

SỰ ĐA DẠNG CỦA VI KHUẨN TRONG TỰ NHIÊN VÀ SỬ DỤNG CHO CANH TÁC MÔI TRƯỜNG LỢI KHUẨN*

Saburo Matsui¹

TÓM TẮT

Bài viết mô tả sự đa dạng và phong phú của vi khuẩn trong các điều kiện khác nhau trong tự nhiên, như vi sinh vật đường ruột ở người, lợi khuẩn cho người, vi khuẩn trong nước thải, lên men methane, bùn hoạt tính và vi khuẩn trong quá trình ủ phân hữu cơ ở nhiệt độ cao. Các vi khuẩn có lợi trong tự nhiên có thể được sử dụng phục vụ cho hướng phát triển nông nghiệp bền vững, bao gồm: sản xuất phân bón hữu cơ chất lượng cao bằng phương pháp ủ ở nhiệt độ cao với nguyên liệu như phân súc vật, phụ phẩm chế biến thực phẩm, rác thải, tàn dư thực vật sau thu hoạch và bùn thải sinh hoạt. Phương pháp này tạo ra sản phẩm phân bón hữu cơ chứa các vi khuẩn có lợi là một biện pháp hiệu quả trong phương thức canh tác môi trường lợi khuẩn để phục vụ phát triển nông nghiệp hữu cơ.

Từ khóa: Đa dạng vi khuẩn, canh tác môi trường lợi khuẩn, lợi khuẩn, nông nghiệp hữu cơ, phân bón hữu cơ, phương pháp ủ ở nhiệt độ cao.

1. GIỚI THIỆU

Phương thức canh tác hữu cơ đã được khuyến khích tại nhiều quốc gia, như cộng đồng châu Âu, Mỹ, Nhật Bản và Việt Nam. Ủy ban châu Âu phát động phương thức canh tác hữu cơ là phương pháp sản xuất nông nghiệp khuyến khích sử dụng nguyên liệu bằng phương pháp chế biến tự nhiên để sản xuất thực phẩm nhằm hạn chế các tác động đến môi trường: có trách nhiệm hơn trong sử dụng năng lượng và nguồn tài nguyên thiên nhiên; duy trì đa dạng sinh học; bảo vệ cân bằng sinh học tại địa phương và làm gia tăng độ phì nhiêu của đất đai.

Thực hành tốt canh tác hữu cơ cho thấy khó khăn lớn nhất là việc không sử dụng phân bón vô cơ và thuốc trừ sâu bệnh hại cây trồng có nguồn gốc hóa học. Để vượt qua những khó khăn này, cần thiết phải tìm kiếm những giải pháp thay thế.

Ở Nhật Bản, công nghệ chế biến phân hữu cơ ở nhiệt độ cao trong chế biến bùn thải sinh hoạt và rác thải để sản xuất tập đoàn vi khuẩn có lợi hay còn được gọi là vi khuẩn có ích đã được áp dụng. Vi khuẩn có ích tích lũy trong phân bón hữu cơ, khi bón vào đất có tác dụng bảo vệ cây rau màu, cây ăn quả khỏi sự tấn công của nấm, vi khuẩn, tuyến trùng và côn trùng. Việc sử dụng tập đoàn vi khuẩn có ích trên đồng ruộng để cải thiện độ phì nhiêu của

đất trồng, không sử dụng phân bón hóa học khác biệt với việc sử dụng lợi khuẩn từ đơn chủng vi khuẩn có ích như *Lactobacillus species* hay *Bacillus species* trên rau và cây ăn quả bằng phương pháp phun lên lá hay phun vào gốc, rễ cây. Sản xuất tổ hợp các vi khuẩn có ích như thế nào để đạt hiệu quả là công nghệ quan trọng và sản xuất có hiệu quả đơn chủng các vi khuẩn có ích lại là công nghệ quan trọng khác.

