



Dinh dưỡng của vi sinh vật

Bởi:

Ngô Tự Thành

Mở đầu

Tế bào vi sinh vật cũng là những thực thể vật chất của các nguyên tố hóa học. Tuy nhiên, đó là các thực thể sống (cơ thể sống), chúng có quá trình trao đổi vật chất và năng lượng với môi trường ngoài để tồn tại và sinh trưởng. Quá trình trao đổi vật chất và năng lượng ấy bao gồm sự thu nhận vật chất từ bên ngoài vào để phân hủy chúng nhằm tạo ra năng lượng cho tế bào (nếu không lấy năng lượng ánh sáng), và tổng hợp lại (mới) thành các hợp phần của tế bào. Như vậy cơ thể cần phải được cung cấp các nguyên liệu thô hay còn gọi là các chất dinh dưỡng. Các chất *dinh dưỡng (nutrients)* là những chất được dùng cho sinh tổng hợp và/ hoặc để tạo năng lượng cho tế bào, có nghĩa là chúng cần thiết cho sinh trưởng của tế bào và cơ thể. Có thể hiểu theo nghĩa rộng, dinh dưỡng (nutrition) là toàn bộ các quá trình hấp thụ các chất vô cơ và hữu cơ từ môi trường ngoài vào tế bào, và đào thải cặn bã của sự chuyển hóa ấy ra khỏi tế bào. Quá trình chuyển hóa (metabolism) gồm sự phân hủy các chất đã hấp thụ để giải phóng năng lượng và sự tổng hợp các chất của tế bào thì tiêu tốn năng lượng. Sự hấp thụ và sự thải bỏ các chất cũng tiêu tốn năng lượng. Tế bào cần phải hấp thụ tất cả các chất dinh dưỡng chứa các nguyên tố mà tế bào vốn có. Nói cách khác, nhu cầu dinh dưỡng phản ánh thành phần nguyên tố của tế bào.

Trong nghiên cứu và trong sản xuất, người ta nuôi vi sinh vật trên các môi trường dinh dưỡng, nơi chứa các chất cần thiết mà chúng có thể hấp thụ để có thể tồn tại và sinh sống được. Trên các môi trường dinh dưỡng, vi sinh vật được nuôi thành dạng thuần khiết (chủng thuần khiết) để nghiên cứu các đặc tính của chúng, cũng như để thu nhận thêm các sản phẩm của chúng nhờ một quá trình sản xuất công nghiệp nào đó.

Thông thường các phân tử chất dinh dưỡng không thể đi vào tế bào theo cơ chế khuếch tán thụ động, chúng phải được vận chuyển vào tế bào nhờ ba cơ chế khác, theo đó các protein vận chuyển nằm trong màng tế bào đóng vai trò quan trọng. Về phần các vi sinh vật eucaryot thì chúng còn có thể sử dụng cơ chế nhập nội bào (endocytosis)

Câu hỏi :

1. Định nghĩa chất dinh dưỡng (nutrients) và sự dinh dưỡng (nutrition).

2. Khái niệm chất dinh dưỡng và sự dinh dưỡng ở đây được dùng riêng cho vi sinh vật hay cho cả thực vật, động vật?
3. Vì sao tế bào cần thực hiện dinh dưỡng?
4. Hiểu sơ bộ thế nào là môi trường dinh dưỡng của vi sinh vật?
5. Việc nuôi vi sinh vật trên các môi trường dinh dưỡng nhằm những mục đích thực tiễn gì?
6. Các protein vận chuyển là thành phần của màng tế bào có vai trò gì trong sự dinh dưỡng của tế bào?

Thành phần nguyên tố của tế bào liên quan đến nhu cầu dinh dưỡng

Thành phần nguyên tố của tế bào

Mọi tế bào đều chứa 10 – 12 nguyên tố đa lượng và rất nhiều nguyên tố vi lượng. Các nguyên tố đa lượng cần được cung cấp với lượng lớn, vì chúng tham gia vào các hợp chất hóa học chiếm lượng lớn trong tế bào, như các cacbohydrat, các lipit, các protein, và các axit nucleic. Những nguyên tố vi lượng thì chỉ cần được cung cấp với lượng rất nhỏ, vì chúng tham gia vào các hợp phần hóa học chiếm lượng nhỏ trong tế bào, như các enzym và các cofacto. Trong [\[link\]](#) dưới đây có nêu ra tỷ lệ % của từng nguyên tố đa lượng và các nguyên tố vi lượng so với sinh khối khô của vi sinh vật.

Thành phần nguyên tố của sinh khối vi sinh vật

% trọng lượng khô b			
Trung bình	Phạm vi		
Nguồn điển hình được dùng cho vi sinh vật trong môi trường			
Cacbon	50	45 ^c – 58 ^d	CO ₂ , chất hữu cơ
Oxy	21	18 ^e – 31 ^f	H ₂ O, O ₂ , chất hữu cơ
Nitơ	12	5 ^g – 17 ^h	NH ₃ , NO ₃ ⁻ , chất hữu cơ
Hydro	8	6 ^g – 8 ^h	H ₂ O, chất hữu cơ

Photpho	3	1,2 ⁱ – 10	PO ₄ ³⁻ , P hữu cơ
Lưu huỳnh	1	0,3 – 1,3	SO ₄ ²⁻ , H ₂ S, S hữu cơ
Kali	1	0,2 ^k – 5 ^l	K ⁺ (thường có thể thay bằng Rb ⁺)
Natri	1		Na ⁺
Canxi	1	0,02 – 2,0	Ca ²⁺
Clo	0,5		Cl ⁻
Sắt	0,5	0,01 – 0,5	Fe ³⁺ , Fe ²⁺ , các phức chất hữu cơ của sắt.
Magie	1		Mg ²⁺
Tổng các nguyên tố vi lượng (Mo, Ni, Co, Mn, Zn, W, Se, v.v...)	0,5		Được hấp thụ dưới dạng các ion vô cơ.

