

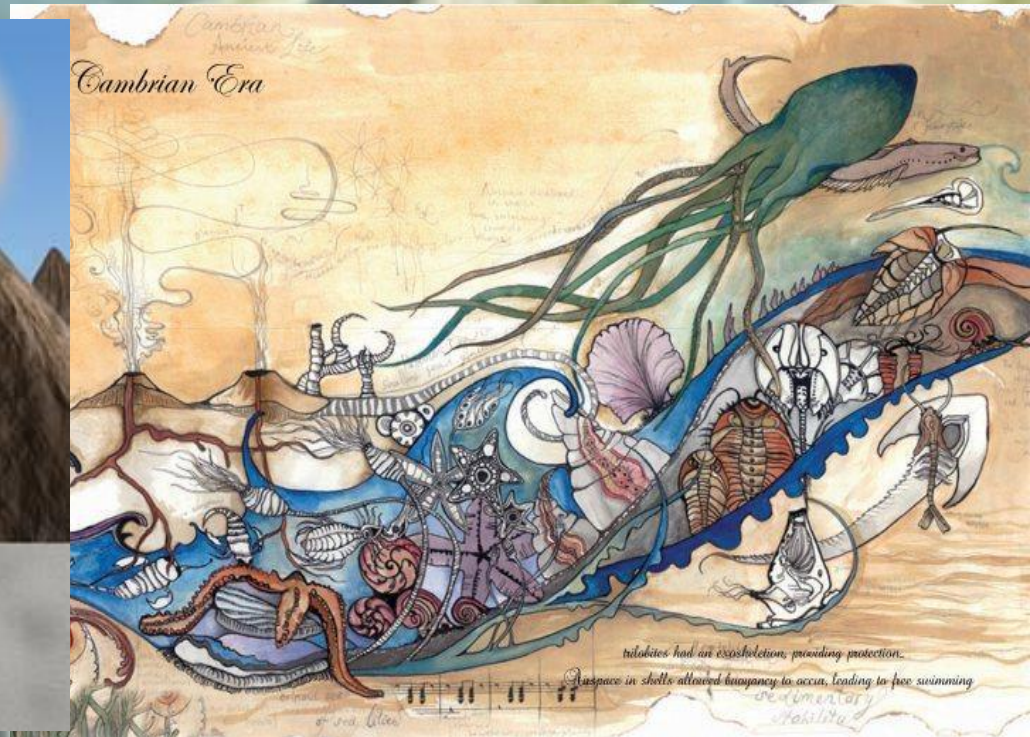
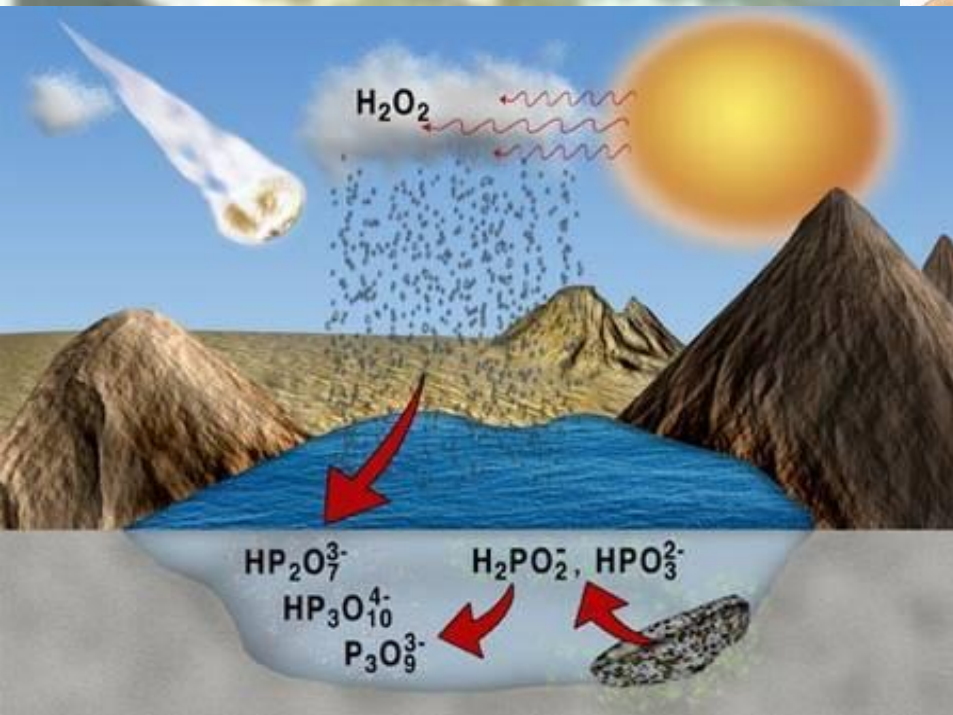
# Початкові етапи еволюції органічного світу