Bài viết này cung cấp những góc nhìn về vi khuẩn, nấm, tuyến trùng và côn trùng liên quan đến môi trường nông nghiệp và các nhóm vi khuẩn có lợi cho việc quản lý, sử dụng tốt đất canh tác, thực phẩm an toàn và chống lại các vi khuẩn, nấm mốc, tuyến trùng, côn trùng gây hại để bảo vệ cây trồng và giới thiệu công nghệ sản xuất phân bón hữu cơ chất lượng cao, bằng phương pháp ủ ở nhiệt độ cao với nguyên liệu là phân súc vật, phụ phẩm chế biến thực phẩm, rác thải, tàn dư thực vật sau thu hoạch và bùn thải sinh hoạt là một biện pháp hiệu quả của canh tác môi trường lợi khuẩn để phục vụ cho phát triển nông nghiệp hữu cơ.

2. VI KHUẨN TRONG TỰ NHIÊN VÀ LỢI KHUẨN CHO NGƯỜI

2.1. Vi khuẩn trong tự nhiên

Rất nhiều vi sinh vật được tìm thấy trên trái đất, bao gồm: vi khuẩn, sinh vật đơn bào, nấm mốc, tuyến trùng và vi rút. Bài viết này tập trung chủ yếu vào những vi sinh vật liên quan đến sức khỏe người và sản xuất nông nghiệp.

Trong khi một số vi khuẩn và vi sinh vật đơn bào cùng chúng sống trong hệ tiêu hóa của người, nhiều

¹ Tiến sĩ, Giáo sư danh dự Đại học Kyoto – Nhật Bản, Hội viên xuất sắc của Hiệp hội Nước thế giới

*Bài viết được biên dịch từ phiên bản tiếng Anh
Người dịch: KS. Phan Đình Cường-NSO

loại nấm, tuyến trùng, vi rút là tác nhân gây bệnh cho người và cây trồng.

Bảng 1. Ngành và Loài vi khuẩn được xác định trong tự nhiên

Ngành	Số loài được xác định
1. Acidobacteria	4
2. Actinobacteria	2000
3. Aquificae	22
4. Armatimonadetes	3
5. Bacteroidetes	500
6. Caldisei	1
7. Chlamydiae	17
8. Chlorobi	17
9. Chloroflexi	45
10. Chrysiogenetes	4
11. Coprothermobacterota	45
12. Cyanobacteria	2654
13. Deferribacteres	14
14. Deinococcus-Thermus	45
15. Dictyoglomi	2
16. Elusimicrobia	1
17. Fibrobacteres	2
18. Firmicutes	2000
19. Fusobacteria	37
20. Gemmatimonadetes	1
21. Lentisphaerae	4
22. Nitrospirae	11
23. Planctomycetes	12
24. Proteobacteria	3000
25. Spirochaetes	94
26. Synergistetes	23
27. Tenericutes	8
28. Thermodesulfobacteria	8
29. Thermotogae	30
30. Errucomicrobia	41
Tổng cộng: 10.558	

Bảng 1 cho biết thông tin về hệ thống phân loại Ngành vi khuẩn và số lượng Loài vi khuẩn trong tự nhiên [1]. Vi sinh vật sống trong đất, hình thành hệ sinh thái tổng thể, tùy thuộc vào các điều kiện phi sinh học và sự hiện diện của chất hữu cơ trong đất, luôn cạnh tranh với nhau và phát triển theo xu hướng ổn định. Hoạt động sản xuất nông nghiệp luôn tạo ra hệ sinh thái mới trong đất trồng trọt và xuất hiện cuộc cạnh tranh mới giữa các loài sinh vật với nhau. Trong các vi sinh vật, kiểm soát vi khuẩn dễ thực hiện hơn kiểm soát nấm, tuyến trùng và côn trùng. Phương thức canh tác hữu cơ luôn nhấn mạnh biện

pháp luân canh, tránh trồng liên tục một loại hoa màu để phòng ngừa việc tích lũy những sinh vật có hại trong đất canh tác.

Theo những khám phá mới về Ngành vi khuẩn và những chỉnh sửa, bổ sung về Loài vi khuẩn thông qua kỹ thuật gen, số lượng Ngành và Loài vi khuẩn ngày càng gia tăng. Các vi khuẩn này được tìm thấy ở trong môi trường đất và nước trong tự nhiên, trong đó, *Bacteroidetes*, *Cyanobacteria*, *Firmicutes* và *Proteobacteria* là những nhóm vi khuẩn chính với nhiều loài hoạt động trong các chu trình chuyển hóa các nguyên tố trên trái đất.