1. Theo các số liệu của Tempest (1969), Pirt (1975), Herbert (1976), của phòng thí nghiệm của T. Egli – trong The Desk Encyclopedia of Microbiology (2004), và của H.G.Schlege; (2007).
2. Các tế bào chứa nước tới 70% và vật chất khô chỉ 30%, theo trọng lượng. Các số liệu trung bình ở đây là của các tế bào gram âm được sinh trưởng trong sự nuôi gián đoạn với sự dư thừa mọi chất dinh dưỡng, ở μ_{max} .
3. Các tế bào được nuôi với sự giới hạn nguồn cacbon, chúng không chứa chất dự trữ.
4. Các tế bào được nuôi với sự giới hạn nguồn nitơ và dư thừa nguồn cacbon, chúng tích lũy PHA hoặc glycogen.
5. Các tế bào sinh trưởng với sự giới hạn nguồn nitơ và tích lũy các lipit trung tính.
6. Các tế bào sinh trưởng với sự giới hạn nguồn nitơ và tích lũy glycogen.
7. Như mục d.
8. Những tế bào sinh trưởng với μ cao, chúng chứa nhiều ARN_r.
9. Những tế bào sinh trưởng với sự giới hạn P.
10. Những tế bào tích lũy chất dự trữ polyphotphat.
11. Báo tử của *Bacillus* gram dương.
12. Các trực khuẩn gram dương.
13. Các tế bào được nuôi với sự giới hạn magie, và có tốc độ sinh trưởng thấp.

Câu hỏi

1. Hiểu thế nào là các nguyên tố đa lượng, vi lượng của vi sinh vật?
2. Hãy đưa ra một tỷ lệ phần trăm gần đúng nói lên lượng nước và lượng vật chất không chứa nước trong tế bào vi sinh vật. Với tế bào các cơ thể khavns thì sao?
3. Hãy kể ra 6 nguyên tố chiếm lượng nhiều nhất trong tế bào vi sinh vật theo thứ tự giảm dần.
4. Hãy kể ra, càng nhiều càng tốt, những chất hoặc loại chất hay được dùng nhất để cung cấp các nguyên tố cho vi sinh vật.
5. Phân tích vì sao lượng cacbon trong tế bào của một phạm vi nào đó; nếu có thể, hãy đưa ra những con số cụ thể.
6. Hãy làm tương tự cho một vài nguyên tố đa lượng khác.

Nhu cầu dinh dưỡng của vi sinh vật

Môi trường dinh dưỡng

Để sinh trưởng trong điều kiện phòng thí nghiệm, vi sinh vật cần được cung cấp mọi nguyên tố tham gia vào vật chất tế bào, nghĩa là phải được cung cấp mọi chất là nguồn các nguyên tố ấy ở dạng có thể sử dụng được, hay là phải được cung cấp *một môi trường dinh dưỡng (nutrient medium)*, hay còn gọi là *môi trường nuôi (culture medium)*.

Thành phần của một môi trường dinh dưỡng đơn giản và một dung dịch gốc của các nguyên tố vi lượng được nêu trong [\[link\]](#) và [\[link\]](#). Như có thể thấy thông qua các bảng này, đa số các nguyên tố được đưa vào môi trường dưới dạng muối của chúng.

Thành phần của một dung dịch dinh dưỡng tổng hợp đơn giản

Chất	Lượng
Glucosơ	5,0 g
NH ₄ Cl	1,0 g
KH ₂ PO ₄	0,5 g
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,2 g
FeSO ₄ .7H ₂ O	0,01 g
CaCl ₂ .2H ₂ O	0,01 g
Nước	1000 ml
Dung dịch gốc của các nguyên tố vi lượng (bảng 4.3)	1,0 ml

Dung dịch gốc của các nguyên tố vi lượng

Chất	Lượng
CoCl ₂ .6H ₂ O	200 mg
MnCl. 4H ₂ O	100 mg
ZnCl ₂	70 mg
NaMoO ₄ .2H ₂ O	50 mg
NiCl ₂ .6H ₂ O	25 mg
NaSeO ₃ .5H ₂ O	3 mg
CuCl ₂ .2H ₂ O	2 mg
HCl (25%)	1 mg
Nước cất	1000 ml
Với một số vi sinh vật thì còn cần bổ sung vào dung dịch trên đây: NaVO ₃ .H ₂ O	10 mg
H ₃ BO ₃	6 mg
NaWO ₄ .2H ₂ O	3 mg

