i są otoczone mgiełką zawierającą związki, które zakłócają pracę urządzeń nawigacyjnych i de-

tektorów służących do zdalnego mapowania, takich jak sonary okrętowe. A są to rzadkie i małe siedliska. Tylko nieliczne pola kominów hydrotermalnych nie zmieściłyby się na sali wykładowej. Oszacowano, że wszystkie kominy hydrotermalne na świecie łącznie zajmują powierzchnię niecałych 52 kilometrów kwadratowych, czyli nieco mniejszą niż Manhattan.

Ale nawet te najłatwiej dostępne i najlepiej zbadane wciąż dostarczają nowych niespodzianek. Od lat osiemdziesiątych XX wieku naukowcy badają pole Endeavour, nad którym niegdyś górowała Godzilla, oraz 46 innych nazwanych kominów, leżących na pięciu różnych polach. W 2020 roku zaprezentowano wyniki najnowszych badań tego regionu, w którym autonomiczny robot – samosterujący, zdolny do głębokich zanurzeń pojazd podwodny – wykonał mapę dna Endeavoura za pomocą sonaru o rozdzielczości 1,2 metra<sup>5</sup>. Mapa pokazuje dziesiątki kominów hydrotermalnych – wszystkie wznoszą się wzdłuż wąskiej doliny o długości 13 kilometrów. Naukowcy z MBARI zidentyfikowali na polu Endeavour łącznie 572 kominy hydrotermalne o wysokości 3–27 metrów, w tym wiele takich, które nie zostały odkryte, chociaż stoją tuż obok kominów znanych od dziesięcioleci.

Skład chemiczny skał, z których zbudowane są kominy, i wydostających się z nich płynów jest zróżnicowany. Najgorętsze oraz najgłębiej położone spośród nich znajdują się na polu Beebe'a niedaleko Kajmanów, nazwanym tak na cześć pioniera badań głębin, Amerykanina Williama Beebe'a. Wąskie kominy skalne zbudowane z siarczków metali są usytuowane na głębokości blisko 5000 metrów i wytryskują z nich płyny hydrotermalne o temperaturze ponad 400 stopni Celsjusza\*. Na Pacyfiku najgłębiej położone spośród znanych kominów występują w basenie Pescadero u wybrzeży meksykańskiego stanu

---

\* Płyny te znajdują się w tak zwanym stanie nadkrytycznym, czyli zachowują się jednocześnie jak gaz i ciecz, co jest rzadkością w przypadku kominów hydrotermalnych.

Kalifornia Dolna (Baja California) na głębokości ponad 3800 metrów. Nie są to powszechnie znane czarne dymniki, lecz rzadziej spotykane białe dymniki, uwalniające przejrzyste płyny w nieco niższych temperaturach. Płyny te drgają niczym powietrze nad rozgrzanym asfaltem i z różnych minerałów – w tym z krzemionki oraz siarczanu baru – tworzą kominy o bladym zabarwieniu. Kominy w basenie Pescadero wypływają płyny o temperaturze 290 stopni Celsjusza, z których wytrącają się białe i brązowe osady, przeważnie węglany, tworzące kolczaste kominy i wiszące kawerny. W tych ostatnich gromadzą się kałuże płynów hydrotermalnych, zanim popłyną kaskadami srebrnych kurtyń ku górze, niczym odwrócone wodospady<sup>6</sup>.

Mimo swojego efektownego wyglądu kominy hydrotermalne sprawiają wrażenie miejsc, których zdecydowanie powinny unikać zwierzęta. Płyny hydrotermalne, przepływając przez skorupę ziemską, stają się nie tylko nieznośnie gorące, lecz także tracą rozpuszczone w nich tlen i osiągnąją bardzo dużą kwasność – ich pH wynosi zazwyczaj 2–3 (mniej więcej tyle, ile pH soku cytrynowego lub soków żołądkowych, podczas gdy woda morska ma zwykle odczyn lekko zasadowy, czyli jej pH jest bliskie 8). Płyny hydrotermalne zawierają również duże ilości toksycznych związków chemicznych, takich jak metan i siarkowodór. Wraz ze skrajnie wysokim ciśnieniem i nieustannym mrokiem składa się to na obraz duszącego, siarkowego czyścica, a jednak, jak zaobserwował Jack Corliss i wielu innych naukowców, na kominach hydrotermalnych kwitnie życie.

Niektóre kominy hydrotermalne oglądane przez okienka lub kamery pojazdów podwodnych sprawiają wrażenie, jakby pokrywały je ziarenka białego ryżu, lecz bliższe oględziny ujawniają, że te ziarenka poruszają się i podrygują. Każde z nich to krewetka wielkości kciuka z wachlarzowatym ogonem, przy-

pominająca wyglądem małego homara. W litrze wody morskiej pobranej z okolic jednego z kominów znaleziono około 3000 takich krewetek<sup>7</sup>.

Inne kominy zamieszkują kolonie ślimaków o lśniących czarnych muszlach z żelaza (są to jedyne znane nauce zwierzęta na świecie pokrywające swoje ciała żelazem), z których wystają stopy w niczym niepodobne do ślimaczych, osłonięte zachodzącymi na siebie łuskami. Inne ślimaki trzymają się razem, tworząc długie ciągi. Każdy z nich zapewne kopuluje z kolejnym osobnikiem w łańcuchu zwisającym w dół jak żywy stalaktyt powstały z mięczaków.