Khi nghiên cứu các vi khuẩn trong hệ đường ruột của người, mặc dù hầu hết vi khuẩn cùng chung sống với con người, nhưng đã phát hiện số lượng Ngành và các Loài vi khuẩn giảm đáng kể, thể hiện trong bảng 2. Các nhóm vi khuẩn chính trong đường ruột là *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Firmicutes* và *Proteobacteria*. Những vi khuẩn này có chiến lược cùng chung sống trong ruột của người (2).

Bảng 2. Ngành và số lượng Giống và Loài vi khuẩn đường ruột người

Ngành	Số lượng giống	Số lượng loài
2 <i>Actinobacteria</i>	12	28
5 <i>Bacteroidetes</i>	9	53
14 <i>Deinococcus-Thermus</i>	1	1
18 <i>Firmicutes</i>	47	168
19 <i>Fusobacteria</i>	2	8
20 <i>Lentisphaerae</i>	1	1
24 <i>Proteobacteria</i>	47	111
25 <i>Spirochaetes</i>	1	1
26 <i>Synergistetes</i>	2	2
27 <i>Tenericutes</i>	2	2
30 <i>Verrucomicrobia</i>	1	1
Tổng số	125	376

2.2. Vi khuẩn đường ruột người

Điều kiện trong ruột người thường là yếm khí, yếm khí không bắt buộc và ở đây các vi khuẩn luôn phải cạnh tranh để tồn tại. Cuối cùng, sau khi đi qua hết đường ruột, các vi khuẩn trở lại môi trường đất và nước. Ruột của người là nơi cư trú tạm thời của vi khuẩn trong suốt chu kỳ sinh sống trong tự nhiên và chỉ những vi khuẩn chọn lọc mới có sự tăng gia về số lượng. Vi khuẩn sống trong đường ruột người cạnh tranh dinh dưỡng và cạnh tranh với nhau nhưng lại sống hài hòa cùng nhau và với ký chủ là con người.

Nếu một hoặc một vài loài vi khuẩn sinh trưởng

phát triển nhanh, sẽ đảo lộn sự hài hòa của quần thể vi khuẩn trong đường ruột, ký chủ sẽ bị bệnh. Để giữ môi trường khỏe mạnh cho quần thể vi khuẩn đường ruột, thực phẩm lên men truyền thống được sử dụng ở nhiều quốc gia trên thế giới. Nhiều người đã biết loại thực phẩm nào tốt cho sức khỏe và phát triển thực phẩm lên men truyền thống. Trong số các thực phẩm lên men truyền thống, sữa chua, cải bắp, dưa chuột lên men là phổ biến nhất. Người Việt Nam đã

phát triển thực phẩm lên men từ nguyên liệu cá độc đáo như nước mắm, mắm tôm, mắm cá... được sản xuất nhờ một loại lợi khuẩn thông qua quá trình lên men lactic. Lên men lactic được tiến hành bởi những loài vi khuẩn nhất định được mô tả trong các bảng 3, 4 và 5. *Lactobacillaceae* và *Streptococcaceae* thuộc ngành *Firmicutes*, trong khi *Bifidobacteriaceae* thuộc ngành *Actinobacteria*.

Bảng 3. Các loài *Lactobacillus* được xác định trong đường ruột người

Họ: <i>Lactobacillaceae</i>		
Giống: <i>Lactobacillus</i>		
Loài:		
<i>L. acidophilus</i>	<i>L. amylolyticus</i>	<i>L. amylovorus</i>
<i>L. antri</i>	<i>L. brevis</i>	<i>L. buchneri</i>
<i>L. casei</i>	<i>L. coleohominis</i>	<i>L. coryniformis subsp. coryniformis</i>
<i>L. crispatus</i>	<i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	<i>L. delbrueckii subsp. lactis</i>
<i>L. farciminis</i>	<i>L. fermentum</i>	<i>L. fructivorans</i>
<i>L. gasseri</i>	<i>L. helveticus</i>	<i>L. hilgardii</i>
<i>L. iners</i>	<i>L. jensenii</i>	<i>L. johnsonii</i>
<i>L. kefiranoferiens subsp. kefiranoferiens</i>	<i>L. oris</i>	<i>L. paracasei</i>
<i>L. plantarum</i>	<i>L. reuteri</i>	<i>L. rhamnosus</i>
<i>L. ruminis</i>	<i>L. salivarius</i>	<i>L. ultunensis</i>
<i>L. vaginalis</i>		

Giống *Lactobacillus* thuộc Họ *Lactobacillaceae*, Bộ *Lactobacillales*, Lớp *Bacilli*, Ngành *Firmicutes*.

