



Człowiek – najlepsza inwestycja

Materiały dydaktyczne do kursów wyrównawczych z przedmiotu biologia

Autor: dr inż. Anna Kostka



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Jak powstało życie?



Projekt POKL Poddziałanie 4.1.2.
Inżynieria i Ochrona Środowiska na AGH – kierunki zamawiane
www.zkk.agh.edu.pl

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Czym jest życie?

„Życie to endoenergetyczny proces fizykochemiczny, polegający na cyklicznym utlenianiu i redukowaniu związków węgla, realizowany przez autokatalitycznie powielające się makrocząsteczki („organizmy”). Proces nieprzerwany a biosfera pozostaje w stanie dalekim od równowagi termodynamicznej, ponieważ replikacja makrocząsteczek odbywa się z błędami i skład reagujących cząsteczek zmienia się ustawicznie w sposób przypadkowy.” (January Weiner: „Życie i ewolucja biosfery”)

Atrybuty istot żywych: zdolność do powielania się (rozmnażanie), zdolność do przetwarzania energii i materii (metabolizm) oraz (???) zmienność w kolejnych pokoleniach (ewolucja)

1. Ile lat ma Ziemia?

4,5 – 4,6 mld lat

2. Kiedy powstało życie na Ziemi?

3,5 – 3,85 mld lat temu

Teoria Oparina i Haldane'a

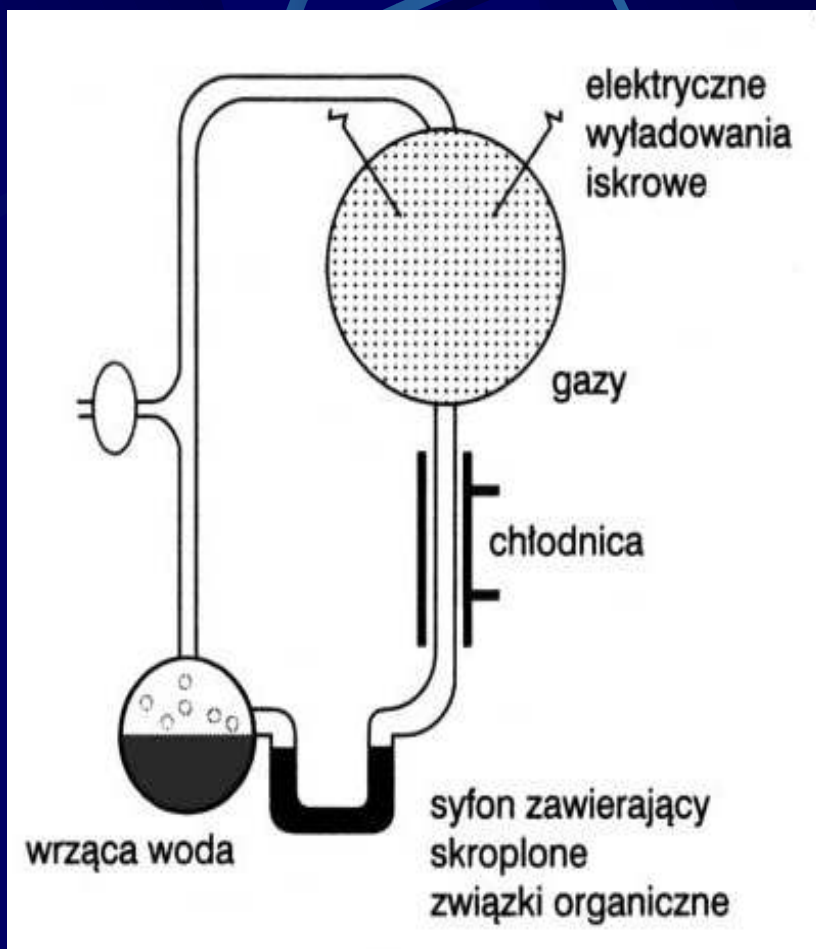
Założenia:

- Skład pierwotnej atmosfery: H_2O (w postaci pary wodnej), CO_2 (dwutlenek węgla), CH_4 (metan), NH_3 (amoniak), CO (tlenek węgla), HCN (cyjanowodór) → silne właściwości redukujące
- Warunki panujące na młodej Ziemi: silne promieniowanie jonizujące i UV, częste burze z wyładowaniami elektrycznymi

Wynik:

Znaczne ilości prostych związków organicznych i soli mineralnych powstałych w pierwotnych oceanach – „zupa pierwotna”

Doświadczenie Millera i Urey'a



W doświadczeniu przeprowadzonym w latach 50-tych XX wieku zasymulowano warunki panujące na młodziutkiej Ziemi. Po kilkunastu dniach otrzymano mieszaninę prostych związków organicznych m.in. aż **13** (z 20) **aminokwasów białkowych** oraz **puryny** i **pirymidyny** (składniki kwasów nukleinowych)

