takie jest życie

Kto pyta, nie błądzi

Dziś będzie o słowach, przypadkach i zbiegach okoliczności. Choć mogłoby się zdawać, że sprawa dotyczy ptaków i żab. Tak czy siak, znowu się zdziwiłam.

Na początku lat 90. XX wieku na Nowej Gwinei amerykańscy ornitolodzy prowadzili badania tzw. „rajskich ptaków", zachwycająco barwnych, o niezwykłych rytuałach godowych. Mogło się wydać irytujące, że w siatkę, w którą łapali okazy interesującej awifauny, zaplątał się także niepozorny czarno-pomarańczowy ptak kształtem przypominający naszą wilgę. Jeden z badaczy, Jack Dumbacher, wspomina, że w trakcie wyplątywania z sieci ptak skaleczył go w palec ostrymi pazurami. Dumbacher odruchowo zrobił to, co większość z nas robi w podobnej sytuacji: włożył palec do ust. Poczuł wtedy mrowienie, palący ból i postępujące drętwienie warg i języka, które utrzymywało się przez kilkanaście godzin. Kiedy sytuacja powtórzyła się u innego z ornitologów, naukowcy zainteresowali się pomarańczowo-czarnym ptakiem. Zagadnięci tubylcy wyjaśnili, co trzeba: „ten ptak to śmieć, jest trujący, nie nadaje się do niczego, nawet do jedzenia".

Ale to wcale nie było nowe odkrycie, ptak został opisany już w 1850 roku przez Charlesa Luciena Bonaparte. I rzecz jasna, jego toksyczne właściwości znane były od wieków mieszkańcom wyspy, tyle że dotąd nikt ich o to nie zapytał. Ptak dorobił się nawet polskiej, jakże dźwięcznej, nazwy – fletowiec kapturowy, choć łacińska, *Pitohui dichrous*, może nawet bardziej dla polskiego ucha oddaje podstępny charakter stworzenia.

Tymczasem niezbyt higieniczne nawyki zdeterminowały dalsze naukowe ścieżki Jacka Dumbachera. I tu się robi naprawdę ciekawie. Trucizna, która spowodowała nieprzyjemne sensacje, okazała się batrachotoksyną, co dosłownie oznacza „żabia trucizna". Przerzuca nas to do lasów tropikalnych w Kolumbii, gdzie żyją bladocytrynowe, niewielkie żaby z gatunku *Phyllobates terribilis*, których skóra pokryta jest tą samą substancją. DOKŁADNIE tą samą. Amerykanie znaleźli więcej trujących ptaków na Nowej Gwinei. Ich pióra i skóra nasączone były podobnymi związkami, dla każdego z nich znaleziono później żabi odpowiednik w Ameryce Południowej.

Zadziwiające było, że w dwóch oddalonych od siebie o około 15 tysięcy kilometrów miejscach na Ziemi zwierzęta z odległych gromad – płazów i ptaków, zawierają w tkankach dokładnie te same, toksyczne dla ludzi związki chemiczne.

Batrachotoksyny to steroidowe alkaloidy. Steroidowe, bo podstawą ich budowy jest czteropierścieniowy steran, tak jak na przykład w znanych nam bliżej hormonach sterydowych. Alkaloidy, bo są zasadowe i zawierają w cząsteczkach atomy azotu. Są jednocześnie jednymi z bardziej toksycznych substancji na ziemi, w małej ilości powodują mrowienie, obniżenie czucia, a także ból. Ale w większych dawkach mogą być śmiertelne, powodując paraliż i zatrzymanie serca. Są neurotoksynami, bo upośledzają funkcje komórek nerwowych. To tych substancji używali Indianie z Ameryki Południowej do zatruwania strzał. Trucizna działa praktycznie na każde zwierzę, którego błony komórkowe zawierają duże kompleksy białkowe, zwane kanałami sodowo-potasowymi.