Bảng 4. Vi khuẩn lên men lactic trong đường ruột người

Họ: <i>Streptococcaceae</i>		
Giống: <i>Lactococcus</i>		
Loài:		
<i>L. lactis subsp. cremoris</i>	<i>L. lactis subsp. lactis</i>	
Giống: <i>Streptococcus</i>		
Loài:		
<i>S. agalactiae</i>	<i>S. anginosus subsp. anginosus</i>	<i>S. anginosus subsp. wheleyi</i>
<i>S. australis</i>	<i>S. bovis</i>	<i>S. constellatus subsp. constellatus</i>
<i>S. constellatus subsp. pharyngis</i>	<i>S. cristatus</i>	<i>S. dysgalactiae subsp. dysgalactiae</i>
<i>S. dysgalactiae subsp. equisimilis</i>	<i>S. equinus</i>	<i>S. gallolyticus subsp. gallolyticus</i>
<i>S. gallolyticus subsp. macedonicus</i>	<i>S. gordonii</i>	<i>S. ictaluri</i>
<i>S. infantarius subsp. infantarius</i>	<i>S. infantis</i>	<i>S. macacae</i>
<i>S. mitis</i>	<i>S. mutans</i>	<i>S. oralis</i>
<i>S. parasanguinis</i>	<i>S. parauberis</i>	<i>S. pasteurianus</i>
<i>S. peroris</i>	<i>S. pneumoniae</i>	<i>S. porcinus</i>
<i>S. pseudopneumoniae</i>	<i>S. pseudoporcinus</i>	<i>S. pyogenes</i>
<i>S. salivarius subsp. salivarius</i>	<i>S. salivarius subsp. thermophilus</i>	<i>S. sanguinis</i>
<i>S. suis</i>	<i>S. uberis</i>	<i>S. urinalis</i>
<i>S. vestibularis</i>		

Bảng 5. Vi khuẩn lên men acid latic trong đường ruột người

Bộ: <i>Bifidobacteriales</i>			
Họ: <i>Bifidobacteriaceae</i>			
Giống: <i>Bifidobacterium</i>			
Loài:	<i>B. adolescentis</i>	<i>B. angulatum</i>	<i>B. animalis subsp. lactis</i>
	<i>B. bifidum</i>	<i>B. breve</i>	<i>B. catenulatum</i>
	<i>B. dentium</i>	<i>B. gallicum</i>	<i>B. longum subsp. infantis</i>
	<i>B. longum subsp. longum</i>	<i>B. pseudocatenulatum</i>	
Giống: <i>Gardnerella</i>			
Loài:	<i>G. vaginalis</i>		

2.3. Cung cấp lợi khuẩn (probiotic) cho người

Thay vì dùng thực phẩm lên men latic, hàng ngày sử dụng các vi khuẩn latic đơn dòng đang trở nên phổ biến ở nhiều quốc gia trong đó có Nhật Bản, các nước châu Âu và Mỹ. Hàng ngày, sử dụng vi khuẩn “tốt” này được gọi là cung cấp lợi khuẩn, giúp ổn định quần thể vi khuẩn trong đường ruột và tạo điều kiện tiêu hóa tốt cho người.

Sự tương tác giữa vi khuẩn đường ruột và bản thân con người, ngày nay được gọi là chiến lược khoa học về được phẩm với danh từ chuyên môn là hệ thống miễn nhiễm và hệ thống tiêu hóa khỏe mạnh. Nhiều quốc gia phát triển và sản xuất nhanh với số lượng lớn loại thực phẩm mới từ các vi khuẩn probiotic áp dụng công nghệ lên men latic với tên gọi là thực phẩm chức năng có chức năng mới như miễn dịch, tiêu hóa và nhiều đặc tính tốt khác.