- **Абіогенез** (грец. *a* — від'ємна частина + *біос* — життя + *генезис* — народження, походження) — виникнення живого з неживого в процесі еволюції. У наш час абіогенез неможливий через відсутність фізико-хімічних його передумов та неминучого знищення виникаючих форм сучасними живими організмами.

- **Біогенез** (рос. *био генез*, англ. *biogenesis*, нім. *Biogenese*) – утворення живих організмами у процесі життєдіяльності хімічних речовин або матеріалів.





# Сучасні уявлення про основні етапи абіогенезу.

- Утворення поширених у живій природі органічних сполук поза організмом проходить ряд етапів.
- 1. Синтез органічних мономерів: органічних кислот, амінокислот, вуглеводів, азотистих основ. Для цього на первісній Землі були всі умови: кількість води, метану, аміаку і ціанідів, відсутність кисню та інших окиснювачів (атмосфера мала відновний характер), а також надлишок вільної енергії у вигляді ультрафіолетового випромінювання, електричних розрядів і вулканічної діяльності.
- Враховуючи, що нині у міжпланетному просторі знайдені десятки простих органічних сполук, можна цілком обґрунтовано припустити, що за мільярди років до виникнення життя концентрація органічних сполук на Землі місцями могла бути досить високою. Розчинені у воді, вони утворювали так званий «первинний бульйон».

