



Универзитет у Новом Саду
Природно-математички факултет
Департман за географију, туризам и хотелијерство

Мр Млађен Јовановић
Катедра за Физичку географију



НАСТАНАК И РАЗВОЈ ЖИВОТА НА ЗЕМЉИ

ИДЕЈЕ О РАЗВОЈУ ЖИВОТА 1

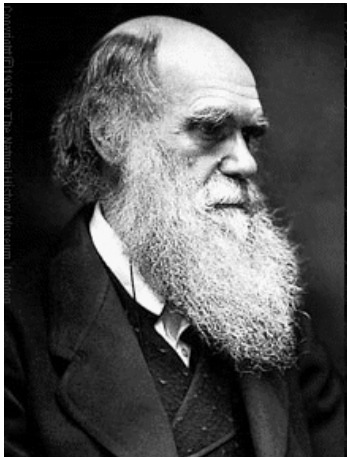


Lamarck, Jean-Baptiste Pierre
(1744 – 1829)

Развој од једноставнијих ка сложенијих и напреднијих животних форми

Запажање да су тренутно присутни и једноставни и сложени организми, објашњавано спонтаним стварањем једноставних организама из неорганске материје (мишљење развијено у Античком периоду).

Трпео критике цркве, Кивијеа, Пастера...



Charles Robert Darwin
(1809 – 1882)

Природно одабирање

Једноставни организми могу бити успешни као и сложени.

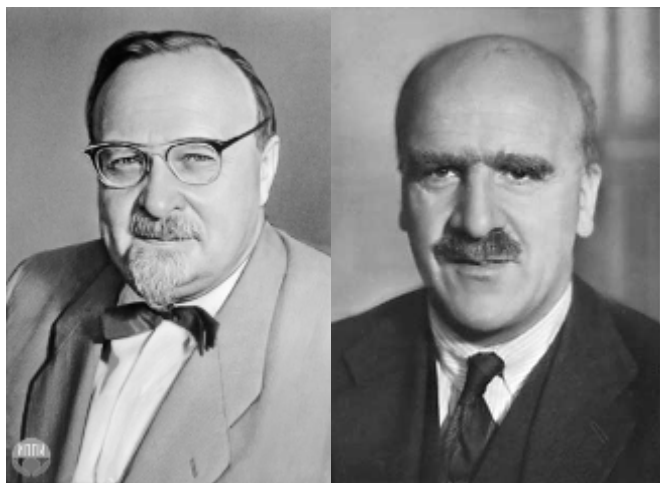
Није нужан развој од једноставних ка комплексним.

Живот може имати заједничког претка у далекој прошлости...

“Могли смо зачети у некој малој топлој бари, са свим врстама амонијака и фосфатних соли, светла, топлоте, електрицитета, где су хемијски формирана протеинска једињења спремна да буду подвргнута још сложенијим изменама...”

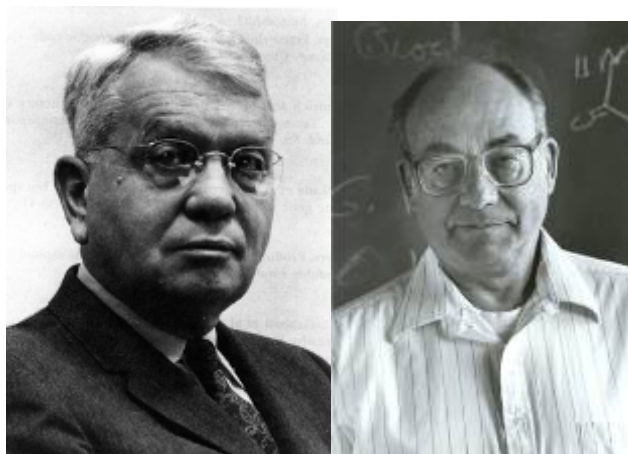
(Из писма упућаног Џосефу Хакеру)

ИДЕЈЕ О ПОРЕКЛУ ЖИВОТА



Опарин и Халдан
(1894-1980) (1892-1964)

Хемијске реакције су могле довести до стварања групе органских једињења, чинећи “примитивну супу” са градивним блоковима живота

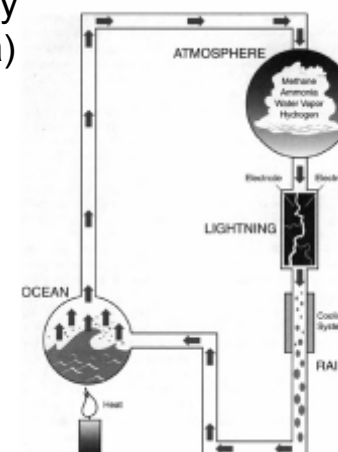


Harold Clayton Urey
(1893 – 1981)

Stanley Lloyd Miller
(1930-2007)

Милер, радећи у Јуријевој лабораторији, 1953. године створио неколико аминокиселина, градивних јединица протеина.

Електрично пражњење пропуштено кроз смешу гасова (метан, амонијак, водоник, водена пара)