Nhu cầu dinh dưỡng cơ bản và nhu cầu dinh dưỡng bổ sung

Để sinh trưởng mọi vi sinh vật đều cần cung cấp một nguồn cacbon (thường cũng là nguồn năng lượng), một nguồn nitơ (vô cơ hoặc hữu cơ), và nguồn các chất kháng khác (đa lượng hoặc vi lượng). Nhu cầu về những chất như vậy được coi là *nhu cầu dinh dưỡng cơ bản*, bởi vì từ những “bộ ba” các chất như vậy, nhiều vi sinh vật tổng hợp được mọi chất của tế bào. Những vi sinh vật như vậy được gọi là *vi sinh vật nguyên dưỡng*, hay *cơ thể nguyên dưỡng (prototropho)*. Trong khi đó, một số vi sinh vật khác không thể tổng hợp được một số chất, thuộc loại các axit amin, các bazơ nitơ như purin và pyrimidin, hay thuộc loại các vitamin, từ những chất dinh dưỡng cơ bản trên đây. Những chất mà chúng không tổng hợp được thuộc loại ba nhóm chất vừa nêu, được gọi là *các chất dinh dưỡng bổ sung*, hay *các chất bổ sung* hay còn gọi là *các nhân tố sinh trưởng (growth factions)* Những vi sinh vật cần được bổ sung một nhân tố sinh trưởng nào đó vào môi trường chứa các chất dinh dưỡng cơ bản, để chúng có thể sinh trưởng, thì được gọi các *cơ thể trợ dưỡng*, hay các *cơ thể khuyết dưỡng (auxotrophs)*.

Các axit amin và các bazơ nitơ là những hợp phần của protein và axit nucleic, theo thứ tự, do đó nhu cầu của vi sinh vật về những chất này là khá lớn. Trái lại, các vitamin là hợp phần của các coenzym hoặc của nhóm thêm của các enzym, nên chỉ được tế bào đòi

Dinh dưỡng của vi sinh vật

hỏi với lượng rất nhỏ. Một ví dụ về nhu cầu vitamin của một số nhóm vi sinh vật được nêu trong [\[link\]](#).

Dung dịch vitamin cần cho
các vi khuẩn đất và vi
khuẩn nước

Vitamin	Lượng
Pyridoxamin	5,0 mg
Axit nicotinic	2,0 mg
Cyanocobakamin	2,0 mg
Thiamin	1,0 mg
4- aminibenzoat	1,0 mg
Pantotenat	0,5 mg
Biotin	0,2 mg
Nước cất	100 ml

2 – 3 ml dung dịch vitamin này được đưa vào 100ml dung dịch dinh dưỡng.

Câu hỏi :

1. Môi trường dinh dưỡng của vi sinh vật là gì?
2. Vì sao để chế tạo mọi môi trường dinh dưỡng đều cần phải dùng đến nước?
3. Hãy nói rõ vai trò của từng chất trong môi trường dinh dưỡng nêu ở bảng 4.2.
4. làm tương tự cho bảng 4.3.
5. đọc câu đầu tiên của mục 4.2.2.2 để trả lời:

a) Một nguồn cacbon, thông thường cũng là nguồn năng lượng cho tế bào, vậy:

- thông thường như vậy, tế bào lấy năng lượng từ đó bằng cách nào (đọc thêm 4.2.4 để được gợi ý).

- trường hợp nào là không thông thường, khi ấy tế bào phải giải quyết nhu cầu năng lượng của mình ra sao?

b) Giải thích ý “và các nguồn các chất khoáng khác”.

6. Có thể có khái niệm về “các chất dinh dưỡng cơ bản” của vi sinh vật được không? Nếu có thì đó là gì? Tại sao chúng có tính cơ bản?

7. Cũng hỏi như vậy cho thực vật và động vật.

8. Các vi sinh vật nguyên dưỡng là gì?

9. a) Thế nào là các chất dinh dưỡng bổ sung hay các nhân tố sinh trưởng?

b) Có mấy loại nhân tố sinh trưởng, vai trò của từng loại trong sinh trưởng.

10. Hãy chỉ ra chỗ sai lầm trong đoạn viết sau: “Nếu dùng môi trường dinh dưỡng có thành phần nêu ở bảng 4.2, nhưng nếu bỏ glucose đi chỉ để nuôi vi sinh vật thì vi sinh vật sẽ không sinh trưởng được. Do vậy glucose là nhân tố sinh trưởng đối với vi sinh vật ấy”.

11. a) Thế nào là các cơ thể trợ dưỡng hay các cơ thể khuyết dưỡng ?

b) Trong tiếng Việt, khi nói “trợ dưỡng” là có hàm ý gì và khi nói “khuyết dưỡng” có hàm ý gì?

12. Vì sao nhu cầu về vitamin của một vi sinh vật (nếu có) là nhỏ hơn nhiều so với nhu cầu về axit amin và bazơ nitơ của nó (nếu có).

Phân loại môi trường dinh dưỡng.

Phân loại dựa theo trạng thái vật lý

Theo các tính chất vật lý, có thể phân biệt:

- Môi trường lỏng, trong đó các chất dinh dưỡng được hòa tan trong dung dịch. Trong môi trường lỏng, nhất là ở trạng thái được khuấy động, vi sinh vật sinh trưởng tạo thành huyền dịch (suspension) của các tế bào tự do.

- Môi trường đặc (hay rắn) có chứa thêm thạch (agar) là chất tạo sự đông đặc sau khi bị đun nóng chảy và để nguội đến nhiệt độ phòng. Trên bề mặt môi trường đặc, từ một hay một vài tế bào đứng cạnh nhau (do được cấy vào hay do nhiễm vào ngẫu nhiên), vi sinh vật sẽ sinh trưởng thành khuẩn lạc (colony) là một tập hợp tế bào có thể nhìn thấy bằng mắt thường hoặc cũng có thể chỉ nhìn thấy dưới kính hiển vi (vi khuẩn lạc, microcolony).