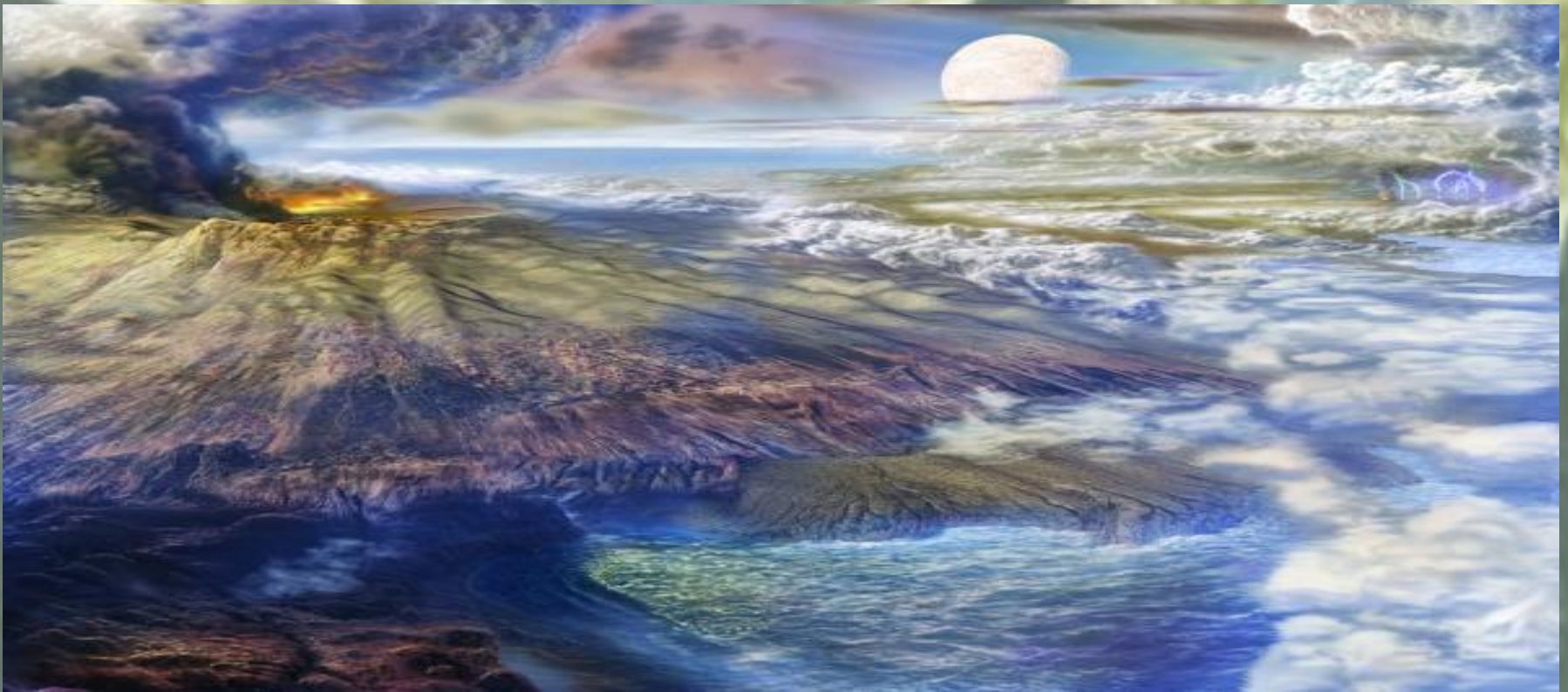
# Висновок:

## Основні етапи абіогенезу

1. Синтез органічних мономерів (“первинний бульйон”):

органічних кислот, амінокислот, вуглеводів, нітратних основ.

Умови на первісній Землі для синтезу:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ , ціаніди, відсутність  $\text{O}_2$  та інших окиснювачів (атмосфера мала відновний характер) + вільна енергія (УФ-випромінювання, вулканічна діяльність і електричні розряди)





# Утворення кооцерватів



- 2. Синтез органічних полімерів, що здійснювався з наявних мономерів, став наступним етапом хімічної еволюції. Каталізаторами могли бути іони металів, а матрицею — частки глини. У результаті цього процесу в «первинному бульйоні» утворювалися різні поліпептиди і найпростіші ліпіди (пригадайте, з яких двох компонентів побудовані жири). Вони сполучалися один з одним, утворюючи складніші багатомолекулярні комплекси — кооцервати (від лат. кооцерватус — зібраний до купи), що мали вид крапель із чіткими межами (мал. 199). Кооцервати вже були здатні поглинати різні речовини, в них відбувалися різні реакції, зокрема полімеризація мономерів, що надходили іззовні. За рахунок цих реакцій краплі могли рости — збільшуватися в об'ємі, а після досягнення критичної маси розмножуватися — дробитися на дочірні краплі. Автором ідеї кооцерватних крапель, якому вдалося одержати їх у лабораторних умовах ще в 20-х роках ХХ ст., був російський біохімік Олександр Іванович Опарін (1894—1980).
- Найстійкіші кооцерватні краплі завдяки передбіологічному добору діставали перевагу, яка забезпечила вдосконалювання світу молекул.
-

