

Wskrzeszanie wymarłych gatunków zwierząt

CZESŁAW JURA

Wymieranie gatunków występuje od początków istnienia życia na naszej planecie. Wymieranie *ewolucyjne* (pozorne) zachodzi, gdy istniejący gatunek ewoluje i przekształca się w nowy. Natomiast wymieranie *terminalne* (ostateczne) oznacza koniec linii ewolucyjnej, czyli bezpotomne wymarcie osobników. Przyczyna takiego wymarcia może być naturalna, podobnie jak naturalna jest śmierć każdego osobnika, lub związana jest ze zmianami w środowisku. Lokalne zmiany w środowisku powodują wymieranie pojedynczych gatunków, a globalne – wymieranie masowe. Zachowane skamieliny wskazują, że w historii Ziemi co najmniej pięciokrotnie wystąpiło masowe wymieranie. Ostatnie zaszło 55 milionów lat temu, gdy z Ziemią zderzyła się duża planetoida. Po zderzeniu, niebo zasłoniło się pyłem ograniczającym docieranie promieniowania słonecznego. Spowodowało to globalne oziębienie, które z kolei przyczyniło się do obniżenia udziału roślin w łańcuchu pokarmowym. Wyginęły wtedy szczególnie duże kręgowce, w tym ostatnie gatunki dinozaurów. Od dawna do wymierania przyczynia się człowiek. Gdziekolwiek się znajdzie, tak zmienia środowisko, by odpowiadało jego potrzebom, a w dodatku je zanieczyszcza.

Gatunek to populacja osobników posiadających im tylko właściwy układ genów. W związku z tym tylko osobnicy reprezentujący dany gatunek mogą się swobodnie kojarzyć i wydawać płodne potomstwo. Nie mogą kojarzyć się z przedstawicielami innych gatunków – są od nich izolowani rozrodczo. Geny to określone odcinki DNA, zbudowane z nukleotydów ułożonych liniowo. Specyficznie uszeregowane liniowe sekwencje nukleotydów w genach, podobnie jak liniowe sekwencje liter w wyrazach, składają się na określoną i specyficzną informację dotyczącą cech osobników zaliczanych do danego gatunku.

W latach dziewięćdziesiątych XX stulecia powstały urządzenia umożliwiające zautomatyzowane odczytywanie sekwencji nukleotydów. W połączeniu z potężnymi komputerami umożliwiły odczytywanie i porównywanie sekwencji nukleotydów w DNA u różnych gatunków, a w konsekwencji określanie stopni ich pokrewieństw genetycznych.

W tychże latach pojawiły się też pierwsze zapowiedzi wskrzeszania wymarłych zwierząt. Powodzenie miał zapewnić przepis naśladowujący klonowanie owcy – zwanej potem Dolly – pozornie prosty. Zakładał, iż z zachowanych skamielin można wyodrębnić DNA i odczytać jego sekwencje. Dalsze postępowanie miałoby polegać na znalezieniu żyjącego gatunku, najbliższego spokrewnionego z wymarłym. Od samic tego gatunku można by pobrać komórki jajowe, usunąć z nich jądra komórkowe i wprowadzić w ich miejsce DNA wymarłego gatunku. W końcowym etapie niezbędne byłoby pobudzenie zmodyfikowanych jaj do rozwoju zarodkowego i w przypadku ssaków przeniesienie ich do macic samic zastępczych. Po okresie ciąży można byłoby się spodziewać narodzin potomstwa z genami wymarłego gatunku.

Dylematy powodzenia

DNA w skamielinach, w miarę upływu czasu, ulega degeneracji. Nie udaje się odczytanie sekwencji nukleotydów DNA starszego niż 100 000 lat. Nie ma więc żadnych szans na wskrzeszenie dinozaurów. Oprócz czasu, wpływ na rozkład DNA mają także czynniki środowiska, jak: wysoka temperatura, procesy mineralizacji, działalność bakterii. Rozkładowi DNA najlepiej zapobiega zamrożenie, ale taki jego stan też nie zapewnia udanego klonowania. Nie udało się wskrzeszenie żaby *gęborodnej*, wymarłej niedawno: w 1983 roku. Zachowały się fragmenty tkanek ciała ostatniej żaby, przechowywane w zamrażarce. Badacze wyodrębnili z nich jądra komórkowe z dobrze zachowanym DNA i wszczepili do komórek jajowych pokrewnego żyjącego gatunku. Zmodyfikowane jaja zaczynały rozwijać się w zarodki, ale po kilku dniach wszystkie obumarły. Nie udało się także próba wskrzeszenia pirenejskiej kozicy *bucardo*, która wyginęła w 2000 roku. Od ostatniej żyjącej kozicy, rok przed jej śmiercią, pobrano tkanki i zamrożono. Zmodyfikowane jaja wszczepiono do macic 57 samic kozy domowej. Jedna z nich, wspomaganą cesarskim cięciem, urodziła koźlą, które zmarło 10 minut po porodzie. Przyczyną były nieprawidłowości w funkcjonowaniu układu oddechowego. Pośmiertna analiza biochemiczna genomu zmarłego koźlęcia wykazała obecność w nim genów kozicy *bucardo*.