Phân loại theo thành phần dinh dưỡng

Dựa theo thành phần dinh dưỡng, có thể phân biệt những loại môi trường sau đây:

- *Môi trường tổng hợp (synthetic medium), hoặc môi trường có thành phần xác định (defined medium):*

Một ví dụ về môi trường tổng hợp đơn giản đã được nêu trong bảng 4.2 trên đây. Qua đó thấy rằng nó có thành phần định tính và định lượng hoàn toàn xác định. Những môi trường như vậy được đề ra dựa trên việc nghiên cứu nhu cầu dinh dưỡng của từng nhóm vi sinh vật nhất định. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, không cần thiết phải dùng một môi trường có thành phần xác định như vậy, mà chỉ cần dùng một môi trường phức hợp (được mô tả dưới đây).

- *Môi trường phức hợp (complex medium)*

Công thức của một môi trường phức hợp khá thông dụng, được nêu trong [\[link\]](#). Những môi trường thuộc loại này chứa các chất dinh dưỡng như chất chiết từ nấm men, từ thịt, hoặc từ thực vật, hoặc các sản phẩm phân hủy protein từ các nguồn khác nhau. Thành phần hóa học chính xác của các chất chiết hoặc các sản phẩm phân hủy ấy thì thay đổi một chút qua mỗi lần chiết hoặc phân hủy, cho nên thường chúng ta cũng chỉ biết thành phần hóa học gần đúng của một môi trường phức hợp. Do vậy, chúng ta cũng không biết được các đặc tính dinh dưỡng chính xác của một môi trường phức hợp đang được sử dụng.

Công thức của thạch
dinh dưỡng của một
môi trường phức hợp
cho các vi khuẩn dị
dưỡng

Hợp phần	Lượng
Pepton	5,0 g
Cao thịt bò	3,0 g
Natri clorua	8,0 g
Thạch	15,0 g
Nước	1000 ml

Trong các môi trường phức hợp, nguồn cacbon (các chất hữu cơ vừa là nguồn cacbon, vừa là nguồn năng lượng), nguồn nitơ, lưu huỳnh, chủ yếu là protein. Tuy nhiên, phân tử protein thì lớn, tương đối khó tan, nên chỉ một số ít vi sinh vật có thể sử dụng trực tiếp. Do vậy, người ta thường dùng pepton để thay thế cho protein. Đó là một sản phẩm thủy phân protein không hoàn toàn, chứa các peptit ngắn hơn và dễ tan hơn nên được mọi vi sinh vật sử dụng. Về phần các nhân tố sinh dưỡng hữu cơ, chúng được cung cấp từ cao thịt (meat extract) hoặc cao nấm men (yeast extract). Những sản phẩm được gọi

là cao này được chế ra bằng cách dùng nước để chiết rút các vitamin và các chất khoáng từ thịt hoặc nấm men, rồi cho bay hơi nước để cô đặc những chất được chiết ra. Riêng cao nấm men thì rất giàu các vitamin nhóm B. Trong các cao đó còn chứa cả các nitơ hữu cơ và các hợp chất cacbon.

Trong nhiều trường hợp, mục đích của việc nuôi vi sinh vật chỉ đơn giản là thu lấy sinh khối của chúng; khi ấy việc dùng một môi trường phức hợp là dễ dàng hơn hoặc/ và nhanh hơn so với dùng một môi trường tổng hợp.

Thường thì một môi trường phức hợp không cần chứa các hóa chất tinh khiết, ời các hợp phần của nó đã chứa đủ lượng các chất dinh dưỡng cần thiết, kể cả các nguyên tố vi lượng. Một môi trường phức hợp ở dạng lỏng thì được gọi là *nước xuyết dinh dưỡng*, hay *nước dùng dinh dưỡng (nutrient broth)*, còn nếu ở dạng đặc (có thêm thạch) thì được gọi là *thạch dinh dưỡng (nutrient agar)*. Thuật ngữ sau cùng nghe có vẻ “không khoa học” bởi vì bản thân thạch không có giá trị dinh dưỡng đối với vi sinh vật (và cả đối với con người). Tuy vậy, đây là một trong những thuật ngữ đã được quen dùng.

- *Môi trường tối thiểu (minimal medium)* và *môi trường đầy đủ (complete medium)*:

“Tối thiểu” ở đây có nghĩa là khi môi trường này chỉ chứa những yếu tố không thể thiếu (nguồn cacbon, nguồn nitơ, nguồn các chất khoáng), mà không chứa một hay nhiều nhân tố sinh trưởng mà một vi sinh vật trợ dưỡng nào đó cần được cung cấp. Ngược lại, “đầy đủ” có hàm ý rằng có thêm cả một hay nhiều nhân tố sinh trưởng ấy. Môi trường tối thiểu có thể được sử dụng kết hợp với môi trường đầy đủ tương ứng, để cho phép nhận dạng một thể đột biến trợ dưỡng để dễ dàng phân lập nó. Khi ấy, huyền dịch hỗn hợp chứa thể hoang dại và thể đột biến được cấy trải trên một đĩa petri chứa môi trường đầy đủ (đĩa 1); toàn bộ các khuẩn lạc xuất hiện được chuyển sang một đĩa khác chứa môi trường tối thiểu tương ứng (đĩa 2), bằng phép “đóng dấu” (“in sao” các khuẩn lạc ấy từ đĩa nọ sang đĩa kia bằng một “con dấu”, theo đó vị trí tương đối của chúng không thay đổi). Một số vi khuẩn lạc của đĩa 1 sẽ không xuất hiện trên đĩa 2, đó chính là các khuẩn lạc của thể đột biến trợ dưỡng về nhân tố sinh trưởng liên quan.