# Утворення протобіополімерів

- 3. Утворення комплексів білків і нуклеїнових кислот, пов'язана з цим поява реакцій матричного типу, виникнення ліпідних мембран. Лише наявністю коацерватів, що складаються з білків і ліпідів, не можна пояснити, яким чином найбільш ефективно побудовані коацерватні краплі передають свої виняткові особливості з покоління в покоління. Для цього потрібний спадковий апарат. Вважають, що спочатку він будувався виключно з молекул РНК, які забезпечували всі матричні процеси, а ДНК виникла значно пізніше. Найімовірніше, що на певному етапі коацервати вступили у симбіоз із колоніями молекул, здатних до самовідтворення. Це й призвело до формування перших по-справжньому автономних біологічних систем — протобіонтів (від грец. протос — перший і біос)



# Висновок:

## 3. Утворення комплексів білків і нуклеїнових кислот (поява реакції матричного синтезу, виникнення ліпідних мембран)

- Виникнення спадкового апарату (спочатку РНК, а потім ДНК), які забезпечували усі матричні процеси
- Симбіоз коацерватів із колоніями молекул, здатних до самовідтворення
- Результат: формування перших по-справжньому автономних біологічних систем **протобіонтів** (від грец. *протос*-перший), тобто завершення процесу хімічної еволюції



# Утворення протобіонтів

- 4. Поява перших біологічних систем і організмів. Саме поява протобіонтів, як вважають, завершила процес хімічної еволюції. Одні дослідники розглядають їх як неживі субстанції, інші — як дуже примітивні живі істоти зі своєю еволюцією. За час існування протобіонтів утворилися справжні ферменти, різко зросла стійкість матричного синтезу й почали утворюватися клітинні мембрани. Саме з них понад 3,5 млрд років тому виникли архебіонти (від грец. археос — стародавній і біос) — перші організми. Як вважається, вони вже мали три основних клітинних компоненти: клітинну мембрану, цитоплазму, генетичний апарат. В архебіонтів з'явилися електрон-транспортні ланцюги, виникли реплікація нуклеїнових кислот і біосинтез білка, які здійснювалися на основі генетичного коду.



# Утворення археобіонтів

- Як вважається, вони вже мали три основних клітинних компоненти: клітинну мембрану, цитоплазму, генетичний апарат. В археобіонтів з'явилися електрон-транспортні ланцюги, виникли реплікація нуклеїнових кислот і біосинтез білка, які здійснювалися на основі генетичного коду.

археобіонти, є спільними предками усіх нині куїснуючих організмів



# Висновок:

## 4. Поява перших біологічних систем і організмів

Протобіонти - неживі субстанції чи дуже примітивні істоти зі своєю еволюцією.

В протобіонтів утворилися: справжні ферменти, різко зросла стійкість матричного синтезу, почали утворюватися клітинні мембрани





# Біогенез

- Першими і найбільш вазливими подіями біогенезу після виникнення фотосинтезу і аеробного типу обміну слід вважати появу прокаріот і багатоклітинності.