3. VI KHUẨN TRONG NƯỚC THẢI, Bùn THẢI, PHÂN HỦY HỮU CƠ VÀ Bùn HOẠT TÍNH

3.1. Vi khuẩn trong nước thải

Bảng 6. Ngành vi khuẩn chủ yếu tìm thấy trong nước thải

Ngành	Số lượng loài được nhận diện
1 <i>Acidobacteria</i>	4
2 <i>Actinobacteria</i>	2000
5 <i>Bacteroidetes</i>	500
9 <i>Chloroflexi</i>	45
12 <i>Cyanobacteria</i>	2654
18 <i>Firmicutes</i>	2500
19 <i>Fusobacteria</i>	37
22 <i>Nitrospirae</i>	11
24 <i>Proteobacteria</i>	3000
Tổng cộng:	10.251

Nước thải chứa phân và nước tiểu của người sau

tiêu hóa, trong đó có mặt hầu hết các nhóm vi khuẩn đường ruột đã được tìm thấy như *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Firmicutes* và *Proteobacteria*.

Môi trường trong các hệ thống nước thải thay đổi đáng kể đối với các vi khuẩn đường ruột. Số lượng Ngành vi khuẩn đường ruột giảm, chúng tỏ môi trường nước thải không phù hợp đối với vi khuẩn đường ruột. Một điều thú vị được phát hiện là có nhóm vi khuẩn mới xuất hiện trong nước thải, nhưng không tìm thấy trong đường ruột như *Acidobacteria*, *Chloroflexi*, *Cyanobacteria* và *Nitrospirae* (Bảng 6) [3].

3.2. Lên men metan

Bảng 7. Vi khuẩn metan và vi sinh vật đơn bào phân hủy bùn thải

1 <i>Acidobacteria</i>	
5 <i>Bacteroidetes</i>	
9 <i>Chloroflexi</i>	
18 <i>Firmicutes</i>	
23 <i>Planctomycetes</i>	<i>Anaerolineaceae</i>
24 <i>Proteobacteria</i>	<i>Clostridiales</i>
25 <i>Spirochaetes</i>	
26 <i>Synergistetes</i>	
Lĩnh vực: <i>Archaea</i>	
Giới: <i>Euryarchaeota</i>	
Ngành: <i>Euryarchaeota</i>	
Bộ: <i>Methanomicrobia</i>	
Lớp: <i>Methanosarcinales</i>	
Giống: <i>Methanothrix</i>	

Trong các nhà máy xử lý nước thải, lên men metan phân hủy chất thải được diễn ra. Một vài nhóm vi khuẩn và vi sinh vật đơn bào có vai trò quan trọng trong lên men metan được mô tả trong bảng 7 [4]. Quá trình phân hủy chất thải hữu cơ diễn ra trong điều kiện yếm khí bắt buộc để sản xuất ra metan và phân hủy chất hữu cơ. Vi sinh vật tham gia quá trình lên men metan có những tính chất đặc biệt để thích ứng với môi trường yếm khí bắt buộc. Vi

sinh vật lên men metan được tìm thấy giống với vi khuẩn đường ruột người, chịu điều kiện yếm khí bắt buộc (Bảng 7).

a. Phân hữu cơ (phân ủ) chất lượng cao

Yếu tố chủ chốt trong phương thức canh tác nông nghiệp hữu cơ sử dụng phân bón hữu cơ chất lượng cao là phải cân đối 3 yếu tố dinh dưỡng đa lượng chủ yếu là đạm, lân, kali và tiếp đến là các dưỡng chất trung lượng Ca, Mg và S. Tùy thuộc vào nguồn nguyên liệu là chất thải hữu cơ, một số phân ủ còn chứa các dưỡng chất vi lượng quan trọng như Cl, Si, Fe, Zn, Cu, B, Mn, Ni và Mo. Sản phẩm của nông nghiệp hữu cơ hấp dẫn người tiêu dùng, vì lý do có vị ngon hơn do có sự đóng góp của các dưỡng chất đa, vi lượng cân đối trong phân hữu cơ sử dụng. Với sự hỗ trợ của phân hữu cơ chất lượng cao, phương thức canh tác nông nghiệp hữu cơ bền vững có thể thực hiện được. Phân bón hữu cơ chất lượng cao, ngoài các chất dinh dưỡng vô cơ, hữu cơ, phải chứa thêm các hợp chất hữu cơ cần thiết như mùn, hợp chất humic và acid fulvic. Phân hữu cơ ủ chưa chín (chưa hoai), không có các hợp chất hữu cơ cần thiết này. Cuối cùng, phân bón hữu cơ chất lượng cao còn phải chứa các vi khuẩn "tốt" có lợi cho sinh trưởng và bảo vệ cây trồng khỏi bị vi sinh vật gây hại tấn công.