Câu hỏi:

Hãy nhấn mạnh sự đối lập nhau (về tính chất vật lý, thành phần hóa học à công dụng) của các loại môi trường sau đây thành từng cặp: môi trường đầy đủ; môi trường lỏng; môi trường tổng hợp; môi trường tối thiểu; môi trường đặc; môi trường phức hợp.

Các kiểu dinh dưỡng của vi sinh vật

Cách thứ nhất để phân biệt các kiểu dinh dưỡng

Vi sinh vật, cũng như mọi sinh vật khác, đều phải tổng hợp chất hữu cơ cho mình, nghĩa là đều phải được cung cấp cacbon, hydro và oxy – những nguyên tố có mặt ở mọi chất hữu cơ. Ngoài ra, để tổng hợp chất hữu cơ và để thực hiện các chức năng khác chúng cần được cung cấp năng lượng hoặc tạo điều kiện để tự mình tạo ra năng lượng. Muốn tạo ra năng lượng, chúng phải thực hiện sự tách điện tử và proton ra khỏi một chất (nguồn điện tử), vận chuyển đến một loạt các chất nhận trung gian, rồi đến chất nhận điện tử cuối cùng. Như vậy, nếu chỉ dựa trên việc vi sinh vật sử dụng nguồn cacbon nào hoặc nguồn năng lượng nào, hoặc nguồn điện tử nào, thì có thể phân biệt các cặp kiểu dinh dưỡng như sau:

- *Tự dưỡng (auto trophy) và dị dưỡng (hetero trophy)*

Đó là hai kiểu dinh dưỡng sử dụng CO₂ làm nguồn cacbon duy nhất hoặc chủ yếu, và sử dụng nguồn cacbon hữu cơ, theo thứ tự. Tương ứng với hai kiểu dinh dưỡng ấy là các cơ thể tự dưỡng (autotrophs) và các cơ thể dị dưỡng (heterotrophs). *Thuộc về các cơ thể tự dưỡng gồm có: các cơ thể procaryot* như vi khuẩn lam, vi khuẩn lưu huỳnh màu lục, màu tím, vi khuẩn không lưu huỳnh màu lục, màu tím; *các cơ thể eucaryot* như thực vật. *Thuộc về các cơ thể dị dưỡng có: phần lớn các vi sinh vật, nhất là những vi sinh vật quanh chúng ta (trong đất, nước) và ngay trong cơ thể chúng ta; động vật (bao gồm cả con người).*

- *Quang dưỡng (phototrophy) và hóa dưỡng (chemotrophy)*

Đó là hai kiểu dinh dưỡng mà các cơ thể sử dụng năng lượng ánh sáng và sử dụng năng lượng hóa học, theo thứ tự. Năng lượng hóa học được sinh ra do sự oxy hóa các hợp chất hữu cơ hoặc vô cơ. Tương ứng với hai kiểu dinh dưỡng ấy là các cơ thể quang dưỡng (phototrophs) và các cơ thể hóa dưỡng (chemotrophs). Những cơ thể quang dưỡng bao gồm: *các cơ thể procaryot* như vi khuẩn lam (trước đây gọi là tảo lam – lục), vi khuẩn lưu huỳnh màu lục, vi khuẩn không lưu huỳnh màu lục, vi khuẩn lưu huỳnh màu tím, vi khuẩn không lưu huỳnh màu tím và *prochloron*; *các cơ thể eucaryot* như thực vật bậc cao, tảo đa bào màu lục, màu nâu và màu đỏ, tảo đơn bào (ví dụ các eugenoïd, các dinoflagellate, các diatom). *Những cơ thể hóa dưỡng bao gồm: các cơ thể procaryot* như vi khuẩn oxy hóa lưu huỳnh, vi khuẩn oxy hóa sắt, vi khuẩn sử dụng hydro, vi khuẩn nitrat hóa; *các cơ thể eucaryot* như động vật nguyên sinh, nấm, hầu hết vi khuẩn không quang dưỡng trong đó có hầu hết vi khuẩn gây bệnh và tất cả động vật kể cả con người.

- *Dinh dưỡng vô cơ (lithotrophy) và dinh dưỡng hữu cơ (organotrophy)*

Đó là hai kiểu dinh dưỡng trong đó cơ thể sử dụng chất vô cơ có tính khử và sử dụng các chất hữu cơ làm nguồn điện tử để sinh năng lượng, theo thứ tự. Điện tử tách ra từ những nguồn ấy được vận chuyển qua một loạt chất nhận trung gian đến chất nhận cuối cùng để sinh ra năng lượng. Tương ứng với hai kiểu cuối cùng để sinh ra năng lượng. Tương ứng với hai kiểu dinh dưỡng ấy là hai nhóm cơ thể: các cơ thể dinh dưỡng vô cơ (lithotrophs) và các cơ thể dinh dưỡng hữu cơ (organotrophs). *Các cơ thể dinh dưỡng vô cơ chỉ gồm một số cơ thể procaryot (vi khuẩn), như vi khuẩn oxy hóa lưu huỳnh, vi khuẩn oxy hóa sắt, vi khuẩn sử dụng hydro, vi khuẩn nitrat hóa. Trong khi đó thuộc về các cơ thể sinh dưỡng hữu cơ thì có cả các cơ thể procaryot và eucaryot, như động vật nguyên sinh, nấm, hầu hết vi khuẩn không quang dưỡng (trong đó có hầu hết các vi khuẩn gây bệnh) và tất cả động vật (kể cả con người).*