Badacze są takim typem społeczności, który zdaje sobie sprawę, że udany eksperyment często poprzedza wiele lat żmudnych wysiłków. Nie zanika zainteresowanie wskrzeszaniem.

W lodach Arktyki i w wiecznej zmarzlinie Syberii znaleziono dobrze zakonserwowane fragmenty ciała mamutów, w nich tkanki, komórki i jądra komórkowe. Przetwały około 10 000 lat. Rosyjscy i współpracujący z nimi japońscy badacze podjęli próbę wskrzeszenia tych mamutów. Polscy badacze, zrzeszeni w Polskiej Fundacji Odtworzenia Tura, którego ostatnia samica zginęła w 1627 roku, wyodrębnili DNA z okazów muzealnych; jest jednak w złym stanie, niekompletny i pofragmentowany. Pracują nad ułożeniem uzyskanych fragmentów w prawidłowy ciąg i odtworzeniem całego genomu, postępując się, jako matrycą, genomem bydła koreańskiego, które – według ich badań – jest obecnie najbliższym spokrewnionym z turami. Odtworzenie może się udać, ponieważ w genomie każdego gatunku zapisana jest jego przeszłość ewolucyjna. Wszystkie żywe organizmy są spokrewnione, w historii życia pochodzą od wspólnego przodka. Im bliżej spokrewnione są gatunki, tym dłuższa jest ich wspólna linia ewolucyjna, a zatem ich genomy mniej się różnią. Przykładowo, naszymi najbliższymi krewnymi są szympansy. Sekwencje DNA w genomie człowieka i szympansa są w 98,6% podobne, podczas gdy podobieństwo pomiędzy genomem człowieka i grzybów wynosi tylko 30%. W przypadku człowieka jedynie 1,4% genomu nadzoruje kształtowanie się w rozwoju zarodkowym cech ludzkich. Dlatego najpoważniejszym

- wyzwaniem dla badaczy, pracujących nad wskrzeszeniem tura, będzie prawidłowe odczytanie tych sekwencji DNA, które warunkują jego gatunkowo specyficzne cechy (nie ma matrycy służącej do ich odczytania) i odtworzenie całego prawidłowego genomu.

Dlaczego nie udało się dotychczasowe próby wskrzeszenia? Warunkiem istnienia gatunku jest spójność genetyczna populacji, determinująca spójność cech budowy i zachowań osobników. Spójność zapewnia (wspomniana tu we wstępie) izolacja rozrodcza, która zapobiega przepływowi genów między gatunkami. Podczas zapładniania jaja plemnikiem, kiedy zaczyna się być każdego osobnika, działają molekularne i chemiczne mechanizmy izolacji rozrodczej. Jajo zawiera gatunkowo specyficzne białka, które wiążą się tylko z gatunkowo zgodnymi białkami plemników. Przy zetknięciu się jaja z plemnikiem następuje rozpoznanie białek i gatunkowo obcy plemnik nie może wniknąć do jaja. W zapłodnionym jajku występują matczyne czynniki, aktywujące geny rozwojowe, i czynniki ojcowskie, wniesione przez plemnik. W wyniku współdziałania obu czynników rozpoczyna się rozwój zarodkowy. Powstanie w rozwoju zarodkowym z pojedynczej komórki, jaką jest jajo, organizmu wielokomórkowego, którego każda komórka działa zgodnie ze swoim ściśle określonym celem, jest prawdziwym cudem natury. Jednocześnie jest to najbardziej złożony proces, jaki zachodzi w warunkach ziemskich. A wobec tego, że żaden złożony proces nie znosi zakłóceń, każdy błąd w jego przebiegu może wywołać lawinę paraliżujących skutków. Prawdopodobną przyczyną nieudanych prób wskrzeszenia dorosłych żab i kozicy były błędy w rozwoju zarodkowym, wynikłe z niespójności gatunkowej matczynych czynników, zawartych w zmodyfikowanych jajach, z czynnikami wprowadzonych do nich jąder komórkowych.

