

MUTACJA (łac. mutatio – zmiana) – nagła, przypadkowa i trwała zmiana w materiale dziedzicznym istot żywych (nici DNA lub RNA w określonym chromosomie albo w zestawie chromosomów).

Skutki m. mogą (ale nie muszą) ujawniać się w osobniku, w którym ona zaszła lub w jego potomstwie. Skutki m. urzeczywistniają się na określonym wyższym poziomie (lub poziomach) struktury i funkcji bioukładu niż ten, na którym powstała zmiana o charakterze m. Zasięg tych skutków i stopień ich wpływu na funkcje życiowe może rozciągać się od pojedynczych zmian trudno zauważalnych (lub nawet zupełnie niezauważalnych), aż do zmian bardzo znacznych, manifestujących się w różnych podukładach lub fazach życia osobnika. Jednym z ważnych skutków m. mogą być bardzo poważne wady wrodzone (teratogeneza) albo nawet śmierć rozwijającego się zarodka, w którym m. pojawiła się na bardzo wczesnym etapie rozwoju (co bezpośrednio przekłada się na znaczną rozległość skutków) albo w jakiejś części mającej istotne znaczenie dla jego prawidłowego rozwinięcia się. M. może też powodować zmniejszenie zdolności lub całkowitą niezdolność do wydania potomstwa. Gdy pod koniec XIX w. zaobserwowano pojawianie się nagłych i na tyle poważnych zmian właściwości niektórych potom-

ków roślin i zwierząt, uznano to za podstawowy mechanizm powstawania nowych gatunków. Na tej podstawie zaproponowano konkurencyjny w stosunku do darwinizmu i lamarkizmu pogląd na sposób powstawania nowych gatunków, określony mianem mutacjonizmu.

W XX w. nastąpił ogromny rozwój wiedzy o przyczynach m., o mechanizmach obejmowania ich skutkami rozmaitych składników i faz życia osobników oraz na temat roli, jaką m. odgrywa w procesie zmienności organizmów i pól genetycznych populacji, co uznaje się za istotny, choć nie jedyny czynnik zmian ewolucyjnych.

Ponieważ materiał dziedziczny organizmów stanowi dobrze skoordynowany zespół czynników współdeterminujących ich właściwości, zmiany mutacyjne (mające charakter przypadkowy) przynoszą z reguły niekorzystne skutki. W rzadkich wypadkach zdarzają się jednak spowodowane przez m. zmiany, które okazują się korzystne dla organizmu. Wtedy osobniki, w których skutki te urzeczywistnią się, mają większą szansę na przekazanie swoich zestawów genowych potomstwu, a sama zmiana mutacyjna oraz powodowane przez nią skutki zaczynają się upowszechniać w zbiorowiskach osobników określonego gatunku.

M. i ich skutki mogą także zachodzić w komórkach ciała (a więc w częściach bioukładu niebiorących bezpośrednio udziału w przenoszeniu cech pomiędzy pokoleniami) – w takiej sytuacji pojawienie się m. i skutki jej zajścia „zamykają się” w ramach życia pojedynczego osobnika. Mogą one powodować różne skutki, jak przyspieszone starzenie się lub zmiany nowotworowe. Mogą mieć też pośrednie znaczenie dla ewolucji gatunku, do którego dany osobnik należy, jeśli ich skutki mogą spowodować zmianę jego szansy na pozostawienie potomstwa. Jest więc zrozumiałe, że podstawowe znaczenie dla procesów ewolucyjnych mają m. zachodzące w komórkach rozrodczych, gdyż ich skutki są poddawane selekcji przez długie ciągi pokoleń. W rezultacie pojawiania się m. zwiększa się różnorodność cech bioukładów, na których może dokonywać się selekcja. W jej trakcie następuje eliminacja w określonym tempie układów, w których m. zmniejszyły stopień przystosowania, zaś względną przewagę nad innymi uzyskują te, w których m. doprowadziła (doprowadziły) do lepszego przystosowania danego bioukładu (jako całości) do środowiska.

Nie wszystkie jednak zmiany o charakterze m. muszą powodować zmiany w organizmach, które podlegają selekcji. Zachodzą bowiem m., o których sądzi się, iż są obojętne przystosowawczo: a więc ani nie zwiększają, ani nie zmniejszają stopnia dostosowania organizmu. W organizmach rozmnażających się bezpłciowo, m. są głównym sposobem powstawania ich genetycznej różnorodności, w przypadku zaś organizmów rozmnażających się płciowo m. odgrywają rolę drugorzędną w stosunku do mieszania się materiału dziedzicznego (jego rekombinacji). Wiedza o czynnikach powodujących m. na poziomie kwasów nukleinowych (DNA, RNA), o mechanizmach i skutkach tego w syntezie białek i procesów od niej zależnych jest podstawą inżynierii genetycznej. W tej praktycznej dziedzinie można powodować m., których skutki są przewidywalne (tzw. m. ukierunkowane).

Powstawanie i skutki m., rozpatrywane z filozoficznego punktu widzenia, wiążą się z problematyką: 1) roli przypadku i kierunkowości w procesach życiowych, a w szczególności w procesach ewolucyjnych – m. są zdarzeniami przypadkowymi, najczęściej zaburzającymi istniejący stan równowagi i dopasowania funkcjonalnego; 2) relacji pomiędzy zdarzeniami (procesami) dokonującymi się w podłożu dziedzicznym bioukładów a poznawaniem i poznawalnością skutków tych zmian oraz specyfiką przyczynowo-skutkowego powiązania tych zmian (m.in. problematyka nieliniowości); 3) emergencji – zmiany pojawiające się w bioukładzie są zależne od całościowych własności jego określonych ponadmolekularnych i ponadkomórkowych części i bioukładu jako całości, będącej składnikiem całości jeszcze wyższego rzędu (np. populacja, ekosystem). Nawet niewielka przypadkowa zmiana w kolejności nukleotydów w DNA może spowodować duże zmiany w bioukładzie; 4) roli, jaką w procesach ewolucyjnych mogą odgrywać potencjalności ukryte w istotach żywych (a także innych dynamicznych układach złożonych), które mogą zacząć działać i ujawniać się, kiedy pojawi się określona konfiguracja warunków zewnętrznych (skutki m. przez długi czas obojętne przystosowawczo, w zmienionych warunkach otoczenia mogą wpływać na skutki selekcji naturalnej).

W. Kunicki-Goldfinger, *Hipoteza neutralnych m. i ewolucja molekularna*, Kosmos A 28 (1979) z. 1, 33–48; P. M.

Borodin, *Etiudy o mutantach*, Mwa 1983 (*Kręte drogi m.*, Wwa 1990); J. Szwejkowski, *Ewolucyjna teoria obojętnych m. (neutralistyczna) profesora Motoo Kimury*, Kosmos A 36 (1987) z. 3, 375–394; H. Krzanowska, *Zapis informacji genetycznej*, w: *Zarys mechanizmów ewolucji*, Wwa 1995, 17–70; P. D. Sniegowski, R. E. Lenski, *M. and Adaptation. The Directed M. Controversy in Evolutionary Perspective*, Annual Review of Ecology and Systematics 26 (1995), 553–578; J. F. Crow, S. Abrahamson, *Seventy Years Ago. M. Becomes Experimental*, Genetics 147 (1997), 1491–1496; D. G. King, M. Soller, Y. Kashi, *Evolutionary Tuning Knobs*, Endeavour (New Series) 21 (1997), 36–40.

Józef Zon