Như vậy, sự phân loại các kiểu dinh dưỡng chỉ dựa vào hoặc nguồn cacbon, hoặc nguồn năng lượng, hoặc nguồn điện tử, cho chúng ta thấy khá rõ nét sự tương phản theo từng cặp tính chất dinh dưỡng. Tuy nhiên, ranh giới giữa các cặp tính chất ấy là không rõ ràng: một nhóm cơ thể nào đó có thể có mặt trong cả hai tính chất (ví dụ như tảo có mặt trong cặp tự dưỡng – dị dưỡng, và trong cặp quang dưỡng – hóa dưỡng; động vật thậm chí có mặt trong cả ba cặp tính chất dinh dưỡng đã nêu trên đây. Mặt khác, nếu không xét đến dinh dưỡng của động vật bậc cao chỉ xét đến dinh dưỡng của vi sinh vật thôi thì, vì vi sinh vật gồm cả các cơ thể procaryot và eucaryot, nên chúng có sinh vật này thuộc nhóm tự dưỡng nhưng có nhóm khác thì là dị dưỡng; điều tương tự cũng thấy đối với cặp phạm trù quang dưỡng – hóa dưỡng và dinh dưỡng vô cơ – dinh dưỡng hữu cơ. Nói cách khác, dường như ranh giới giữa hai phạm trù trong từng cặp cũng không rõ ràng đối với vi sinh vật. Đương nhiên, những điều vừa đề cập trong đoạn này cũng phản ánh sự đa dạng về dinh dưỡng của vi sinh vật so với động vật bậc cao và thực vật bậc cao.

Cách thứ hai để phân biệt các kiểu dinh dưỡng

Một góc độ khác, nếu không dựa đơn thuần trên nguồn cacbon nào, hoặc nguồn năng lượng nào, hoặc nguồn điện tử nào cho vi sinh vật, mà xét gắn liền tất cả ba yếu tố ấy thì một vi sinh vật nào đó chỉ có thể có một trong bốn kiểu dinh dưỡng sau đây:

- *Tự dưỡng vô cơ quang năng (photolithotrophic autotrophy, hoặc photolithoautotrophy)* là kiểu dinh dưỡng trong đó có sử dụng nguồn cacbon CO_2 , nguồn điện tử vô cơ và nguồn năng lượng ánh sáng. Những vi sinh vật có kiểu dinh dưỡng này được gọi là các cơ thể tự dưỡng vô cơ quang năng (photolithotrophic autotrophs) hoặc cơ thể tự dưỡng quang năng (photoautotrophs, photolithoautotrophs).

Ví dụ:

- Tảo và vi khuẩn lam dùng nước làm chất cho điện tử, do đó giải phóng oxy.
- Vi khuẩn lưu huỳnh màu tím và màu lục thì sử dụng các chất cho điện tử khác như hydro, sulfua hydro (H_2S) và sulfua nguyên tố (S)

- Dị dưỡng hữu cơ hóa năng (chemoorganotrophic heterotrophy), theo đó có sử dụng nguồn cacbon hữu cơ, nguồn điện tử hữu cơ và nguồn năng lượng hóa học (từ chất hữu cơ). Những vi sinh vật có kiểu dinh dưỡng này được gọi là các cơ thể dị dưỡng hữu cơ hóa năng (chemoorganotrophic heterotrophs). Thông thường, một chất hữu cơ vừa là nguồn cacbon, nguồn điện tử và nguồn năng lượng. Để nhận thấy rằng rất nhiều vi sinh vật, nhất là những vi sinh vật quanh chúng ta, trong đó có vi sinh vật gây bệnh là thuộc kiểu dinh dưỡng này. Ví dụ: động vật nguyên sinh, nấm, hầu hết vi khuẩn không quang dưỡng kể cả vi khuẩn gây bệnh.

Một thiểu số vi sinh vật thì thuộc về hai kiểu dinh dưỡng rất có ý nghĩa sinh thái sau đây.

- *Dị dưỡng hữu cơ quang năng (photoorganotrophic heterotrophy hoặc photoorganoheterotrophy)*

Theo kiểu này, vi sinh vật sử dụng nguồn cacbon hữu cơ (đôi khi cả CO₂ nữa), nguồn điện tử hữu cơ và nguồn năng lượng ánh sáng. Tương ứng với kiểu dinh dưỡng này là các cơ thể dị dưỡng hữu cơ quang năng (photoorganotrophic heterotrophs hoặc photoorganoheterotrophs), chúng thường sống ở hồ cà suối ô nhiễm hữu cơ. Một số vi khuẩn trong nhóm này cũng có thể là những cơ thể tự dưỡng quang năng (photoautotrophs) – nghĩa là có khả năng dùng nguồn điện tử là hydro phân tử. Những đại diện của kiểu dị dưỡng hữu cơ quang năng gồm: vi khuẩn không lưu huỳnh màu tím và vi khuẩn không lưu huỳnh màu lục.