Trong quá trình lên men chất thải hữu cơ như rác thải, bùn thải, phân súc vật và phụ phẩm trồng trọt có sự tham gia của nhiều vi khuẩn hiếu khí và yếm khí tùy tiện. Sản phẩm sau lên men cuối cùng chứa một lượng lớn các vi khuẩn sống và bào tử của vi khuẩn hiếu khí, yếm khí tùy tiện và đây chính là thành phần vi khuẩn "tốt", vi khuẩn có ích của phân bón.

b. Bùn hoạt tính (Activated sludge – AS)

Nước thải được xử lý trong các nhà máy bằng phương pháp truyền thống, sử dụng bùn hoạt tính. Bùn hoạt tính đã được sử dụng hàng trăm năm nay trên thế giới và là hạ tầng cơ sở về vệ sinh chủ yếu cho con người. Bùn hoạt tính chứa vi sinh vật hiếu khí, yếm khí như vi khuẩn, vi sinh vật đơn bào, nấm và sinh vật nguyên sinh. Bùn hoạt tính hàng ngày nhận một lượng lớn vi khuẩn thải ra từ khu dân sinh được mô tả trong bảng 6, có khả năng phân hủy chất hữu cơ của phân người, nước tiểu và nhiều loại hợp chất hữu cơ khác, gồm cả các hợp chất carbohydrat, dầu ăn từ chế biến thực phẩm, protein và các chất

hóa dầu... Thành phần vi sinh vật của bùn hoạt tính thay đổi theo thành phần của nước thải và tùy thuộc vào các loại nước được thải ra từ các thành phố. Nếu bị lẫn với nước thải công nghiệp, chất lượng nước thải có thể thay đổi theo thành phần của nước thải công nghiệp.

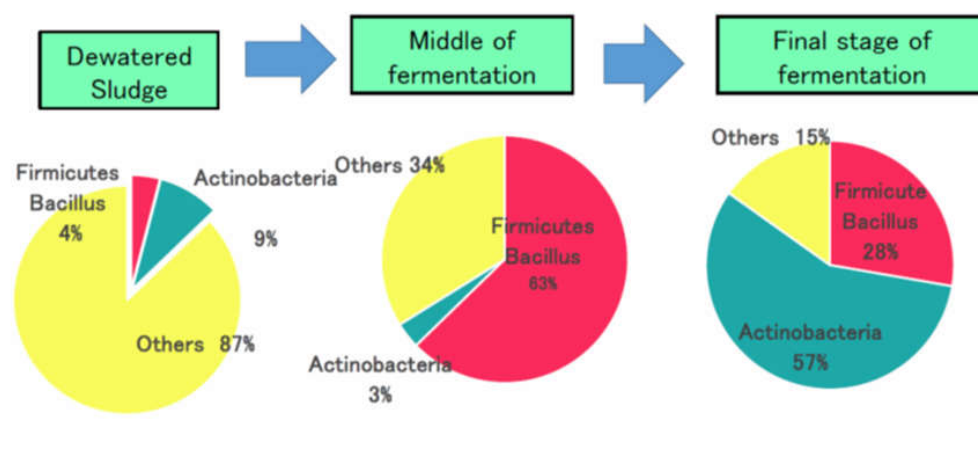
Sự thay đổi theo mùa của nước thải có thể xảy ra do sự thay đổi của các loại thực phẩm. Vị trí của các thành phố khác nhau tùy theo sự khác biệt về khí hậu và điều này cũng có thể làm thay đổi chất lượng nước thải do các loại thực phẩm tiêu thụ khác nhau. Tuy nhiên, trong số những thay đổi và khác biệt đó, thành phần vi sinh vật cốt lõi của bùn hoạt tính luôn là tổ hợp chung (Bảng 8) [5].