Błony komórkowe neuronów są spolaryzowane: po stronie zewnętrznej błona naładowana jest dodatnio, a we wnętrzu komórki więcej jest ładunków ujemnych. Dzieje się tak dzięki pracy białek błonowych, które doprowadzają do tej nierównowagi przez aktywne przenoszenie dodatnio naładowanych jonów potasu i sodu. Za każde dwa jony potasu przeniesione do wnętrza komórki przenoszone są trzy jony sodu na zewnątrz. Taka różnica w stężeniu jonów i ładunków po dwóch stronach błony jest warunkiem przekazania impulsu w komórkach nerwowych i mięśniowych. Polega to na chwilowym otwarciu kanałów sodowo-potasowych. Otwarcie sprawia, że zgodnie z „naturą" jony przepływają, wyrównując różnicę stężeń i ładunku. Błona zostaje zdepolaryzowana. Tuż po tym kanał się zamyka, a pompy sodowo-potasowe zaczynają pracę, która ponownie przywraca stan polaryzacji. Impuls nerwowy to właśnie przesuwająca się „fala" depolaryzacji błony komórkowej neuronu. Batrachotoksyny wiążą się z kanałami sodowo-potasowymi po ich otwarciu, uniemożliwiając ponowne zamknięcie. W ten sposób błona komórkowa nie może ulec ponownej polaryzacji. Komórka „zamiera", przestaje przekazywać sygnały.

Jak to się dzieje, że ptaków i żab nie paraliżuje potężna trucizna? Ich układ nerwowy także działa dzięki kanałom potasowo-sodowym. Badania zajęły wiele lat. Poszukiwano mutacji w genach kodujących białka kanałów układu nerwowego, poszukiwano białek, które jak gąbka wchłaniają toksyczną substancję, przez co nie szkodzi ptasim komórkom. Wiele z tych badań nie dało jednoznacznej odpowiedzi. Dopiero w marcu 2024 roku opublikowano wyniki badań, które wykazały, że odporność na batrachotoksynę daje mutacja w genie kodującym jedno z białek kanału sodowo-potasowego o nazwie NAv 1.4. Białko to produkowane jest w komórkach mięśni, nie w neuronach, co umożliwia przekazanie impulsu wywołującego skurcz mięśni. Mutacja odkryta u ptaków powoduje, że neurotoksyna nie może się związać z fragmentem białka NAv 1.4, nie może zatem upośledzić działania mięśni.

Jest jeszcze jeden ciekawy wątek tej historii. Kiedy podjęto próby hodowli trujących żab, okazało się, że w warunkach laboratoryjnych płazy przestały być trujące. W naturalnej diecie żab znajdowało się coś, co zmienia je w trucicieli. Tym tropem poszli także ornitolodzy. Wrócili do lokalnej ludności w Nowej Gwinei, pytając o rośliny i zwierzęta, które dają podobne odczucia jak pióra trującego ptaka. Wskazanie padło na niewielkie chrząszcze *Choresine* z rodziny *Melyridae*, które wytwarzają toksyny w dużej ilości. Fletowce i inne ptaki żywią się chrząszczami, z których część stanowią *Choresine*. Wydaje się, że podobnie sprawa ma się z żabami, które mogą żywić się żyjącymi w Ameryce Południowej chrząszczami z tej samej rodziny. Co ciekawe, choć u żab odkryto mutacje w tym samym genie co u ptaków, jednak są one zlokalizowane w innym miejscu cząsteczki. Trujące żaby i ptaki niezależnie wykształciły w procesie ewolucji mechanizm zabezpieczenia się przed zatruciem.

„Jesteś tym, co jesz", mawiają dietetycy. Słowo „batracho" w języku greckim znaczy nie tylko żaba. To także „pożyczyć". Ptaki i płazy pożyczyły od chrząszczy substancję, która skutecznie chroni je przed drapieżcami i pasożytami. Uważajcie, bo piękne piórka i głos mogą skrywać niebezpieczeństwo. Pytajcie tych, którzy wiedzą, choć się tym nie chwalą. A przede wszystkim nie wkładajcie skaleczonego palca do buzi. A może właśnie wkładajcie? Kto wie, dokąd to Was powiedzie?

Marta FIKUS-KRYŃSKA