- *Tự dưỡng vô cơ hóa năng (chemolithotrophic autotrophy, hoặc chemolithoautotrophy)*

Vi sinh vật có kiểu dinh dưỡng này thì sử dụng nguồn cacbon CO₂, nguồn điện tử vô cơ, và nguồn năng lượng hóa học từ chất vô cơ. Chúng được gọi là những cơ thể tự dưỡng vô cơ hóa năng (chemolithotrophic autotrophs hoặc chemolithoautotrophs, hoặc thậm chí chemolithotrophs). Chúng oxy hóa các chất vô cơ có tính khử như sắt, nitơ, lưu huỳnh để tạo ra cả điện tử và năng lượng, dùng cho sinh tổng hợp chất hữu cơ, với CO₂ là nguồn cacbon.

Đặc biệt một số ít chemolithotrophs có thể thu nhận cacbon từ các chất hữu cơ, và như vậy chúng là những cơ thể dị dưỡng (heterotrophs).

Vai trò sinh thái quan trọng của nhóm cơ thể tự dưỡng vô cơ hóa năng là ở chỗ chúng tham gia tích cực vào quá trình biến đổi hóa học của các nguyên tố vốn luôn luôn diễn ra trong các hệ sinh thái, như sự chuyển hóa amôn thành nitrat hoặc lưu huỳnh thành sulfat. Có thể kể vài đại diện của nhóm tự dưỡng vô cơ hóa năng như:

- Vi khuẩn oxy hóa lưu huỳnh
- Vi khuẩn oxy hóa sắt

- Vi khuẩn sử dụng hydro
- Vi khuẩn nitrat hóa

Như trên đây đã đề cập, nếu xét đồng thời cả ba yếu tố (nguồn cacbon, nguồn điện tử, và nguồn năng lượng) thì một vi sinh vật nào đó chỉ thuộc về một trong bốn kiểu dinh dưỡng đã nêu. Tuy nhiên, ở đây cũng có ngoại lệ. Một số vi sinh vật có tính mềm dẻo dễ trao đổi chất, chuyển từ kiểu dinh dưỡng này sang kiểu khác tùy theo điều kiện môi trường. Dưới đây sẽ dẫn ra hai ví dụ về sự chuyển từ kiểu dinh dưỡng này sang kiểu dinh dưỡng khác trong phạm vi bốn kiểu đề cập ở trên.

- Vi khuẩn không lưu huỳnh màu tím: chúng là những cơ thể dị dưỡng hữu cơ quang năng nếu môi trường không có oxy, nhưng lại trở thành cơ thể dị dưỡng hữu cơ hóa năng trong môi trường có nồng độ oxy bình thường. Thậm chí, nó vừa có tính quang dưỡng vừa có tính hóa dưỡng nếu môi trường có nồng độ oxy thấp, tức là khi ấy nó vừa thu nhận năng lượng từ ánh sáng, vừa tạo ra năng lượng cho mình từ sự oxy hóa chất hữu cơ. Ngoài ra, nếu trong điều kiện không có ánh sáng, không có cả oxy nữa thì một số loài của vi khuẩn này có khả năng lên men kỵ khí. Oxy ức chế sự tổng hợp bacterioclorophy và carotenoid đến mức một số loài này sinh trưởng hiếu khí trong bóng tối thì trở nên mất màu tím vốn có của chúng.
- Vi khuẩn *Beggiatoa*: chúng sử dụng nguồn cacbon hữu cơ (đôi khi CO_2) do đó có nguồn điện tử hữu cơ, và sử dụng năng lượng vô cơ. Như vậy, chúng không thuộc kiểu nào trong bốn kiểu dinh dưỡng đã nêu, mà là những cơ thể “lai” giữa bọn tự dưỡng vô cơ hóa năng và bọn dị dưỡng hữu cơ hóa năng. Cụ thể là, chúng oxy hóa hydro sulfua (H_2S) thành những hạt sulfua lớn nằm trong các túi do màng tế bào lõm vào trong tạo nên. Sau đó chúng oxy hóa sulfua thành sulfat. Các điện tử được vận chuyển đi theo chuỗi vận chuyển các điện tử để tạo ra năng lượng. Một số chủng còn có khả năng dị dưỡng, sử dụng nguồn cacbon hữu cơ như axetat; một số chủng khác thì có tính tự dưỡng, sử dụng CO_2 .

Tính “mềm dẻo” hay “linh hoạt” về trao đổi chất của những vi sinh vật như trên đôi khi được gọi là tính **tạp dưỡng (mixotrophy)**. Nó cho thấy tính đa dạng và phức tạp của bức tranh về dinh dưỡng và trao đổi chất ở vi sinh vật so với ở thực vật và động vật. Dưới góc độ sinh thái học và sinh vật học môi trường, đặc tính này là một lợi thế cạnh tranh to lớn của vi sinh vật trong những điều kiện thường xuyên thay đổi của môi trường.

Câu hỏi:

1. Có những cách nào để phân biệt các kiểu dinh dưỡng.
2. Theo mỗi cách ấy thì có những kiểu dinh dưỡng nào, định nghĩa mỗi kiểu dinh dưỡng ấy; nêu một hay vài đại diện vi sinh vật cho mỗi kiểu dinh dưỡng ấy.
3. Nhận xét, phê phán mỗi cách phân biệt ấy.