# Виникнення еукаріот

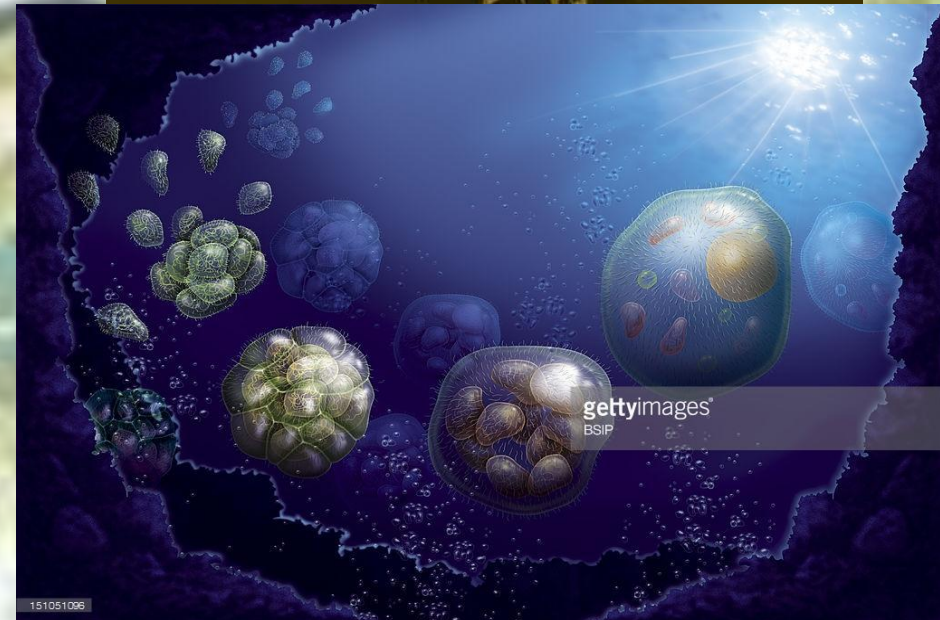
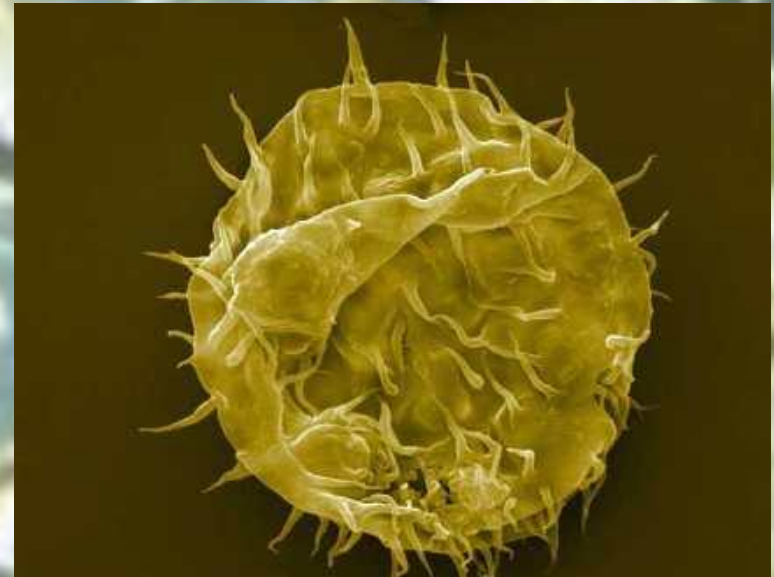


- З археобіонтів в інтервалі від 3,5 до 3,0 млрд років тому розвинулися численні прокаріотів. Про це свідчить наявність як слідів їх діяльності, так і достовірних мікрокопалін в шарах того часу.
- Перші прокаріотів за своїми розмірами і, ймовірно, клітинною будовою нічим не відрізнялися від сучасних гетеротрофних бактерій. Оскільки зараз бактерії всюдишчі і живуть в прісній і морській воді, в гарячих джерелах, температура яких вище  $100^{\circ}\text{C}$ , в ґрунті, гірських породах, повітрі, всередині інших організмів, то цілком можна припустити, що перші прокаріоти виникли незалежно в різних середовищах існування.
- Вважають, що спочатку з'явилися первинні гетеротрофи, що жили органічною речовиною «первинного бульйону», згодом виникли хемоавтотрофні організми і тільки після них - авто трофні.
- Перехід на фотосинтез запусив процес накопичення органічної речовини на Землі за рахунок енергії Сонця. Це призвело до різкого збільшення біомаси і появи так званих вторинних гетеротрофів, які вже харчувалися не речовиною первинного бульйону, а поїдали інших прокаріотів або продукти їх розпаду.  
Оскільки протягом першого мільярда років життя на Землі атмосфера містила мало кисню, який утворився в результаті хімічних реакцій то, очевидно, перші фототрофи здійснювали анаеробний фотосинтез. Вважають, що процес поглинання сонячної енергії з подальшим виділенням кисню почався близько 2,5 млрд років тому і був пов'язаний з масовим розвитком ціанобактерій, в яких, як у водоростей і вищих рослин, фотосинтез відбувається з виділенням кисню. Як наслідок поступово стала утворюватися атмосфера з вмістом кисню. В результаті велика частина анаеробних прокаріотів вимерла, а період з 2 до 1,5 млрд років тому став часом інтенсивної еволюції різних аеробних груп прокаріот.