W jeszcze innych miejscach kominy hydrotermalne kojarzą się raczej z pogrążonymi we śnie potworami morskimi porośniętymi długim, bujnym futrem. W rzeczywistości futro to składa się z mnóstwa robaków żyjących w białych rurkach. Na zewnątrz wystają tylko ich różowe czułki, przypominające pędzle malarzy.

Cierpliwy obserwator dostrzeże pary lśniących robaków o rozmiarach myszek co rusz wszczynające ze sobą bójki<sup>8</sup>. Każdy z nich ma na grzbiecie po dwa rzędy dużych, opalizujących na niebiesko cekinów, spod których wystaje złote futerko\*. Nikt jeszcze nie zna przyczyny konfliktów między tymi cekinowatymi robakami. Wiadomo tylko, że każdy z nich przez chwilę podskakuje ze złością w miejscu, po czym zadaje swojemu przeciwnikowi ciosy długą trąbką i odgryza mu kawałek ciała.

Różne pasma górskie na lądzie zamieszkują typowe dla nich gatunki – lwy górskie (pумы) lub goryle górskie, pantery śnieżne (irbisy) lub alpaki. Analogiczne regionalne zróżnicowanie

---

\* Należą one do rodzaju *Peinaleopolynoe*, którego nazwa pochodzi od greckiego słowa *peinaleos* (wygłodniały). Jeden z gatunków nazwano *P. elvisi* (głodny robak Elvisa) ze względu na jego złoto-różowe łuski, prowadzące na myśl błyszczące kostiumy sceniczne, w jakie król rock and rolla lubił się stroić w późniejszym okresie życia.

gatunków można napotkać na grzbietach śródoceanicznych i polach kominów hydrotermalnych. W północno-wschodnim Pacyfiku dominują cienkie rurkoplawy z rodzaju *Ridgeia*. W zachodnim Pacyfiku będą to raczej pąkle, skałoczepy i włochate ślimaki. Grzbiet Śródatlantycki natomiast upodobały sobie małże i krewetki.

Łącznie skatalogowano ponad 700 gatunków zwierząt żyjących na kominach hydrotermalnych i wokół nich, w tym ryby, ośmiornice, kraby, zwierzęta robakopodobne, rozgwiazdy i ukwiały<sup>9</sup>. Mniej więcej osiem na dziesięć spośród tych gatunków to endemity, czyli takie, które nie występują w żadnym innym środowisku. Badacze często odkrywają nieznanie wcześniej grupy fauny, a nawet zagadkowe nowe formy życia. W 2015 roku w basenie Pescadero w Zatoce Kalifornijskiej natrafiono na tajemnicze zwierzę przypominające z wyglądu fioletową skarpetkę. „Wyobraźcie sobie skarpetkę, którą przed chwilą zdjęliście i rzuciliście na podłogę – powiedział w wywiadzie dla BBC News ekspert od robaków Greg Rouse. – One właśnie tak wyglądają”. To zwierzę, odkryte 60 lat temu, lecz nigdy niewidziane żywe, wprawiło w zakłopotanie biologów, pragnących zaliczyć go do odpowiedniej grupy taksonomicznej. Wyniki analiz genetycznych sugerowały, że to mięczak, lecz okazało się, iż ślady DNA pochodziły od małży, którymi żywiła się skarpetnica. Jak dokładnie to robiła – to kolejna zagadka bez odpowiedzi, nie ma ona bowiem jelit ani zębów, składa się tylko z pustego worka. Badania okazu schwytanego w 2015 roku potwierdziły, że należy ona do odrębnej, bardzo starej gałęzi zwierzęcego drzewa życia. Rouse i współpracownicy nazwali ją *Xenoturbella*<sup>\*</sup>.

Fauna kominów hydrotermalnych może swobodnie rywalizować z fauną tropikalnych raf koralowych. Nawet jeżeli na tych pierwszych bytuje mniej gatunków, niektóre są repre-

---

\* Nazwa ta wywodzi się od greckich słów oznaczających dziwne turbulencje.

zentowane bardzo licznie. Podobnie jak na rafie koralowej, zwierząt może być tak wiele, że pokrywają każdy centymetr dostępnej przestrzeni wokół komina. Niekiedy piętrzą się jedne na drugich w kilku warstwach. Mimo to filmy i zdjęcia kominów hydrotermalnych z mnóstwem zwierząt wypełniających kadry trochę przekłamują rzeczywistość. Badając głębiny, zawsze warto się zastanowić, co znajduje się za naszymi plecami. Gdy obrócimy kamerę, zaledwie kilka metrów dalej ekosystemy hydrotermalne gwałtownie ubożeją. Niektóre kominy są otoczone obszarami, na których ze skorupy oceanicznej przez bardziej rozproszone kopce osadów i skał wydostają się chłodniejsze płyny, o temperaturze dziesiątek, a nie setek stopni. Mieszkańcy głębiny nauczyli się wykorzystywać te źródła umiarkowanego ciepła. U brzegów Wysp Żółwich (Galapagos) naukowcy odkryli wielki stos worków z jajami pozostawiony przy kominie hydrotermalnym<sup>10</sup>. Uznano, że należały one do bytujących w głębiniach płaszczyk – spłaszczonych krewniaków rekinów, wykorzystujących ciepłą wodę jako inkubator przyspieszający wykluwanie się złożonych przez nie jaj.