

▶▶ życie – pochodzenie i ewolucja

Świat RNA

Eksperymenty laboratoryjne i wyniki analiz materii międzyplanetarnej wskazują, że w warunkach beztlenowych i wysokoenergetycznych musiały powstawać różne kategorie związków, które miały się stać chemicznymi cegiełkami życia. Niektóre z nich posiadały własności autokatalityczne — mogły się cyklicznie powielać. Właściwości takie ma kwas rybonukleinowy. Zbudowane z niego enzymy — rybozomy — potrafią katalizować reakcje chemiczne, podobnie jak białka, ale zarazem zapisywać informację dziedziczną. Uczeni sądzą więc, że początkowo istniał na Ziemi tak zwany świat RNA.

Najstarsze ślady życia

Z najstarszych skał na Ziemi, pochodzących sprzed około 3,8 miliarda lat wyizolowano związki chemiczne, świadczące o istnieniu życia. Ewolucja chemiczna musiała więc zajść stosunkowo szybko, kiedy tylko pojawiły się warunki do przetrwania substancji organicznych. Nie dysponujemy zapisem kopalnym z tego okresu, zatem jesteśmy zdani na domyśle co do konkretnego przebiegu biogenezy, czyli powstania życia.

Narodziny życia

Kiedy deszcz meteorów nieco osłabł, a temperatura na Ziemi spadła poniżej temperatury wrzenia wody, mogło się pojawić życie. Nie wiadomo, czy nie pojawiało się kilkakrotnie, by ulec potem zagładzie w wyniku odparowania pierwszych zbiorników wody. Warunki na powierzchni naszej planety odbiegały od dzisiejszych — atmosfera nie zawierała wolnego tlenu, a zapewne głównie azot, metan, parę wodną i dwutlenek węgla. Nie było więc także tarczy ozonowej, chroniącej nas przed promieniowaniem kosmicznym. Wysoka temperatura, wyładowania atmosferyczne i wysokoenergetyczne promieniowanie dostarczały energii, dzięki której zachodziły reakcje chemiczne prowadzące do powstawania związków organicznych. Wiemy, że związki takie powstają również w przestrzeni kosmicznej, być może więc docierały na Ziemię także wraz z meteorytami i kometami.

Wielkie bombardowanie

Układ Słoneczny ukształtował się prawie 4,6 mld lat temu. Cienką skorupę stygnących skał pierwotnej Ziemi jeszcze długo niszczyły upadki mniejszych i większych okruchów materii protoplanetarnej. Pamiętki tego wielkiego bombardowania do dziś widać na powierzchni satelity Ziemi — Księżyca.

Świat DNA i praorganizmy

Z czasem w konkurencji między pierwszymi replikatorami wygrały te, u których doszło do podziału funkcji — w prakomórkach rolę nośnika informacji genetycznej przejął kwas deoksyrybonukleinowy, a rolę enzymów — białka. Tłuszcze zaś tworzyły błony, wyodrębniające mikrośrodowiska chemiczne z otoczenia. Niespełna 4 miliardy lat temu istniały już więc praorganizmy — zwane eobiontami, które były fizycznie odgraniczone od środowiska, miały prymitywny metabolizm beztlenowy, a swoje cechy dziedziczyły dzięki kodowi genetycznemu funkcjonującemu do dziś u wszystkich ich potomków.



Prokaryoty, archeany i eukaryoty

Praorganizmy miały postać bardzo prostych komórek, bez jądra i większości organelli. Już co najmniej 3,5 miliarda lat temu doszło do podziału na główne linie rozwojowe: bezjądrowe prokaryoty i archeany, oraz wyposażone w jądro eukaryoty. Badania genetyczne wykazują, że archeany, dawniej zwane archebakteriami, są w istocie nieco bliżej spokrewnione z przodkami eukaryotów niż z bakteriami. Wiele archeanów to tzw. ekstremofile — żyją w warunkach zbliżonych do tych, jakie panowały na pierwotnej Ziemi, np. w gorących źródłach siarkowych.

Fotosynteza i tlen w atmosferze

Niektóre z prokaryotów — cyjanobakterie, zwane tradycyjnie sinicami — opanowały zdolność wykorzystania energii słonecznej do produkcji substancji pokarmowych. Proces ten, zwany fotosyntezą, stanowi do dziś podstawę piramidy pokarmowej biosfery. Przyczynił się też do przeobrażenia warunków na naszej planecie. Produktem ubocznym fotosyntezy jest bowiem tlen. Uwalniany do wody i następnie do atmosfery najpierw wiązał się z różnymi pierwiastkami, np. z żelazem, prowadząc do wytrącania nierozpuszczalnych tlenków. W ten sposób około 2,5 miliarda lat temu powstały wstęgowe formacje żelaziste — podstawowe rudy żelaza. Wreszcie nadwyżka tlenu zaczęła się gromadzić w atmosferze. Dalszym skutkiem było powstanie ochronnej powłoki trójatomowego tlenu, ozonu, który umożliwił później życiu bezpieczne wyjście z wody na lądy, nie poddane już mutagennemu promieniowaniu kosmicznemu. Równoległe inne prokaryoty — bakterie purpurowe, opanowały metabolizm tlenowy.

TERMOFILE

HALOFILE

METANOWE

Protisty, rośliny, grzyby i zwierzęta

Okolo 1 miliarda lat temu doszło do podziału eukaryotów na główne linie rozwojowe, które dały początek różnym grupom protistów (tradycyjnie określanych mianem pierwotniaków i glonów), roślin, grzybów i zwierząt.

EUKARIONTY



Jądro komórkowe

Eukaryoty natomiast udoskonaliły mechanizmy przekazywania materiału genetycznego, zamykając chromosomy w jądrze komórkowym. Udoskonalony system genetyczny eukaryotów umożliwił sprawne kopiowanie i podział dużych genomów, co było warunkiem późniejszej komplikacji organizmów jądrowych.

PROKARYOTY
(BAKTERIE)

ZWIERZĘTA

GRZYBY

LUZOWCE

KRASNOROSTY

ORZĘSKI

WICIOWCE

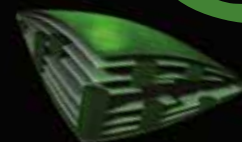
ZIELENIASTE

ROŚLINY



Mitochondria

Okolo 2 miliardy lat temu, w drodze endosymbiozy, eukaryoty wchłonęły bakterie purpurowe, które stały się z czasem mitochondriami — organellami pełniącymi funkcję komórkowych dostarczcycieli energii.



Chloroplasty

Niektóre eukaryoty wchłonęły także sinice, które zadomowiły się w ich komórkach, stając się organellami fotosyntetyzującymi, czyli chloroplastami.

SINICE

BAKTERIE PURPUROWE

BAKTERIE GRAMDODATNIE

FLAWOBAKTERIE

BAKTERIE ZIELONE