# Еволюція еукаріот

- Подальша еволюція прокариот пов'язана з освоєнням нового середовища існування - суші, де згодом сформувалася величезна кількість видів різноманітних ґрунтових бактерій, багато гетеротрофних бактерій стали паразитами і коменсалами ) багатоклітинних еукаріот.
- Якщо перші є ворогами еукаріотичних організмів, викликаючи у них хвороби, то другі виявилися незамінними супутниками, без яких неможливе функціонування організмів рослин і тварин. Обидві ці групи бактерій еволюційно молодше своїх господарів, в тому числі ссавців і людини. Зараз на Землі живе не менше 20 тис. видів над царства Прокаріоти.





# Еволюція еукаріот

- Найбільш популярна в даний час симбіотическая гіпотеза походження еукаріотів, згідно з якою (рис. 1.4) основою, або клітиною-господарем, в еволюції клітини еукаріотичного типу послужив анаеробний прокариот, здатний лише до амебоїдному руху. Перехід до аеробного дихання пов'язаний з наявністю в клітині мітохондрії, які відбулися шляхом змін симбіонтів - аеробних бактерій, що проникнули в клітку-господаря і співіснували з нею.

- Згідно інвагінаційній гіпотезі, предковою формою еукаріотичної клітини був аеробний прокариотів (рис. 1.4). Усередині такої клітини-господаря перебувало одночасно кілька геномів, але спочатку прикріплюється до клітинної оболонці. Органели, що мають ДНК, а також ядро, виникли шляхом втягивання і отшнуровування ділянок оболонки з подальшою функціональною спеціалізацією в ядро, мітохондрій, хлоропласти. У процесі подальшої еволюції відбулося ускладнення ядерного генома, з'явилася система цитоплазматических мембран.

Інвагінаційний гіпотеза добре пояснює наявність в оболонках ядра, мітохондрій, хлоропластів, двох мембран. Однак вона не може відповісти на питання, чому біосинтез білка в хлоропластах і мітохондріях в деталях відповідає такому в сучасних прокариотических клітинах, але відрізняється від біосинтезу білка в цитоплазмі еукаріотичної клітини.





# Поява багатоклітинних організмів

Єдиної точки зору серед вчених щодо походження багатоклітинних не існує. Найбільш загально визнаними є дві гіпотези походження Metazoa: *гіпотеза гастрей* Е. Геккеля (1874) та *гіпотеза фагоцителі* І. Мечникова (1886).