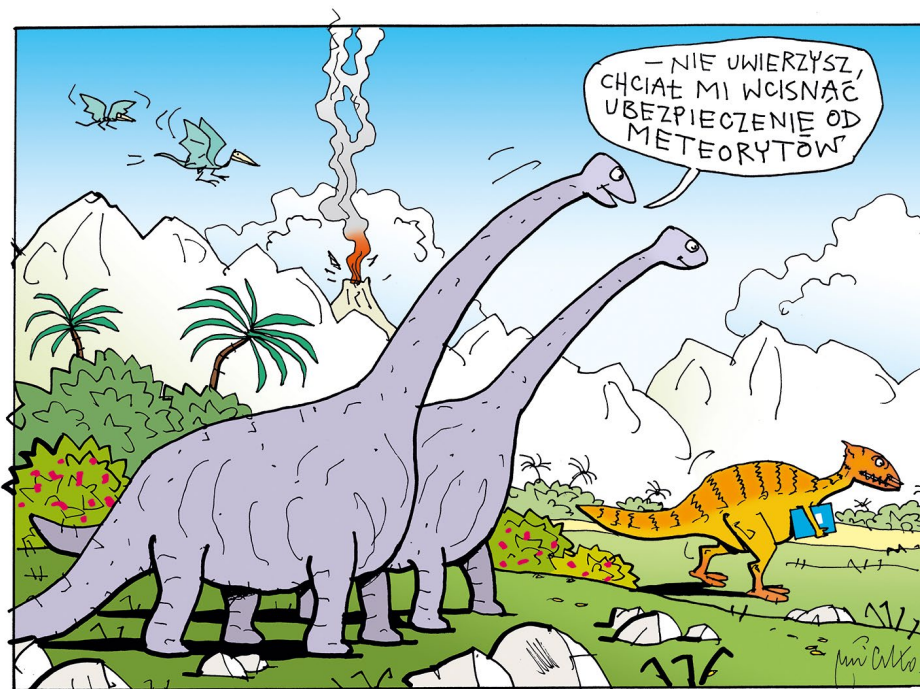
Dylematy wskrzeszania

Część refleksyjnych ekologów uważa, że ironią naszego czasu są próby wskrzeszenia wymarłych gatunków, gdy wycinane są lasy Amazonii, największe i najbogatsze w gatunki na naszej planecie. Giną tysiące gatunków. Wycinaniu towarzyszą zmiany klimatyczne w skali globalnej, które też przyczyniają się do wymierania. Kurczą się przestrzenie dostępne dla życia zwierząt. Z upływem czasu zmieniały się warunki biotyczne w siedliskach uprzednio zajmowanych przez wymarłe gatunki. Inne są dziś wirusy, bakterie i pasożyty. Odporność wskrzeszonych populacji na ich aktywność będzie wielką niewiadomą. Można się też spodziewać, że uda się wskrzesić tylko niewielką liczbę osobników. Do odtworzenia większej ich populacji trzeba będzie prowadzić chów wsobny. Czym to skutkuje – wiadomo. Według tej części ekologów zaangażowanie badawcze i fundusze powinno się przeznaczyć na ochronę zagrożonych wymarciem istniejących gatunków.

Życie i śmierć są produktami ewolucji. Przejawy życia i śmierci ewoluowały wspólnie i zapisane są w genomie każdego osobnika danego gatunku. Badaczom udało się częściowo odwrócić śmierć. Udało się im powołać do życia tylko stadia rozwojowe wymarłych gatunków: zarodki żab i noworodka kozicy. Nie wiadomo jednoznacznie, jak i jakie zadziałały czynniki, które uniemożliwiły powołanie do życia stadiów dorosłych. Nauka jest poszukiwaniem i wyjaśnianiem niewiadomego. Sam fakt, że dzisiejszy stan nauki umożliwia tak niezwykle badania, stanowi argument nie do odparcia, że powinny być kontynuowane.

CZESŁAW JURA
członek czynny PAU

zaPAU



Rys. Andrzej Mieczko

PAUza Akademicka – www.pauza.krakow.pl – tygodnik Polskiej Akademii Umiejętności i środowiska naukowego.

Rada Redakcyjna: Magdalena Bajer, Andrzej Białas, Aleksander Koj, Janusz Limon, Ewa Lipska, Stanisław Rodziński, Piotr Sztompka, Jerzy Vetulani, Marta Wyka, Jerzy Wyrzumiński, Jakub Zakrzewski, Franciszek Ziejka.

Redakcja: Andrzej Białas – redaktor naczelny; Andrzej Kobos, Marian Nowy – redaktorzy; Adam Korpak, Krzysztof Skórczewski – grafika; Ryszard Otręba – „Galeria PAUzy”; Anna Michalewicz – dyrektor administracyjny; Witold Brzoskowski, Stefan Tochowicz – fotoskład; Wydawnictwo PAU – konsultacje.

Adres do korespondencji: Polska Akademia Umiejętności, 31–016 Kraków, ul. Sławkowska 17; e-mail: pauza@pau.krakow.pl

Oczekujemy na artykuły do 6 000 znaków (ze spacjami) i ilustracje w formacie JPEG o rozdzielczości 300 dpi.