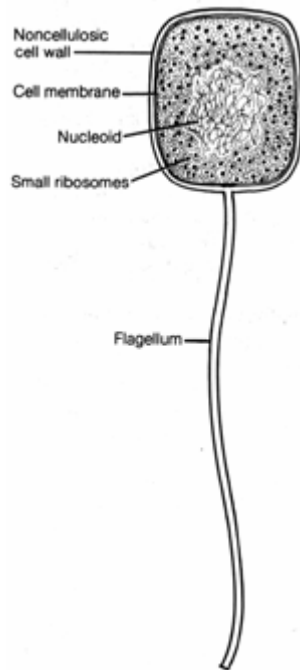


ПРОКАРИОТЕ v.s. ЕУКАРИОТЕ

анаеробни/аеробни/амфиаеробни организми

ПРОКАРИОТЕ

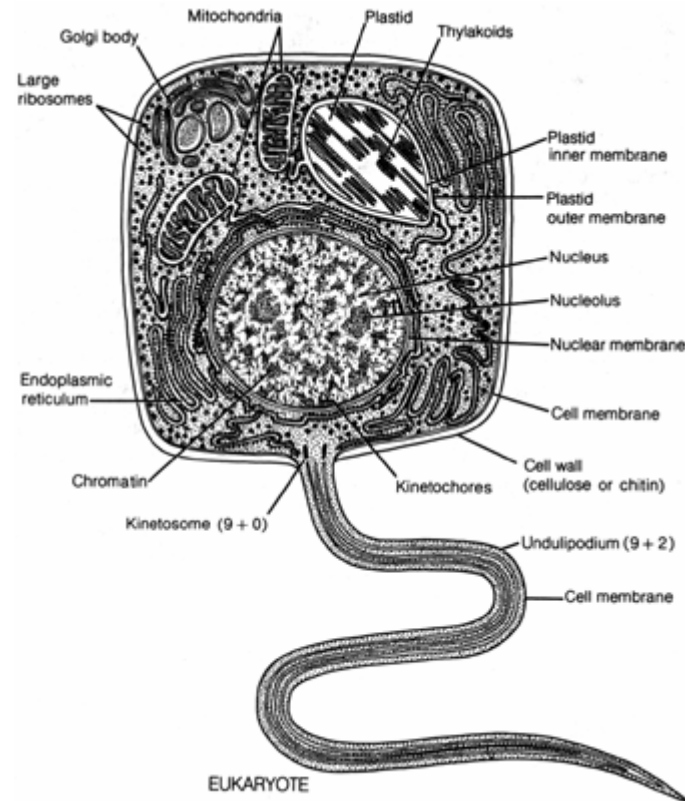
- без једрене мембране
- подела простом деобом – идентични парови
- углавном анаеробне ћелије



PROKARYOTE

ЕУКАРИОТЕ

- једро у мембрани
- подела митозом
- оксидишу шећере као извор енергије



EUKARYOTE

МЕТАБОЛИЗАМ

Савремени једноћелијски организми су подељени на шест група на основу начина обезбеђивања енергије за живот:

Тип 1. Анаеробне ћелије које усвајају енергију преко угљеничних једињења (пример: цревне бактерије)

Процес: ферментација

Тип 2. Анаеробне ћелије које користе CO_2 за производњу угљеничних једињења без коришћења светлости (пример: метаногене бактерије – производе метан из CO_2)

Тип 3. Анаеробне ћелије које користе угљенична једињења из CO_2 , али користе елементарни водоник или водоник сулфид уместо воде као извора водоника за добијање угљениххидрата.

$\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} + \text{светло} = \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_2\text{O}$ (органска једињења)

Тип 4. Амфиаеробне бактерије које живе у срединама богатим или сиромашним кисеоником. Живе у морским седиментима у којима ниво кисеоника веома варира.

Тип 5. Аеробне ћелије које садрже хлорофил, користе светло, CO_2 и воду током фотосинтезе

$\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{светло} = \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_2\text{O}$ (органска једињења)

Тип 6. Аеробне ћелије које зависе од енергије добијене оксидацијом шећера (глукоза на CO_2 , воду и E)

Процес - респирација

Наведени типови организама нису настали у низу од мање ка више сложеним него су развијани у различитим линијама.

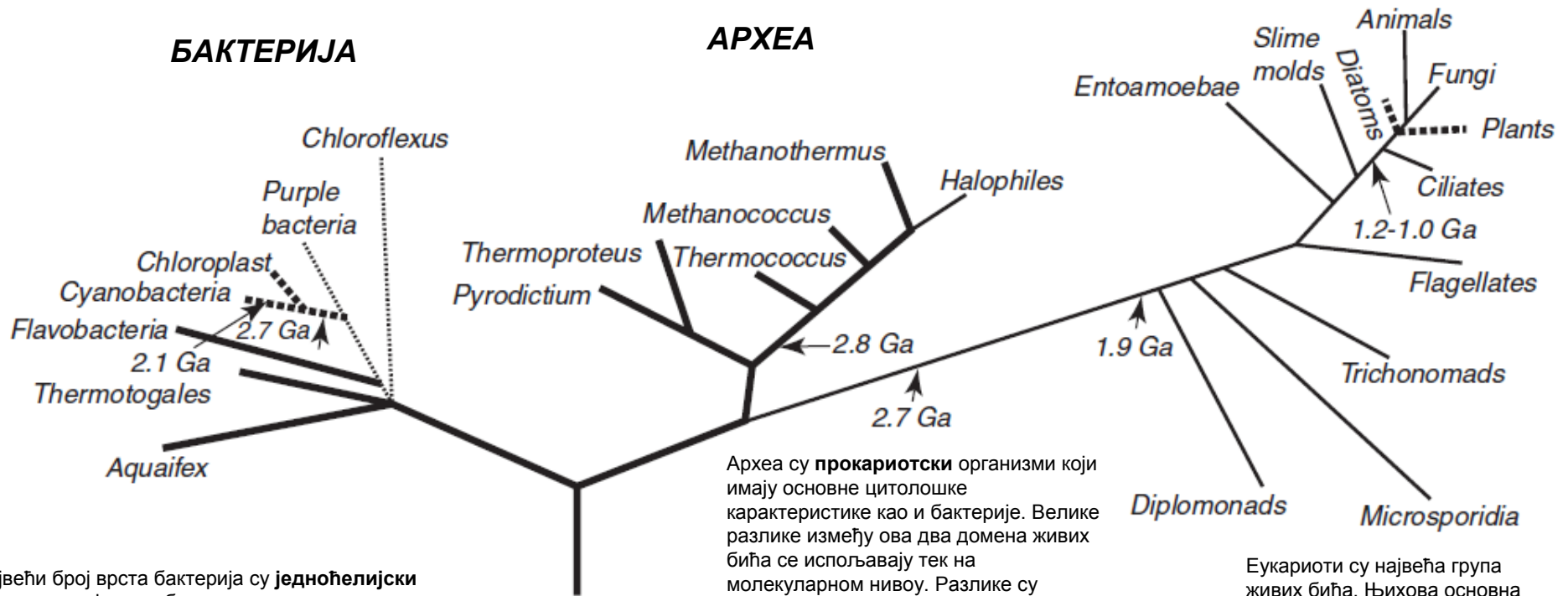
Може се претпоставити да су метаногене бактерије веома примитивна група која се од бактерија одвојила убрзо након постанка живота.