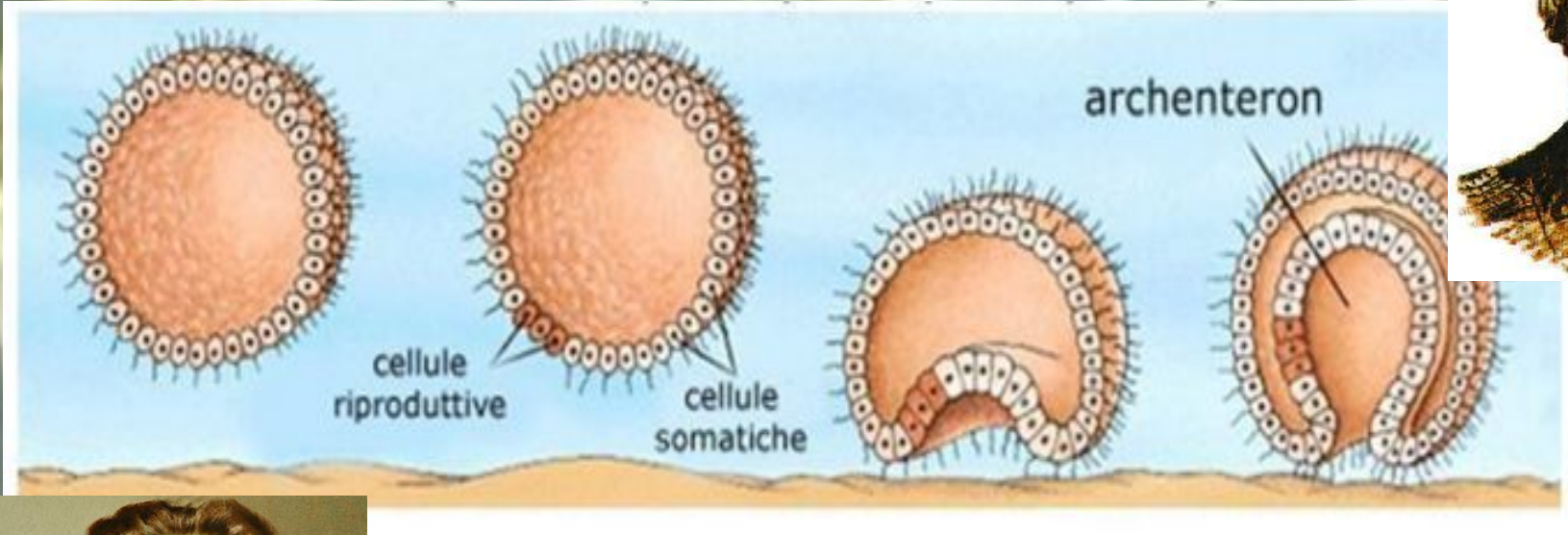
- **Е. Геккель** стверджував, що віддаленим предком багатоклітинних була кулеподібна колонія джгутикових одноклітинних. Спираючись на дані ембріології, Е. Геккель вважав, що в процесі еволюції спочатку виникли одноклітинні амебоподібні організми - *цитеї*, які об'єдналися в колонії - *бластеї*, що плавали в товщі води за допомогою джгутиків. Згодом одна частина колонії впиалася всередину, і таким чином виникав двошаровий організм із кишковою порожниною, що відкривалася назовні ротом - *гастрей*. Аналогічно при розвитку зародка із заплідненої яйцеклітини спочатку розвивається шляхом дроблення багатоклітинна одношарова стадія - *бластула*, потім шляхом впинання її стінок утворюється двошарова *гаструла*. Тому ця точка зору одержала назву *гіпотези гастрей*. Такий гіпотетичний предок - *гастрей* - плавав за допомогою джгутиків, які мав зовнішній шар клітин, а внутрішній вистилав кишечник і виконував функцію травлення. Цей предок розмножувався статевим шляхом і дав початок багатоклітинним організмам. Подібну будову мають кишковопорожнинні, від яких, на думку Геккеля, виникли всі інші багатоклітинні.

**І. Мечников**, вивчаючи онтогенез нижчих багатоклітинних, помітив, що їх ентодерма утворюється не шляхом впинання зовнішнього шару, а внаслідок проникнення окремих клітин у порожнину бластули. З них і розвивається спочатку нещільний, а потім більш щільний внутрішній шар. І. Мечников, як і Е. Геккель, вважав, що Metazoa розвинулись із колонії джгутикових. Однак утворення внутрішнього шару відбулося не шляхом впинання зовнішнього шару, а внаслідок заповзання окремих клітин стінки колонії в її порожнину. Цей процес був пов'язаний із внутріклітинним травленням (фагоцитозом), яке й здійснювали окремі клітини, що проникали в порожнину колонії. Тому І. Мечников і назвав гіпотетичного предка багатоклітинних *фагоцителою*.

Отже, спільним для обох гіпотез є те, що предковою групою багатоклітинних визнаються колоніальні джгутикові. Від фагоцителоподібних предків, на думку Мечникова, походять губки та кишковопорожнинні.



# • Теорія Гастреї



# • Теорія фагоцители