Teoria Oparina (gorąco popierana przez Haldane'a) ma słabe strony i nie jest współcześnie akceptowana w jej podstawowej formie. Powstało wiele jej uzupełnień i rozwinięć, jednak podstawowe założenie się nie zmieniło: **życie powstało na drodze chemicznych przemian ze związków nieorganicznych.**

Teoria „kosmiczna”

1. Współczesne dowody wskazują na inny skład pierwotnej atmosfery, niż początkowo przypuszczano – prawdopodobnie składała się głównie z CO_2 i N_2 – była więc obojętna a doświadczenie Millera i Urey’a nie daje się powtórzyć w takich warunkach.
2. **„Czy związki organiczne pochodzą z kosmosu?”**
 - W skorupie ziemskiej mało jest węgla, ale mnóstwo jest go we Wszechświecie. Około 4 mld lat temu Ziemia była bombardowana kometami. Aby zakumulować tyle węgla, ile jest we współczesnej biosferze wystarczyłoby kilkadziesiąt – kilkaset tysięcy lat.
 - Niektóre współcześnie znajduwane meteoryty zawierają duże ilości związków organicznych. Np. w meteorycie z Murchison (Australia) znaleziono aż 18 (19) aminokwasów białkowych oraz zasady azotowe budujące nukleotydy.

Teoria „lagun”

PROBLEM: Spontanicznie powstałe w pierwotnym oceanie związki organiczne rozpadałyby się szybko pod wpływem UV. Nie mogłyby się także spontanicznie formować w bardziej skomplikowane związki z powodu zbyt małego zagęszczenia.

1. Związki organiczne mogły powstawać w izolowanych, płytkich zatokach (lagunach), gdzie występowało wystarczająco duże ich zagęszczenie.
2. Mogły być wmywane pod skały, gdzie były chronione przed niszczycielskim promieniowaniem UV. W pewnych warunkach część powstałych związków mogła się wytrącać z roztworu tworząc kożuch ochronny dla związków znajdujących się poniżej.
3. Współcześnie w warunkach eksperymentalnych, w wyniku zagęszczenia i podsuszenia „zupy pierwotnej” otrzymano duże ilości zasad azotowych.

Teoria „minerałów ilastych”

PROBLEM: Skąd wzięło się tak duże zagęszczenie prostych związków organicznych, żeby mogły powstać bardziej skomplikowane polimery? Co umożliwiło te reakcje?

1. Związki organiczne łatwo adsorbują się na powierzchni cząstek mineralnych i zawiesin.
2. Minerale ilaste (kaolinit, montmorillonit) o budowie warstwowej łatwo kumulują kationy metali (np. Zn^{2+}) jako kompensacja ujemnego ładunku warstw. Jony metali są dobrymi katalizatorami przyspieszającymi reakcje.
3. W warunkach eksperymentalnych dowiedziono, że polimeryzacja prostych związków organicznych może zachodzić 1000 razy szybciej w obecności minerałów ilastych.
4. Minerale ilaste powstawały prawdopodobnie w dużych ilościach na młodej Ziemi w wyniku intensywnych procesów erozyjnych np. w wyniku wietrzenia bazaltów.
5. „Pierwotny muł (błoto)” zamiast „zupy pierwotnej” ?

Od prostych związków organicznych do pierwszej „prakomórki”...

1. SZLAK ENZYMATYCZNY: *W jaki sposób powstały pierwsze białka, zwłaszcza enzymy?*
2. SZLAK METABOLICZNY: *W jaki sposób powstały błony lipidowe i struktura komórki?*
3. SZLAK GENETYCZNY: *W jaki sposób powstały kwasy nukleinowe, zdolność replikacji i dziedziczenie informacji?*

Problem „jajka i kury”...

Co było pierwsze? Kwasy nukleinowe czy białka?

Dziś białka nie mogą powstawać bez udziału kwasów nukleinowych, gdyż to w nich zapisana jest informacja na temat wszystkich białek. Kwasy nukleinowe zaś nie mogą się powielać bez udziału wyspecjalizowanych białek... **Zatem który szlak wytworzył się jako pierwszy? Enzymatyczny, czy genetyczny?**

Pierwszy był szlak genetyczny...

Jeśli genetyczny, to co było pierwsze? DNA czy RNA?