ДРВО ЖИВОТА – ТРИ ДОМЕНА

ЕУКАРИОТА

БАКТЕРИЈА

АРХЕА



Највећи број врста бактерија су **једноћелијски** организми који могу бити лоптастог, штапићастог или завојичастог облика. Међутим, одређен број врста гради сложеније организоване тела која се састоје из већег броја ћелија и образују кончасте или гроздасте скупине, односно **колоније**. Бактерије су од вируса знатно већих димензија. Све бактерије су **прокариотске** организације. Међутим, у поређењу са еукариотима то су мали организми чије су димензије реда неколико микрометара, тако да се могу посматрати само помоћу микроскопа.

Common Ancestor
LUCA
да ли је било живота и пре LUCA?

Археа су **прокариотски** организми који имају основне цитолошке карактеристике као и бактерије. Велике разлике између ова два домена живих бића се испољавају тек на молекуларном нивоу. Разлике су нарочито изражене на нивоу рибозомске РНК. Геном метаногене врсте *Methanococcus jannaschii* која насељава термалне воде Пацифика представља најубедљивији доказ о филогенетској изолованости археа. Наиме, 56% гена ове врсте је било потпуно ново и до тада непознато науци. Неки гени су личили на оне код бактерија, док су други подсећали на еукариотске гене што је дало повода биолозима да увиде везу између домена еукариота и археа. Организми из домена археа су првобитно налажени у **екстремним** стаништима попут термалних вода, гејзира, веома сланих језера и слатина, анаеробних мочвара и подводних вулкана.

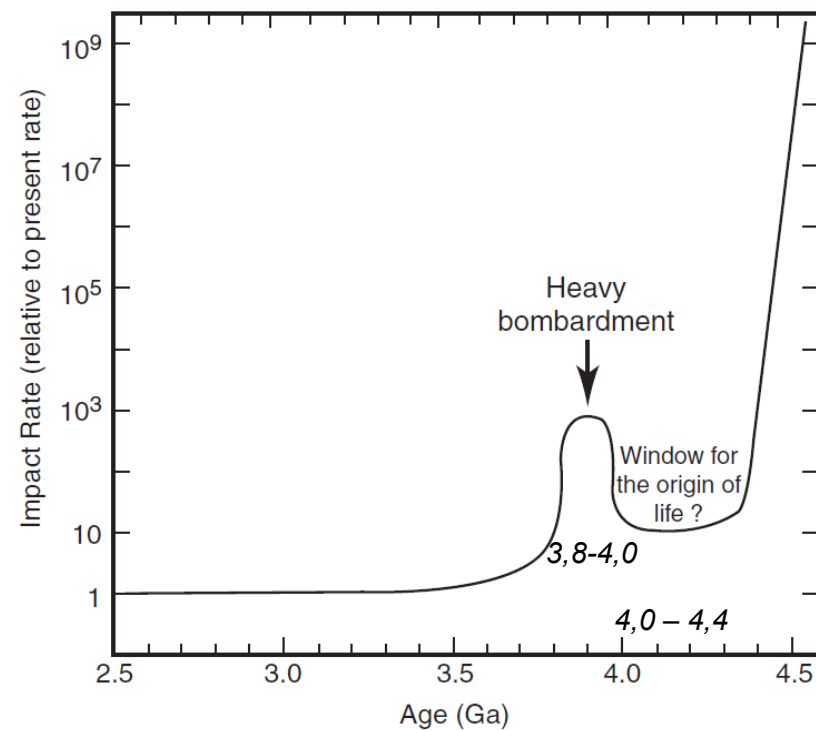
Еукариоти су највећа група живих бића. Њихова основна карактеристика по којој се разликују од остала два домена је да су изграђени од **еукариотских** ћелија. Од прокариотских ћелија су сложеније грађе и обично веће десет до петнаест пута. Према морфолошкој сложености еукариоти су изузетно разноврсни – најпримитивнији су **једноћелијски**, а сложеније организовани еукариоти се састоје од **милијарди ћелија**, а димензије могу да премаше 30 метара. Израз еукариот потиче од грчке речи **еу - добро, право и каруон – језгро, једро**.

ЗЕМЉА ЈЕ СТВОРЕНА – а услови за стварање живота?



Најранији услови за стварање живота – 4 - 4,2 Ga
након бројних “стерилишућих удара”

Мањи удари су могли уништити живот на
површини и плитко испод ње, омогућујући развој у
дубинама океана или земљине коре.

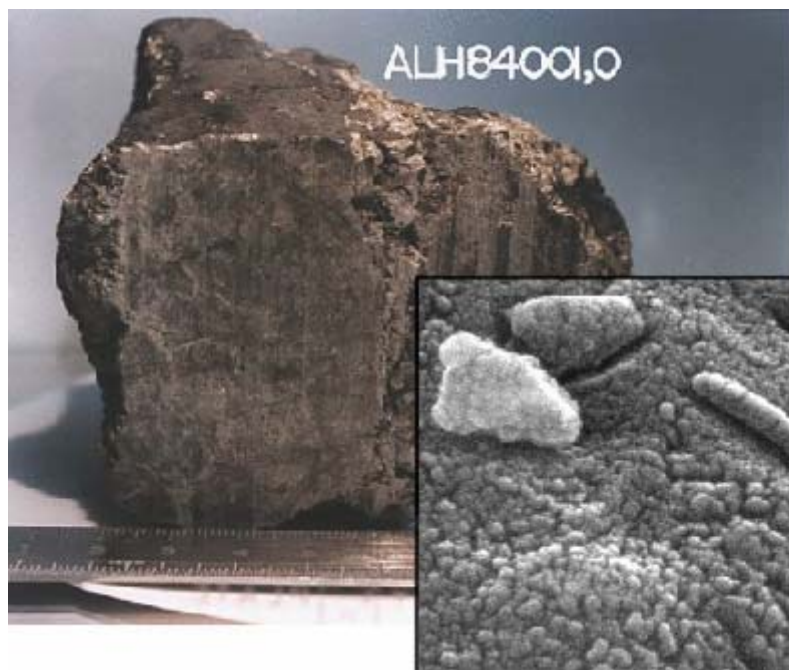


ЖИВОТ ИЗ СВЕМИРА?



Murchison-ски метеорит (Аустралија, 1969) – широк опсег органских компоненти, укључујући 70 различитих аминокиселина.

Експерименти: и након удара део органске материје може да преживи; космичка прашина



Пронађено је преко 20 метеорита који потичу са Марса

ALH84001 – метеорит који је пре око 13.000 година пао на Антарктик. Пронађен 1984, тек 1996. уочени трагови живота

НАСТАНАК И РАЗВОЈ АТМОСФЕРЕ

1. ГРАЂА ПРВОБИТНЕ АТМОСФЕРЕ

1.1. РЕЗИДУАЛНИ ГАСОВИ

остатак након формирања планете
Т-таури соларни ветар (+100 Му)
удар тела Марсове величине (30%?)

1.2. КОСМИЧКИ ИЗВОРИ, гасови након удара
космичких тела

1.3. ОСЛОБАЂАЊЕ ГАСОВА ИЗ
УНУТРАШЊОСТИ ЗЕМЉЕ

а) NH_3 , H_2 , He , вода

б) CO_2 , CO , вода, N_2



НАСТАНАК И РАЗВОЈ АТМОСФЕРЕ

2. ГРАЂА СЕКУНДАРНЕ АТМОСФЕРЕ

H_2 , CO_2 , CH_4 , CO_2 , вода H_2S , N_2

Ослобађање H_2 из горњих слојева атмосфере

Удари космичких тела +CO

ПРЕКАМБИЈУМ

CO_2 , CH_4 , CO_2 , вода H_2S , N_2

Фотосинтеза – опадање нивоа CO_2

Распадање стена – пораст нивоа CO_2

$CO_2 + CH_4 =$ гасови стаклене баште

ПРОТЕРОЗОЈСКА ГЛАЦИЈАЦИЈА (2,4-2,3 Ga)
резултат таложења моринских карбоната,
фотолизе и ослобађање водоника из CH_4



ПОРЕКЛО КИСЕОНИКА

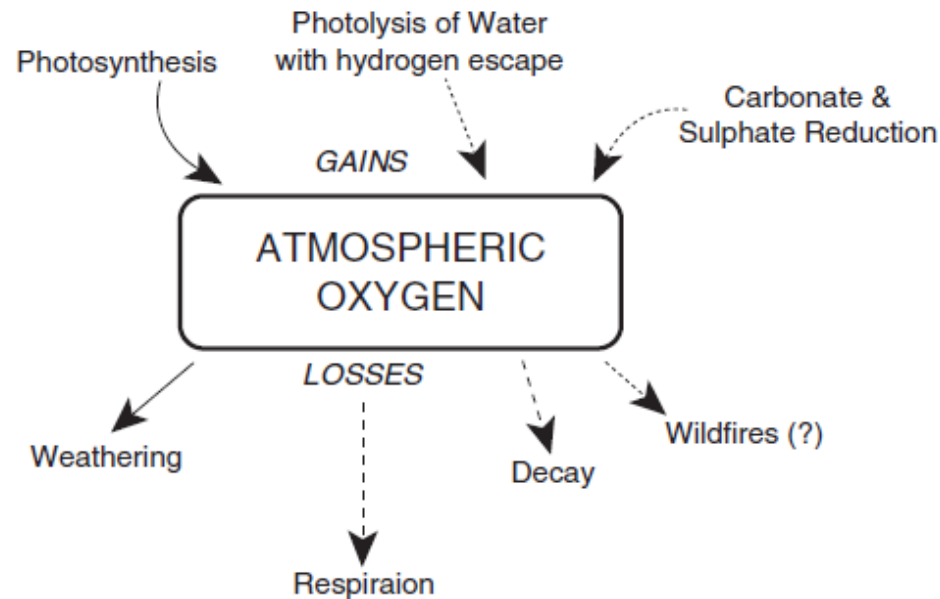
САВРЕМЕНИ КИСЕОНИК СКОРО У ПОТПУНОСТИ ПОТИЧЕ ОД ФОТОСИНТЕЗЕ



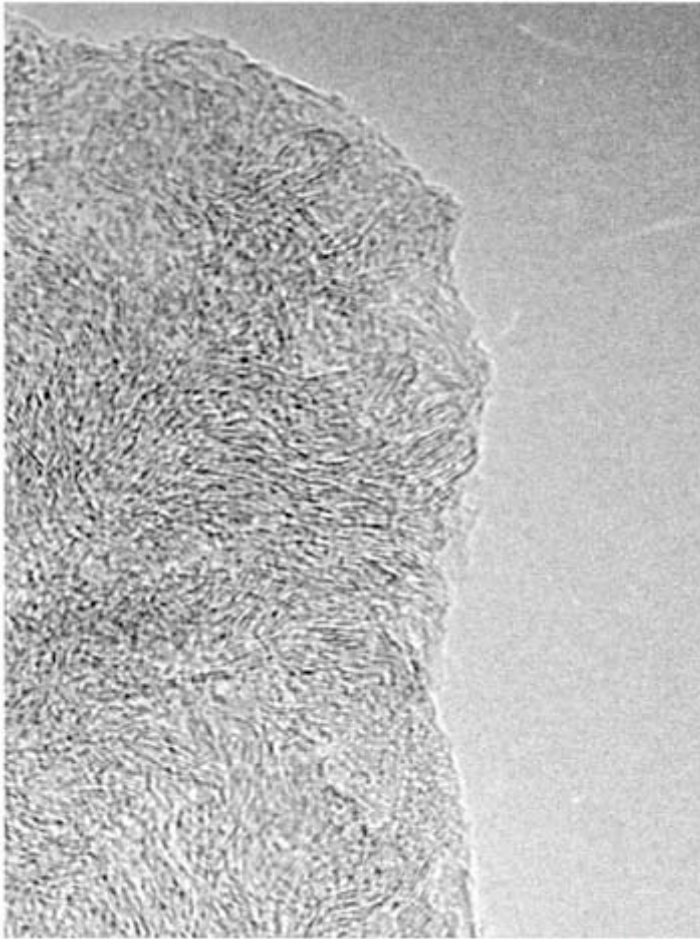
Кисеоник се може добити и фотолизом молекула воде у горњим слојевима атмосфере $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 0.5 \text{O}_2$

Сав кисеоник ослобођен у 1 години, може бити потрошен у току 50 година процесима оксидације органске материје.

Без оксидације органске материје у сулфидних минерала током распадања, садржај кисеоника би се удвостручио за око 1000 година



ТРАГОВИ ПОЧЕТКА ЖИВОТА



10 nm

Најстарији пронађен траг живота – органска материја из црног рожнаца Warrawoona групе, западна Аустралија (3,3 – 3,5 Ga)

Често мешање савремених бактерија са узорција архајских стена.

Савремене бактерије су доживеле мале промене од пре-палеозојског времена.

За прихватање микрофосила потребно је доказати да је ћелија укључена у грађу стена у време када је стена настала.

До сада су пронађена 24 локалитета са архајским и рано протерозојским микрофосилима.

Трагови ^{13}C у високометаморфисаним стенама Гренланда, старим 3,8 Ga указују на могуће органско порекло.

СТРОМАТОЛИТИ

Финоламинирани структуре сачињене углавном од карбонатских минерала – кластичних и биохемијских - фиксираних или ослобођених из прокариотских бактерија или цијанобактеријаа.

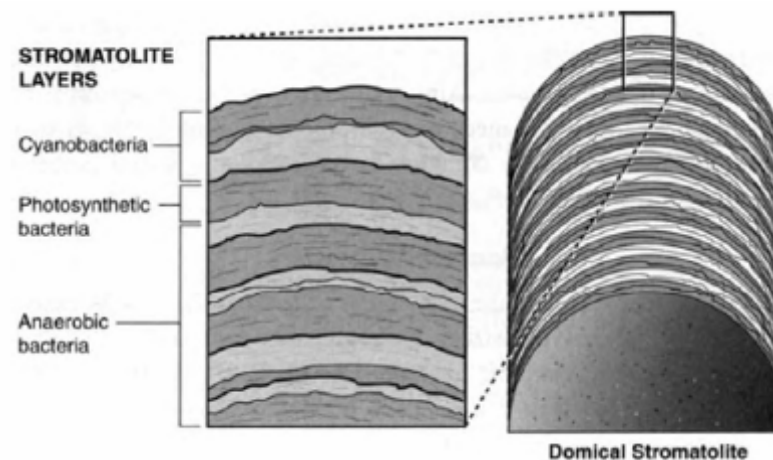
Неке структуре су табуларне али већина их је хемисферична или стубаста.

Слојевита структура:

Цијанобактерије које се служе фотосинтезом на површини.

Анаеробне бактерије у унутрашњости.

Први строматолити највероватније били анаеробни фотоаутоτροφни организми



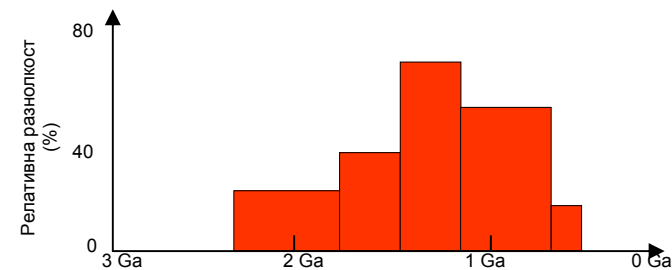
СТРОМАТОЛИТИ

Најстарији строматолити – 3,3 – 3,5 Ga
(заједно са рожнацима Warrawoona групе)



Nature, 1980: v. 284, p. 444

Савремени строматолити – Шарк беј (з. Аустралија), острво Андрос (Бахами), у неким језерима...

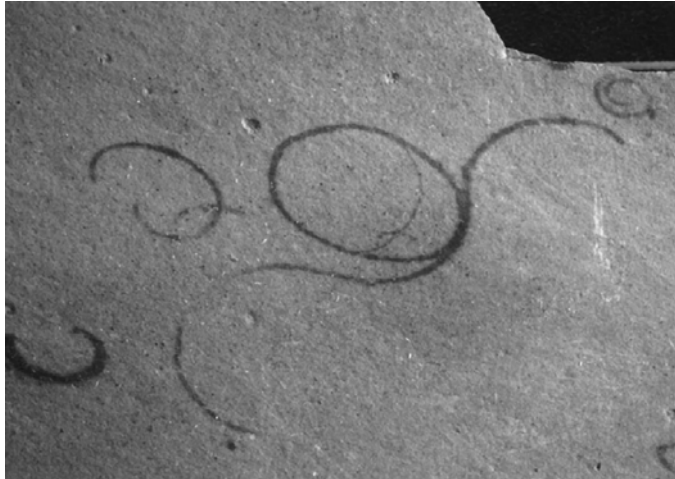


ПОЈАВА ЕУКАРИОТА

Прве једноћелијске еукариоте су се развиле од бактеријских прокариота пре око 2,7 Ga.

Најстарији фосил еукариота 1,9 Ga али овај домен није постао раширен све до 1,7 – 1,5 Ga.

Grypania (1,9 Ga) цилиндрични организам, дуг око 50 μ m, 2 μ m у промеру. Највероватније еукариотска алга.



Negaunee Iron Formation, Marquette, Michigan

1,3 – 1,0 Ga нагло ширење еукариота: црвене алге – цилиате – смеђе и зелене алге – биљке – гљиве - животиње

ЕДИАКАРАН ФАУНА (630-550 Ma)

Ediacaran hills – Аустралија;

Фауна нађена и у Намибији

Иако већина палеонтолога сматра едиакаранске фосиле метазоама, неки их ипак сматрају примитивним биљколиким организмима, сличним алгама или гљивама.

Из богатог фосилног записа, издвојено је 31 едиакаранске врсте, укључујући облике који могу бити преци: пљоснатих црва, чланковитих црва, згавкара, бодљокожаца...





КАМБРИЈУМСКА ЕКСПЛОЗИЈА ЖИВОТА

(~542 Ma)

Сви главни типови (кола) бескичмењака (изузимајући протозое) појавили су се почетком камбријума.

Велики број организама живео у морском муљу.

Живот у седиментима је омогућен: 1) развојем егзоскелета (пример: трилобити) уз коришћење израслина
2) развој коелома код црволиких организама

ПАЛЕОЗОЈСКЕ ЖИВОТНЕ ФОРМЕ (542-251 Ma)

Камбријум – трилобити (60% животних форми) и брахиоподе (30%).

Ордовицијум – до касног ордовицијума појавила се већина класа бескичмењака карактеристичних и за савремене океане. Врхунац развоја трилобита, велики диверзитет облика, величина и орнамената на егзоскелету.

Пораст бројности граптолита, цефалопода, криноида, мекушаца, бодљокожаца, морских маховина.

Прва појава *кичмењака* – риболике форме без вилица.

Девон – појава *инсеката*. Нагло повећање броја риба (и током раног карбона).

Карбон – у другој половини појава *гмизаваца*.

Биљке – повећање бројности током касног палеозоику и ширење на копну. Прве *папратњаче* у девону, касније – *ликопсиде* и *четинари*. Најзначајнији догађај – развој *васкуларног* ткива које је омогућило преживљавање у екстремним условима на копну. Крајем палеозоику – развој *семењача* у односу на биљке са спорама.

Развој шума омогућио развој водоземаца у касном палеозоику.



МЕЗОЗОЈСКЕ ЖИВОТНЕ ФОРМЕ *(251-65 Ma)*

Нагло повећање бројности **голосемењача** – цикаде, гинко, четинари

Током ране креде појава и нагли развој **цветница**.

Морски бескичмењаци, чији је број опао крајем перма, у великом броју се појављују.

Мезозојски **гмизавци** (рептили) велике разноврсности, укључујући диносаурсе (биљоједи, месоједи; морске, копнене, летеће форме)

Птице и **сисари** развијени из гмизавачких предака током ране јуре.

Топлокрвни сисари способни прилагођавању разноликим условима станишта (укључујући морска).
Нарастање мозга.

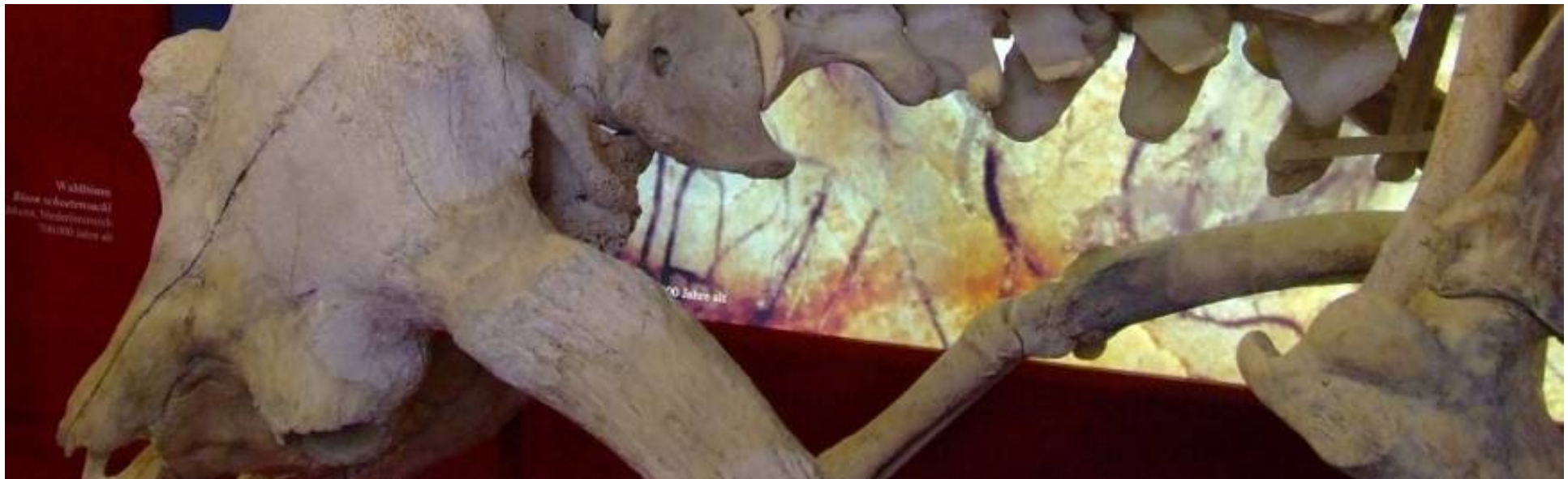


КЕНОЗОЈСКЕ ЖИВОТНЕ ФОРМЕ (65 Ма-)

Доминација сисара

Развој човека из групе антропода (4 Ма)

Експоненцијални развој цветница.



МАСОВНА ИЗУМИРАЊА ЖИВОГ СВЕТА

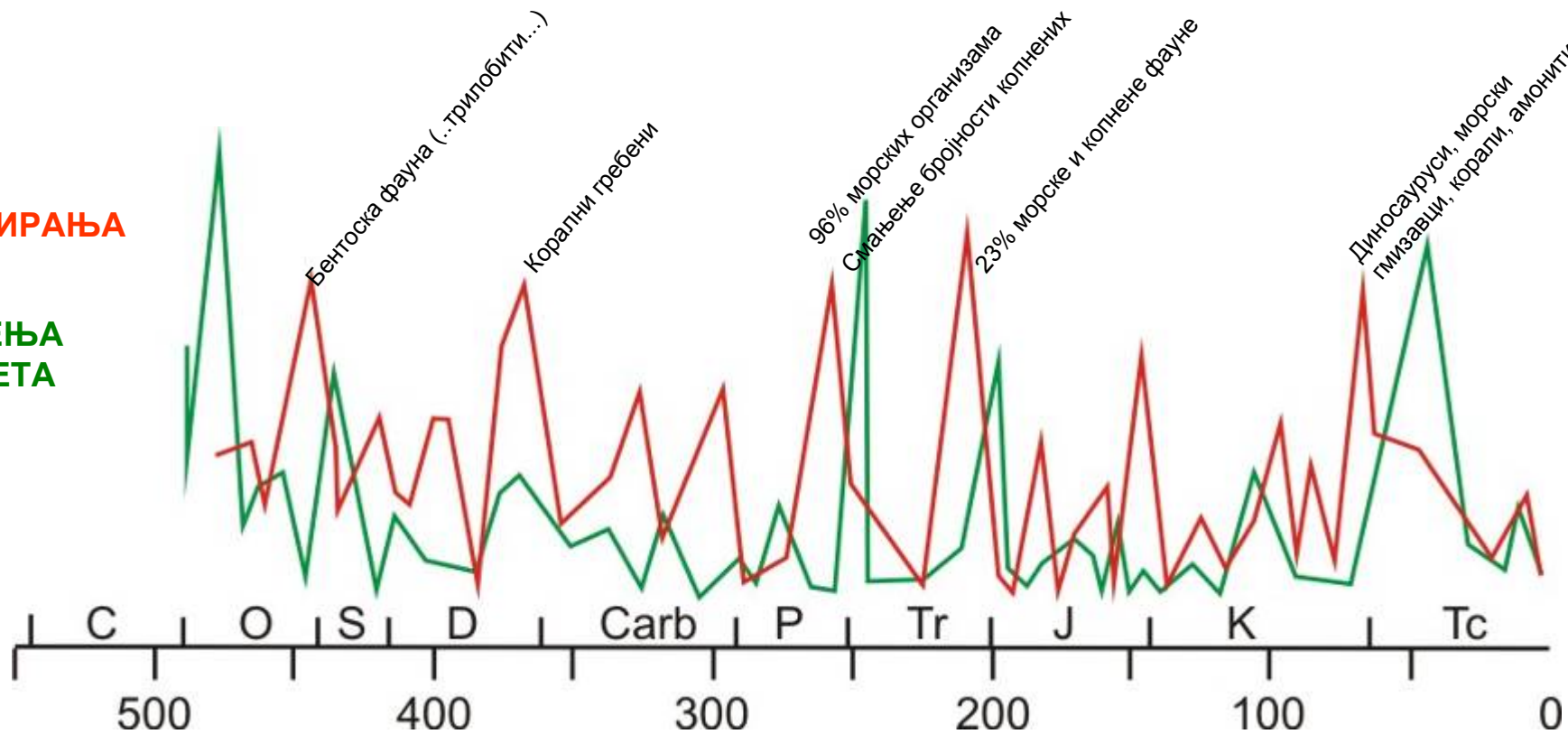
Разлози:

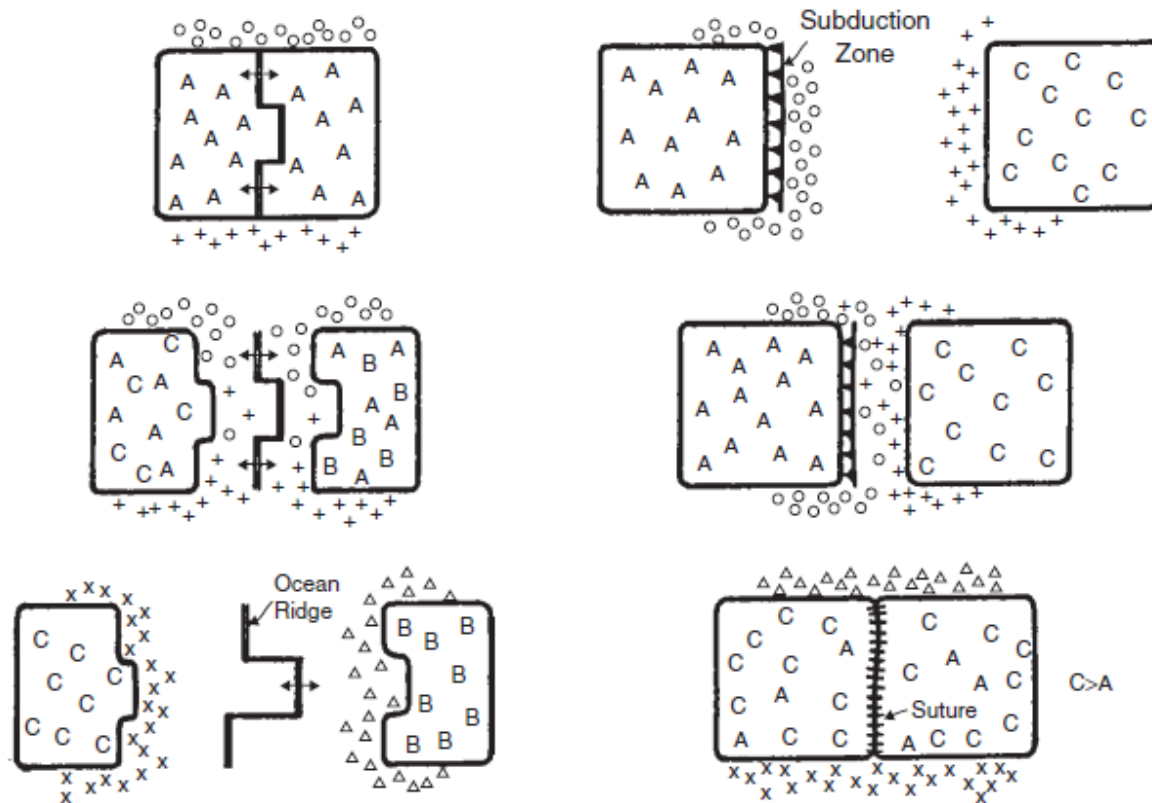
- 1) **ЕКСТРАТЕРЕСТРАЛНИ**: пораст X- и космичког зрачења, климатске промене проузроковане суперновама и ударима космичких тела о Земљу.
- 2) **ФИЗИЧКИ**: измене животне средине услед наглих климатских промена, смањење океанског салинитета током раширеног депоновања евапорита, промене нивоа атмосферског кисеоника, промене нивоа светског океана, судари континената.
- 3) **БИОЛОШКИ**



ИЗУМИРАЊА

ШИРЕЊА Ж.СВЕТА



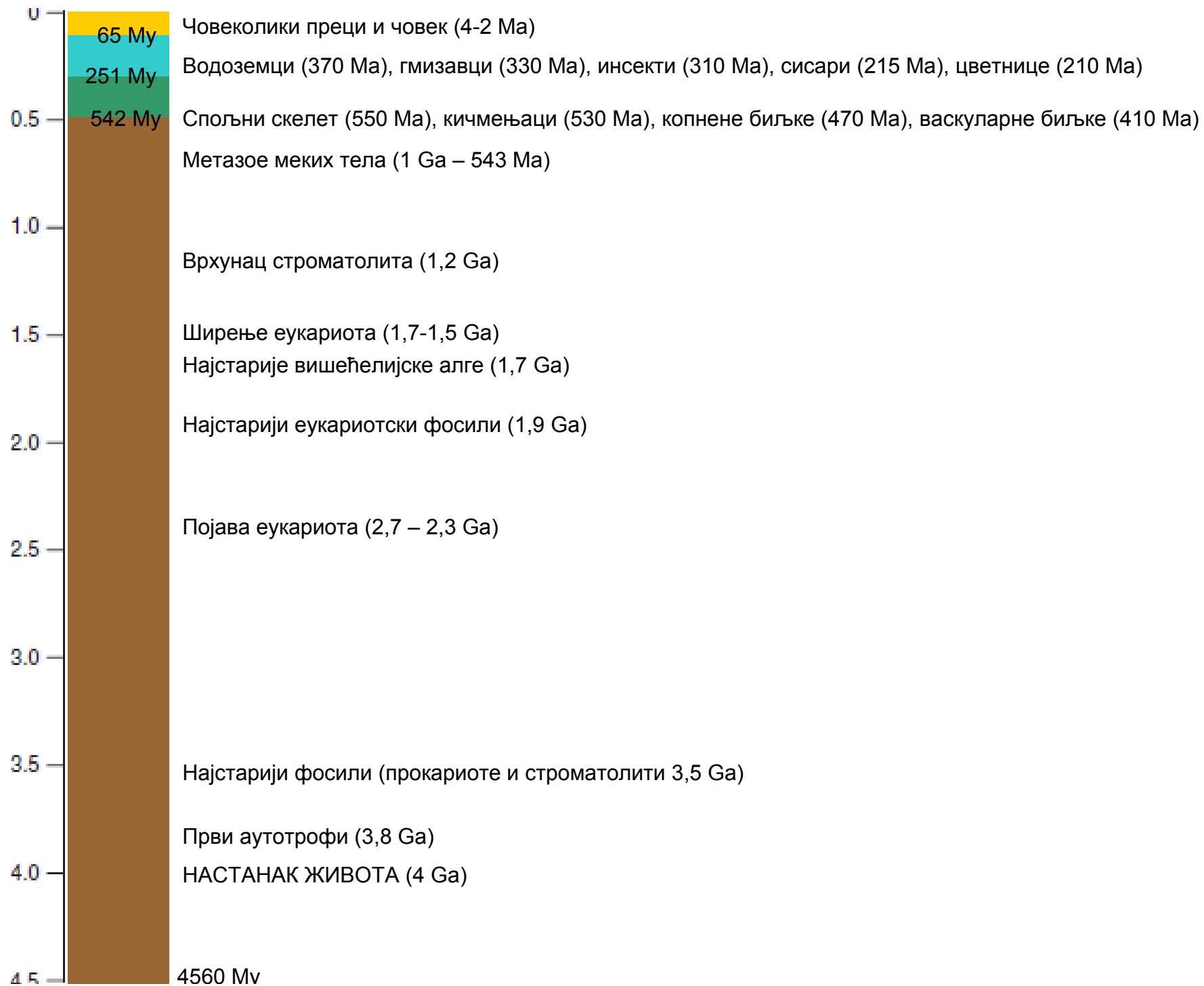


Floras or Faunas:
 A, B, C - Terrestrial
 o, +, x, Δ - Shallow Marine

А

Б





УМЕСТО ЗАКЉУЧКА



Универзитет у Новом Саду
Природно-математички факултет
Департман за географију, туризам и хотелијерство

Мр Млађен Јовановић
Катедра за Физичку географију



НАСТАНАК И РАЗВОЈ ЖИВОТА НА ЗЕМЉИ