

PHƯƠNG THỨC CANH TÁC MÔI TRƯỜNG LỢI KHUẨN CHO NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Cách nâng cao hoạt động hiệu quả
của vi sinh vật có ích trong đất làm đất đai phì nhiêu màu mỡ và sản
xuất ra thực phẩm an toàn

Saburo Matsui

*Tiến sĩ, Giáo sư danh dự Đại học Kyoto
Hội viên xuất sắc của Hiệp hội Nước Thế giới*

TÓM TẮT

Canh tác hữu cơ đã trở thành một vấn đề rất quan trọng cho nền nông nghiệp phát triển bền vững bằng cách cải thiện điều kiện đất đai, sử dụng các loại phân bón hữu cơ chất lượng cao. Nguồn nguyên liệu cho loại phân bón hữu cơ này có nhiều nguồn gốc khác nhau từ phân súc vật, dư thừa thực vật sau khi chế biến, rác thải, dư thừa thực vật sau mùa vụ thu hoạch và bùn chất thải sinh hoạt... Quá trình sản xuất phân hữu cơ với nhiệt độ cao có thể sản xuất ra những loại phân hữu cơ có chất lượng cao, có chứa nhiều chất dinh dưỡng thay thế được các loại phân hóa học và có chứa các loại vi sinh vật có ích có tác dụng thay thế thuốc trừ sâu. Những vi khuẩn có ích được tìm thấy như *Bacillus* spp. của *Firmicutes*, *Actinomycetaceae* spp. của *Actinobacteria*, *Proteobacteria* spp. và *Bacteroidetes* spp. là những thành viên chính của nhóm vi khuẩn vùng rễ cây. Những loại vi khuẩn có ích đơn độc như *Streptomyces* spp., *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus* spp. có khả năng sản xuất số lượng lớn và thương mại hóa như loại thuốc trừ sâu sinh học. Phương thức canh tác môi trường lợi khuẩn cho nền nông nghiệp Việt Nam vừa được phát động, nhưng nó có một khả năng phát triển vô cùng rộng lớn trong tương lai.

Những từ chú giải: Phương thức canh tác hữu cơ, phương thức canh tác môi trường lợi khuẩn, phương pháp sản xuất phân hữu cơ nhiệt độ cao, *Streptomyces* spp., *Bacillus* spp., *Lactobacillus* spp.

Người dịch: KS. Phan Đình Cường.

Người phản biện: GS.TS. Nguyễn Thơ.

I. GIỚI THIỆU

Phương thức canh tác hữu cơ đã được khuyến khích trên nhiều quốc gia như: Châu Âu, Mỹ, Nhật Bản và Việt Nam. Ủy ban Châu Âu phát động phương thức canh tác hữu cơ thật sinh động như sau: Đó là một phương pháp sản xuất nông nghiệp khuyến khích việc sử dụng những chất bằng phương pháp chế biến tự nhiên để sản xuất thực phẩm nhằm hạn chế sự tác động đến môi trường: Có trách nhiệm hơn trong việc sử dụng năng lượng và nguồn tài nguyên thiên nhiên; duy trì sự đa dạng hóa sinh học; bảo vệ sự cân bằng sinh học tại địa phương; làm gia tăng độ màu mỡ phì nhiêu của đất đai. Phương thức này nhất thiết yêu cầu phải bao gồm tất cả những kỹ thuật và công nghệ nông nghiệp mới và cũ để giúp các biện pháp canh tác này được hiệu quả. Thực hiện các biện pháp canh tác hữu cơ tốt cũng có những khó khăn lớn như việc phòng trừ sâu hại mà không cần dùng hóa chất, cung cấp chất dinh dưỡng cho cây trồng mà không cần dùng phân bón hóa học, kiểm soát được hạt giống cây trồng mà không cần việc lai tạo chọn lọc giống. Tuy vậy, những khó khăn này, chúng ta phải tìm kiếm những giải pháp cho nền nông nghiệp phát triển bền vững của Việt Nam và Nhật Bản. