



# Vi sinh vật trong tự nhiên, trong đời sống, sản xuất của con người

Bởi:

Ngô Tự Thành

## Khái niệm mở đầu về vi sinh vật

Vi sinh vật là những cơ thể rất nhỏ bé, mà đa số không được nhìn thấy bằng mắt thường. Chúng bao gồm nhiều loại cơ thể, khác nhau rất cơ bản về mức độ tổ chức tế bào và lịch sử tiến hóa, cũng như về ý nghĩa thực tiễn.

Những nhóm vi sinh vật chủ yếu là: vi khuẩn (bacteria), cổ khuẩn (archaea), nấm (fungi), tảo (algae), động vật nguyên sinh (protozoa), và virus (viruses).

Riêng virus là những thực thể chưa có cấu tạo tế bào, các vi sinh vật khác đều thuộc một trong hai loại tế bào: tế bào chưa có nhân điển hình – hay tế bào procaryot (procaryotic cells) và tế bào có nhân điển hình – hay tế bào eucaryot (eucaryotic cells).

Trong phần này của chương, chúng ta sẽ đề cập vắn tắt đến một số nhóm lớn hoặc nhóm nhỏ vi sinh vật trên cả hai phương diện khoa học và thực tiễn.

## Vi sinh vật trong cây chủng loại phát sinh chung của sinh giới

Trái đất của chúng ta đã có 4,6 tỉ năm tuổi. Người ta đã tìm thấy những hóa thạch của procaryot có độ tuổi 3,5 – 3,8 tỉ năm. Sự sống của các cơ thể procaryot đã xuất hiện một thời gian ngắn sau khi trái đất nguội bớt đi. Rất có thể các cơ thể procaryot đầu tiên có lối sống kỵ khí. Sau đó, tới cách đây khoảng 2,5 – 3 tỉ năm thì xuất hiện một nhóm procaryot khác là vi khuẩn lam (cyanobacteria) với sự quang hợp sản sinh ra oxy. Từ đó, với sự có mặt của oxy, thì vi sinh vật ngày càng đa dạng

Dựa trên trình tự nucleotit của ARN ribosom ( $ARN_r$ ), Carl Woese và cộng sự cho rằng các cơ thể procaryot đã tiến hóa thành hai nhóm khác nhau từ rất sớm. Trên hình 19.3–31 trình bày cây chủng loại phát sinh của sinh giới theo ý tưởng của Woese và cách trình

Vi sinh vật trong tự nhiên, trong đời sống, sản xuất của con người

bày của Prescott. Theo đó, cây chủng loại phát sinh chung chia thành ba cành chính đại diện cho ba nhóm nguyên thủy: vi khuẩn (bacteria), cổ khuẩn (Archaea), và sinh vật có nhân thật (Eucarya). Vi khuẩn và cổ khuẩn phân hóa tách khỏi nhau trước, rồi sau đó sinh vật có nhân thật xuất hiện. Ba nhóm nguyên thủy này được gọi là ba lãnh giới (domain), mỗi lãnh giới gồm nhiều ngành (phylum), và giới (kingdom). Theo cách sắp xếp trước đây thì các giới nằm trong ba lãnh giới này.

**Hình 19.3 – 31. Cây chủng loại phát sinh chung của sinh giới.** Các mối quan hệ được xác định dựa trên sự so sánh trình tự nucleotit của ARN ribosom. Cây được xây dựng theo ý tưởng của J. Olsen và C.R. Woese, với cách trình bày của Prescott và cộng sự. Nguồn: 31

Một cách vắn tắt nhất, ba lãnh giới khác nhau về các đặc điểm căn bản nhất, đó là về nhân, về ARN<sub>r</sub>, và về lipit của màng tế bào. Tế bào vi khuẩn và cổ khuẩn đều chưa có nhân thật mà chỉ có một cấu trúc tương đương nhân, được gọi là thể nhân (nucleotit, nuclear body) thể này không có màng bao quanh. Trong khi đó ở các sinh vật có nhân thật sự thì nhân này có màng kép bao bọc. ARN<sub>r</sub> và lipit màng của chúng cũng khác nhau. Ngoài ra là hàng loạt sự khác nhau khác giữa ba lãnh giới.

Thuộc về... đề chi vi khuẩn thật. [BDGV, 126-128]

## Những đặc tính chung của vi sinh vật

### Kích thước nhỏ bé

Vi sinh vật thường là những cơ thể đơn bào, nên khi nói về kích thước của vi sinh vật cũng là nói về kích thước tế bào của chúng. Thông thường vi sinh vật có kích thước tế bào từ 1 đến 10 micromet ( $1 \mu\text{m} = 10^{-3} \text{mm}$ ), tùy theo chúng thuộc nhóm procaryot hay eucaryot, trong khi tế bào thực vật hay tế bào động vật có đường kính khoảng 100  $\mu\text{m}$  (khoảng 1.1 – 40). Tuy nhiên với những phát hiện gần đây thì có những tế bào procaryot rất nhỏ hoặc rất lớn – lớn hơn cả tế bào eucaryot thông thường. Dưới đây là một vài số liệu về kích thước của vi khuẩn.

Nhỏ nhất và...

Điều cần nhận ra là kích thước rất nhỏ bé của vi sinh vật có những ý nghĩa rất quan trọng về hình thái học, về hoạt tính và tính linh động trong trao đổi chất, về sự phân bố sinh thái; và chúng ta phải có những phương pháp làm việc đặc biệt với chúng trong phòng thí nghiệm. Ở một góc độ khác cũng cần thấy rằng mặc dù kích thước rất nhỏ bé, vi sinh vật vẫn thực hiện rất hữu hiệu mọi chức năng mà mỗi cơ thể đa bào thực hiện: hấp thụ và tiêu hóa chất dinh dưỡng, thu nhận năng lượng, sinh tổng hợp, tích lũy chất dự trữ, tiếp nhận và xử lý các tác động của môi trường, chuyển sang giai đoạn nghỉ trong những điều kiện môi trường bất lợi.

Vi sinh vật trong tự nhiên, trong đời sống, sản xuất của con người

## Vi sinh vật là một hợp phần của môi trường sống

Vi sinh vật do có kích thước hiển vi và do có nhiều khả năng sinh học rất đặc biệt mà tồn tại ở hầu khắp mọi nơi trên trái đất: ngay xung quanh chúng ta (đất, nước, không khí, đồ dung, thực phẩm), và ngay trên bề mặt cơ thể, trong cơ thể chúng ta (trên da, trong xoang miệng, xoang ruột...)

Trong tự nhiên, ở những môi trường bình thường – nơi có các điều kiện thuận lợi cho hầu hết cơ thể sống (về chất dinh dưỡng, nhiệt độ, pH, oxi...) – thì có một khu hệ vi sinh vật phong phú về chủng loại và đông đúc về số lượng. Ví dụ: trong 1gam đất ở tầng canh tác có thể có tới khoảng hơn 20 tỷ vi khuẩn, vài chục triệu vi nấm, vài chục nghìn vi tảo; trên cơ thể chúng ta, trong 1cm<sup>2</sup> da của vùng trán có thể có tới bốn mươi nghìn vi khuẩn *Staphylococcus epidermidis*, còn ở vùng các ngón chân thì số vi khuẩn này là hơn một triệu; đó là chưa kể các vi sinh vật khác.

Đặc biệt, ở những môi trường cực trị (extreme environments), nơi mà mọi động vật và thực vật không thể tồn tại, thì vẫn có một số vi sinh vật sinh trưởng

Các môi trường cực trị ấy là những nơi có một hay nhiều điều kiện rất khắc nghiệt như nhiệt độ rất cao hoặc rất thấp, pH rất axit hoặc rất kiềm, độ mặn cao, áp suất cao, nghèo dinh dưỡng, không có oxi...

Riêng về nhiệt độ, những giới hạn trên về nhiệt độ đối với cổ khuẩn (Archaea), vi khuẩn (bacteria), và vi sinh vật có nhân thật (eukaryotic microorganisms) là 113, 95, và 62°C, theo thứ tự, trong khi đó hầu hết động vật và thực vật không thể sinh trưởng ở trên 50°C.

Một vài ví dụ về các vi sinh vật sống trong các môi trường cực trị được nêu ra dưới đây.

- Cổ khuẩn *Pyrolobus fumari* có khoảng nhiệt độ sinh trưởng từ 90 đến 113°C, trong đó nhiệt độ tối ưu ở 105°C, sống tại các “cột khói đen” ở các vùng biển sâu trên 1000m
- Cổ khuẩn *Cenarchacum symbiosum* thuộc nhóm ưa lạnh (psychrophiles) sinh trưởng nhanh nhất ở nhiệt độ 15°C hoặc thấp hơn – được phân lập ở ngoài khơi bờ biển California
- Cổ khuẩn *Thermoplasma volcanium* sinh trưởng tối ưu ở 55°C và pH 2, được phân lập từ các vùng có núi lửa ở nhiều nơi trên thế giới.
- Các loài cổ khuẩn *Picrophilus oshimae* và *P. toridus* thuộc nhóm cực kì ưa axit (extreme acidophile) – có pH tối ưu cho sinh trưởng là 3 hoặc thấp hơn nữa – đã được phân lập từ những vùng có núi lửa ở miền bắc Nhật Bản
- Những vi sinh vật cực kì ưa kiềm (extreme alkalophiles) sinh trưởng tối ưu ở pH 10 hoặc cao hơn. Trong số này, nhiều chủng *Bacillus* đã được phân lập từ các môi trường sống pH>10, như các suối kiềm và các hồ giàu cacbonat.

Những chủng *Bacillus* này có thể sinh trưởng ở pH 11. Ngoài ra người ta cũng quan sát thấy các cơ thể giống *Bacillus* ở trong ruột già của một loài mối ăn đất – nơi có điều kiện rất kiềm, pH tới 12, mặc dù chưa biết rõ những cơ thể này có hoạt tính trao đổi chất hay không.

- Những vi sinh vật cực kì ưa mặn (extreme halophiles) sinh trưởng được trong khoảng nồng độ muối 2,0 – 5,2 M, với nồng độ tối ưu là 3M. Trong số này có loài cổ khuẩn *Halobacterium lacusprofundi* và một số loài tảo lục *Dunaliella* sinh trưởng ở Hồ Sâu (Deep Lake) thuộc Nam Cực – nơi có nồng độ muối 4,5M và nhiệt độ dưới 0°C trong 8 tháng mỗi năm. Với các cực trị về nhiệt độ, độ muối, lực ion và về năng suất sản xuất bậc một ( $10^0 \text{ g.C/m}^2/\text{năm}$ ) thì Hồ Sâu được coi là một trong những môi trường sống khắc nghiệt nhất trên trái đất.
- Tại các vùng biển sâu (sâu hơn 1000m), không những áp suất nước rất lớn (khoảng 1100 atm), mà nhiệt độ thì rất lạnh (<5°C), hầu như không có ánh sáng và rất nghèo dinh dưỡng (oligotrophic). Tuy nhiên, tại các “cột khói đen” (“black smoker”) trong vùng biển sâu thì nhiệt độ lại rất cao (270-380°C) và chất dinh dưỡng rất dồi dào. Vì thế tại vùng biển sâu có hai nhóm vi sinh vật ưa áp suất nước (barophiles) sinh trưởng: một nhóm gồm các vi khuẩn ưa lạnh – ưa áp suất hoặc cực kì ưa áp suất [psychophilic (extreme) barophilic bacteria], và một nhóm gồm các cổ khuẩn cực kì ưa nhiệt – ưa áp suất (hyperthermobarophilic archaea). Nhóm đầu chủ yếu gồm 5 chi của  $\gamma$ -proteobacteria: *Photobacterium*, *Shewanella*, *Colwenia*, *Moritella*, và một nhóm mới chứa chủng CNPT3, cũng như chủng DSK25 thuộc chi *Bacillus*. Trong nhóm thứ hai thì có *Pyrococcus* spp
- Các cổ khuẩn sinh metan (methanogenic Archaea, methanogens) là một nhóm ưa cực trị đặc biệt bởi sự đa dạng về các điều kiện cực trị mà các thành viên của nhóm thích ứng với:
- Một số sống ở nhiệt độ gần độ không của Nam Cực, như *Methanococoides burtonii* và *Methanogenium frigidum*, còn số khác thì sống ở 110°C trong các giếng thủy nhiệt (hydrothermal vents) ở đáy đại dương, như *Methanopyrus kandleri*, *Methanothermus fervidus*, *Methanoremus sociabilis*, *Methanococcus jannaschii*, và *Methanococcus igneus*.
- Phạm vi rộng về độ muối, từ nước ngọt đến nước biển bão hòa muối. *Methanohalobium evestigatum* được phân lập từ một thảm vi sinh vật ở Hồ Sivash và sinh trưởng ở pH trung tính, độ mặn cao (2,6 – 5,1 M)
- Phạm vi pH rộng, từ kiềm đến axit: *Methanosalsus zhilinaeae* thì ưa kiềm (pH 8,2 – 10,3), còn *Methanosarcina* sp. thì ưa axit (pH 4 – 5).
- Các vi sinh vật dinh dưỡng ít (oligotrophs) được hiểu là những vi sinh vật sinh trưởng trong một môi trường nghèo dinh dưỡng (chứa 0,2 – 16,8 mg cacbon hữu cơ hòa tan/L). Vi khuẩn siêu hiển vi (ultramicrobacterium) dinh dưỡng ít *Sphingomonas* sp., chủng RB2256, là một trong số đó, được phân lập từ vịnh Resurrection, Alaska.

Vi sinh vật trong tự nhiên, trong đời sống, sản xuất của con người

- *Deinococcus radiodurans* là một vi khuẩn đề kháng bức xạ, nó có thể sống sót ở nhiệt độ chiếu xạ đủ giết chết hầu hết các loại bào tử là 3 000 000 rad (trong khi liều gây chết với người là 500 rad). Vi khuẩn này được phân lập lần đầu năm 1956 từ hộp thịt đã chiếu xạ bằng tia  $\gamma$ . Sau đó, các loài *Deinococcus* đã được tìm thấy trong bụi, trong thịt chế biến, trong dụng cụ y tế, vải, thực phẩm khô, phân động vật. Tuy vậy, chúng ta vẫn chưa biết rõ nơi sống tự nhiên của vi khuẩn này.
- Một số vi sinh vật ưa các điều kiện cực trị khác như tính độc của dung môi hữu cơ, của hydrocacbon, của kim loại nặng: Vi khuẩn *Rhodococcus* sp. có thể sinh trưởng trên benzene như nguồn cacbon duy nhất
- Các cổ khuẩn ưa mặn, nấm *Xeromyces bisporus*, và các vi sinh vật sống trong đá (endolithic microorganisms) được coi là nhóm ưa khô hạn (xerophiles) hoặc chịu được khô hạn (xerotolerants).

### Vai trò của vi sinh vật trong tự nhiên

Vật chất trong tự nhiên luôn tuần hoàn: chuyển từ dạng vô cơ sang dạng hữu cơ và ngược lại. Trong quá trình tuần hoàn ấy, các cơ thể sống được chia thành ba nhóm tùy theo vai trò của chúng:

- Toàn bộ cây xanh và các vi sinh vật quang dưỡng tổng hợp các chất hữu cơ từ cacbondioxit nhờ sử dụng năng lượng mặt trời, nên được gọi là *sinh vật sản xuất*
- Toàn bộ động vật thì sử dụng phần lớn sinh khối sơ cấp vào việc tạo ra năng lượng và một phần nhỏ vào việc tổng hợp sinh khối của chúng, nên được gọi là *sinh vật tiêu thụ*
- Nấm và vi khuẩn có vai trò tích cực trong sự phân hủy chất hữu cơ của mọi động vật, thực vật thành chất vô cơ (sự vô cơ hóa hay sự khoáng hóa, mineralization), do đó được gọi là *sinh vật phân hủy*. Nấm thì đóng vai trò này trong môi trường đất, còn vi khuẩn thì trong cả môi trường đất và môi trường nước.

Như vậy, các cơ thể sống tham gia vào sự tuần hoàn vật chất trong tự nhiên bằng cách làm cho vật chất ấy tuần hoàn từ dạng vô cơ sang dạng hữu cơ và ngược lại, thông qua các phản ứng khử và phản ứng oxi hóa. Các phản ứng khử và oxi hóa do các cơ thể sống thực hiện ấy cùng các quá trình không sinh học dẫn đến chu trình sinh địa hóa (biogeochemical cycles) là sự tuần hoàn của toàn bộ các nguyên tố trong nội bộ một phần hoặc giữa các phần của hệ sinh thái khổng lồ của chúng ta (trái đất), gồm khí quyển, thủy quyển, thạch quyển, và sinh quyển.

Vi sinh vật trong tự nhiên, trong đời sống, sản xuất của con người

## **Vai trò của vi sinh vật trong đời sống và sản xuất của con người**

Chính nhờ sự vô cơ hóa chất hữu cơ mà các nguyên tố trong chất hữu cơ được trở về dạng vô cơ để trả về cho khí quyển và cho đất hay nước, do đó, sự sống không bị ngừng trệ: nhiều khí vô cơ được trả về khí quyển, trong đó CO<sub>2</sub> được dùng cho cây xanh thực hiện quang hợp, nhiều chất vô cơ được trả về đất và nước trong đó các muối của N,P,S được cơ thể sống hấp thụ để tổng hợp trở lại các chất hữu cơ.

Cũng chính bằng sự vô cơ hóa mà vi sinh vật tham gia vào sự tự làm sạch các tghuyr vực bị ô nhiễm hữu cơ ở mức vừa phải, cũng như tham gia vào sự phân hủy xác sinh vật và chất hữu cơ vẫn xảy ra tự nhiên trong đất, làm cho mặt đất chúng ta đang sống nói chung không bị ngập tràn trong xác động vật thực vật thậm chí không còn chỗ cho chúng ta sống. Mặt khác, sự vô cơ hóa nhờ vi sinh vật là cơ sở của hầu hết các quá trình xử lý sinh học (bioremediations) đối với các môi trường nước và đất.

Trong chương 4 chúng ta sẽ xem xét sự tuần hoàn của các nguyên tố quan trọng hàng đầu đối với sự sống: C, N, P, S, Fe, và Mn.