4. Động vật và thực vật có thể được sắp xếp vào kiểu dinh dưỡng nào theo mỗi cách phân biệt ở câu 1.
5. Tính tạp dưỡng (mixotrophy) là gì? Ý nghĩa của nó?

Sự vận chuyển chất vào tế bào vi sinh vật

Khái quát

Tùy theo loại chất dinh dưỡng, tùy loại vi sinh vật, và tùy điều kiện môi trường mà sự vận chuyển vào tế bào có thể xảy ra theo những cơ chế khác nhau: sự khuếch tán được làm dễ dàng, sự vận chuyển tích cực, và sự chuyển nhóm. Các vi sinh vật eucaryot dường như không sử dụng cơ chế chuyển nhóm mà sử dụng sự nhập bào.

Sự khuếch tán thụ động (passive diffusion)

Cơ chế này còn có tên gọi là sự khuếch tán đơn giản hay gọn hơn là sự khuếch tán. Theo các quy luật vật lý và hóa học, các phân tử nào đó có thể di chuyển từ nơi có nồng độ cao đến nơi có nồng độ thấp, tức là thuận chiều gradient nồng độ. Sự di chuyển này không cần được cung cấp năng lượng. Đó chính là sự khuếch tán.

Tốc độ khuếch tán là chậm, và phụ thuộc kích thước phân tử, tính của lipit của nó, cũng như độ lớn của gradient giữa bên ngoài và bên trong tế bào (hình 5.1 – 31)

Hình 5.1 – 31. Sự khuếch tán thụ động và sự khuếch tán được làm dễ dàng.

Trên đồ thị thấy rõ sự phụ thuộc khác nhau của tốc độ của hai quá trình vào độ lớn của gradient ở một giá trị ngưỡng của gradient khi mà chất vận chuyển (carrier) đang hoạt động. Hiệu ứng bão hòa này được biểu hiện mỗi khi một protein vận chuyển có tham dự vào sự vận chuyển 2.

Chỉ khi nào nồng độ ngoại bào của một chất dinh dưỡng khá lớn so với nồng độ nội bào thì chất ấy mới được tế bào hấp thụ theo cơ chế khuếch tán thụ động, và tốc độ khuếch tán này giảm xuống khi một lượng lớn chất ấy được hấp thụ vào, trừ phi nó được tiêu dùng ngay.

Một số ít chất như glycerol và những chất có phân tử rất nhỏ như H_2O , O_2 , CO_2 thì có thể được vận chuyển vào tế bào nhờ khuếch tán. Ngoài ra, các chất độc không phân cực, các chất ức chế và các chất khác là xa lạ đối với tế bào cũng có thể xâm nhập tế bào nhờ khuếch tán. Trong khi đó, đường thì không được chứng minh là có thể khuếch tán vào tế bào, và điều đó gần như được khẳng định.

Sự khuếch tán được làm dễ dàng (facilitated diffusion)

Giống như sự khuếch tán thụ động, sự khuếch tán này vẫn chỉ diễn ra thuận chiều gradient nồng độ, nhưng có “được làm dễ dàng” hay “được tăng cường” nhờ sự tham gia của các protein vận chuyển (carrier proteins) vốn là thành phần của màng tế bào. Nó cũng không phụ thuộc năng lượng trao đổi chất. Tốc độ vận chuyển chất ở đây phụ thuộc nồng độ của chất ấy, trong một phạm vi khá rộng (hình 7.20 – 5).

Hình 7.20 – 5. Các đường cong bão hòa đối với sự hấp thụ hai chất vào tế bào vi khuẩn nguyên vẹn. Các đường cong này được thiết lập dựa trên sự đo tốc độ hấp thụ O₂ (tốc độ hô hấp). Vì cơ chất A được hấp thụ nhờ sự vận chuyển tích cực (chủ động) và được tích lũy trong tế bào, nên tốc độ hô hấp đã đạt đến cực đại ở nồng độ cơ chất rất nhỏ. Cơ chất B được hấp thụ thụ động, tốc độ hô hấp chỉ đạt đến cực đại ở nồng độ cơ chất tương đối cao (khoảng 10 – 20 mmol/l). Theo H.G.Schlegel, 1992.

So với sự khuếch tán thụ động thì tốc độ của sự khuếch tán được làm dễ dàng tăng nhanh hơn theo gradient nồng độ và ở nồng độ thấp hơn của chất khuếch tán (hình 5.1 – 31). Trên hình đó ta nhận thấy đường biểu diễn sự khuếch đại được tăng cường chuyển sang phần nằm ngang ở một mức độ gradient nồng độ nào đó. Đó là do các phân tử protein vận chuyển bị bão hòa, nghĩa là chúng bị liên kết với các phân tử chất được vận chuyển rồi, “không còn rỗi” để hoạt động nữa. Đường cong ấy có dạng giống như của đường cong enzyme – cơ chất, trong khi đáp ứng của sự khuếch tán thụ động đối với gradient nồng độ là một quan hệ tuyến tính.

Các protein vận chuyển còn với các enzyme ở tính đặc hiệu của chúng chỉ vận chuyển: mỗi protein ấy chỉ vận chuyển những chất gần giống nhau. Chính vì sự giống nhau này với các enzyme. Nên các carrier đôi khi còn gọi là các **permease**.