Z pewnością RNA ze względu na znacznie prostszą budowę. Ponadto:

1. Niektóre cząsteczki RNA mogą się replikować na zasadzie komplementarności nici bez udziału białek.
2. Niektóre cząsteczki RNA mają zdolności katalityczne i potrafią samodzielnie produkować RNA w zamkniętych pęcherzykach mając do dyspozycji nukleotydy oraz matrycę RNA (są to RYBOZYMY).
3. Nukleotydy łatwo łączą się w krótkie łańcuchy w obecności minerałów ilastych („muł pierwotny”).
4. W warunkach eksperymentalnych dowiedziono, że z mieszaniny rybozymów w pewnych warunkach tworzą się między innymi cząsteczki podobne do tRNA, które łatwo wiążą aminokwasy.
5. Współczesne rybosomy (na których odbywa się synteza białek) zawierają cząsteczkę RNA, który pełni nie tylko rolę strukturalną, ale i katalityczną

DNA, które jest znacznie bardziej stabilne od RNA, pojawiło się prawdopodobnie znacznie później, już po „połączeniu” szlaku genetycznego i enzymatycznego.

Dlaczego jednak nie szlak enzymatyczny?

Krótkie peptydy tworzą się z aminokwasów w obecności minerałów ilastych. Jednakże wytworzenie w ten sposób funkcjonalnych białek jest mało prawdopodobne. Musiały one powstać dopiero na matrycy kwasów nukleinowych.

Dlaczego współczesne białka budowane są tylko (z nielicznymi wyjątkami) przez formy L-aminokwasów?

Formy L są bardziej odporne na szkodliwe działanie UV oraz znacznie łatwiej wiążą się do cząsteczek tRNA.

Szlak metaboliczny, czyli pierwsze błony komórkowe...

1. Współczesne błony zbudowane są ze związków amfifilowych (amfipatycznych) mających hydrofobowy „ogon” oraz hydrofilową „główkę”.
2. W roztworze wodnym będą układać się zatem tak, aby schować części hydrofobowe. Mogą zatem tworzyć zamknięte pęcherzyki z „ogonami” skierowanymi do środka lub strukturę dwuwarstwową, również z „ogonami” skierowanymi do wnętrza warstw.
3. Na młodej Ziemi prawdopodobnie nie było fosfolipidów budujących współczesne błony komórkowe, ale były prostsze związki o podobnych właściwościach amfipatycznych – były to proste kwasy i alkohole oraz pochodne związków zwanych PAH (policykliczne węglowodory aromatyczne).
4. Dowiedziono eksperymentalnie, że ww związki, wyekstrahowane z meteorytu z Murchison, mogą tworzyć zamknięte dwuwarstwy. Na młodej Ziemi takie pęcherzyki mogły powstawać w lagunach na skutek zagęszczenia w wyniku parowania wody albo poprzez krótkotrwałe zamarzanie i topnienie lub na powierzchni minerałów ilastych.
5. Takie pęcherzyki potrafią zamykać w środku cząsteczki RNA – początek pierwszego systemu biochemicznego?
6. Potrafią też rosnąć na skutek łączenia się kilku pęcherzyków a następnie dzielić się z bardzo małą stratą materiału zawartego wewnątrz, bez udziału skomplikowanych reakcji biochemicznych.

Teoria „gorących źródeł podmorskich”

Jest alternatywą dla pozostałych teorii, zakładających powstanie życia na powierzchni Ziemi. Jej założeniem jest, że miejscem powstania życia były wypływy gorących wód głęboko przy dnach oceanicznych.

1. Występują tam (1) silne warunki redukcyjne, (2) silny strumień energii (cieplnej), (3) obfitość katalizatorów mineralnych, (4) znaczne stężenie niezbędnych substratów, (5) prąd konwekcyjny unoszący produkty reakcji do góry, ku powierzchni oceanów.
2. Współcześnie w takich warunkach żyją mikroorganizmy zwane *archebakteriami*, które uważa się za „żywe skamieliny” i pierwsze organizmy, jakie pojawiły się na Ziemi.



Literatura uzupełniająca:

1. ***„Jak powstało życie?”*** autorstwa M. Klapczyńskiego:
<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,3065/q,Jak.powstalo.zycie>
2. ***„Jak powstał pierwszy system biochemiczny?”*** autorstwa M. Klapczyńskiego:
<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,3150/q,Jak.powstal.pierwszy.system.biochemiczny>
3. ***„Pierwsze błony komórkowe”*** autorstwa M. Klapczyńskiego:
<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,3272/q,Pierwsze.blony.komorkowe>
4. ***Bardzo interesujący film, część 1:***
<http://www.youtube.com/watch?v=nEF6ww3NCX8&feature=related>
5. ***Bardzo interesujący film, część 2:***
<http://www.youtube.com/watch?v=Kck83nfADFY&feature=related>
6. ***Bardzo interesujący film, część 3:***
<http://www.youtube.com/watch?v=10P39EAecB8&feature=related>