Bảng 8. Cộng đồng vi khuẩn chính của than bùn hoạt tính trong nhà máy xử lý các nguồn nước thải khác nhau

<i>Acidobacteria</i>
<i>1. Actinobacteria</i>
<i>5. Bacteroidetes</i>
<i>9. Chloroflexi</i>
<i>16. Emlusimicrobia</i>
<i>18. Firmicutes</i>
<i>20. Gemmatimonadetes</i>
<i>22. Nitrospirae</i>
<i>23. Planctomycetes</i>
<i>24. Proteobacteria</i>
<i>30. Verrucomicrobia</i>

4. VI KHUẨN TRONG PHÂN Ủ Ở NHIỆT ĐỘ CAO

Khi lên men hiếu khí bùn thải, gồm bùn thải từ các bồn lắng và bùn hoạt tính tồn dư, có thể thấy diễn thế sinh thái của các loài vi khuẩn trong quá trình lên men (Hình 1) [6, 7], trong đó bùn thải khô (bùn thải đã khử nước) chứa *Actinobacteria* và *Firmicutes* với số lượng tương đối ít. Có nhiều dạng vi khuẩn khác trong bùn thải. Ở giai đoạn giữa của quá trình lên men, khi nhiệt độ tăng lên trên 90°C, cùng với các vi khuẩn chịu nhiệt như *Deinococcus-Thermus*, *Thermotogae*, *Bacillus* trở thành thành phần vi khuẩn chính. Sau giai đoạn nhiệt độ cao, nhiệt độ khối ủ giảm thấp từ từ đến nhiệt độ môi trường, *Actinobacteria* sẽ phân hủy những chất hữu cơ còn lại, gồm cả vỏ tế bào cây trồng. Trong giai đoạn cuối cùng của quá trình ủ, *Actinobacteria* và *Bacillus* là các giống vi khuẩn chiếm đa số.



Hình 1. Diễn thế sinh thái các loài vi khuẩn trong quá trình lên men bùn thải

Ghi chú: Dewatered Sludge: Bùn thải đã khử nước; Middle of Fermentation: giai đoạn giữa quá trình ủ; Final stage of fermentation: Giai đoạn cuối quá trình lên men.

Phương pháp lên men này được gọi là phương pháp ủ phân hữu cơ ở nhiệt độ cao, trong đó vi khuẩn hiếu khí tham gia hoạt động từ giai đoạn đầu đến giai đoạn cuối. Sự phân hủy các chất hữu cơ như carbohydrate, lipid và protein, tỏa nhiệt làm nóng khối ủ và tăng nhiệt độ lên tới trên 90°C tại trung tâm khối ủ và phát thải hơi nước nóng ra ngoài không khí. Nếu kiểm soát tốt, nhiệt độ ở trung tâm khối ủ có thể lên tới trên 100°C. Vì vậy phương pháp này được gọi là phương pháp ủ phân hữu cơ nhiệt độ cao [6, 7].

Điều kiện tồn tại của vi khuẩn thay đổi mạnh mẽ trong quá trình ủ phân. Các vi khuẩn dị dưỡng phải đối mặt với những điều kiện tồn tại khắc nghiệt hơn, trong khi nhiệt độ cao và thiếu nước là những điều kiện không thuận lợi để vi khuẩn yếm khí tồn tại. Bảng 9 cho biết *Deinococcus-Thermus*, *Tenericutes* và *Thermotogae* là các vi khuẩn chịu nhiệt cao, chịu nhiệt trung bình, sống sót được trong điều kiện ủ phân hữu cơ ở nhiệt độ cao. Mặc dù nhiệt độ ủ cao với hơi nước nóng tỏa ra và thường xuyên được cấp khí, nhưng vẫn tìm thấy một vài vi khuẩn yếm khí. Điều đó cho thấy, quá trình lên men yếm khí cũng đang xảy ra trong môi trường vi mô của khối ủ. Những sản phẩm của nhà máy phân bón hữu cơ ủ ở nhiệt độ cao đã được phổ biến rộng rãi ở Nhật Bản và có uy tín cao đối với người nông dân và khách hàng canh tác nông nghiệp hữu cơ. Nguồn nguyên liệu sử dụng cho sản xuất phân hữu cơ là chất thải hữu cơ như bùn lắng nước thải, rác thải thành phố, rác thải từ các chợ thực phẩm và bùn thải từ các nhà

máy chế biến thực phẩm...

Bảng 9. Vi khuẩn chính trong phân ủ từ bùn thải ủ ở nhiệt độ cao

2 <i>Actinobacteria</i>
5 <i>Bacteroidetes</i>
9 <i>Chloroflexi</i>
12 <i>Cyanobacteria</i>
13 <i>Deferribacteres</i>
14 <i>Deinococcus-Thermus</i>
18 <i>Firmicutes: Thermus thermophilus</i>
22 <i>Nitrospirae</i>
24 <i>Proteobacteria</i>
25 <i>Spirochaetes</i>
27 <i>Tenericutes</i>
29 <i>Thermotogae</i>
30 <i>Verrucomicrobia</i>

5. KẾT LUẬN

Trong tự nhiên, tập đoàn vi khuẩn rất phong phú và đa dạng, trong đó có nhiều vi khuẩn có lợi cho hướng phát triển nông nghiệp bền vững. Các vi khuẩn có lợi có thể được khai thác trong chế biến phân hữu cơ chất lượng cao từ nhiều loại chất thải hữu cơ khác nhau bằng phương pháp ủ ở nhiệt độ cao. Phân hữu cơ chất lượng cao từ phương pháp chế biến này được sử dụng cho cây trồng là một biện pháp hữu hiệu trong phương thức canh tác môi trường lợi khuẩn để phục vụ cho sản xuất nông nghiệp hữu cơ. Việt Nam với nguồn chất thải hữu cơ rất dồi dào có điều kiện thuận lợi để phát triển canh tác môi trường lợi khuẩn.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả chân thành cảm ơn GS.TS. Nguyễn Thor đã đóng góp quý báu cho nội dung bài viết này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Taxonomy, <https://en.wikipedia.org/wiki/Bacterial-taxonomy>
2. Kazuhiro Hirayama (2016). Taxonomy of Human Intestinal Bacteria, 30:5-152016. Journal of Intestinal Microbiology, Japan.
3. Daniela Numberger (2019). Characterization of bacterial communities in wastewater with enhanced taxonomic resolution by full-length 16S rRNA sequencing. Scientific Reports volume 9, Article number: 9673.
4. Qiuting Zhang, *et al.* (2019). High variations of methanogenic microorganisms drive full-scale anaerobic digestion process. Volume 126, May 2019, Pages 543-551 Environment International.
5. Nataliya M. Shchegolkova, *et al.* (2016). Microbial community structure of activated sludge in treatment plants with different wastewater compositions. Front. Microbiol. 7:90. 10.3389. Published online 2016 Feb 18.
6. Tairo Oshima and Toshiyuki Moriya (2008). A Preliminary Analysis of Microbial and Biochemical Properties of High-Temperature Compost, Annals of the New York Academy of Sciences, 1125: 338-344.
7. Takahiro Yoshii *et al.* (2016). Analysis of the predominant microflora in high temperature compost degrading middle gut gland of scallop", Extremophiles 2016, Sep.2016.

DIVERSITIES OF BACTERIA IN NATURE AND THEIR UTILIZATION FOR PROBIOTIC ENVIRONMENTAL FARMING

Saburo Matsui¹

¹Ph.D., Emeritus Professor, Kyoto University, IWA Distinguished Fellow

Summary

The paper describes bacterial diversities in different environments in nature, such as bacteria in human intestine, probiotics for human, bacteria in sewage, methane fermentation of sewage sludge, activated sludge, and bacteria during the hyper-thermophilic composting. The beneficial bacteria in nature can be utilized in the approach of developing sustainable agriculture, including the production of high quality compost by using the technology of hyper-thermophilic composting applied to animal dung, by products from food processing, garbage, harvest residues and sewage sludge, etc. This method which produces organic fertilizer products containing beneficial bacteria is an efficient technique in the probiotic environmental farming for developing organic agriculture.

Keywords: *Bacterial diversities, hyper-thermophilic composting, organic agriculture, organic fertilizer, probiotics, probiotic environmental farming.*

Người phản biện: GS.TS. Phạm Văn Toàn

Ngày nhận bài: 29/7/2021

Ngày thông qua phản biện: 30/8/2021

Ngày duyệt đăng: 6/9/2021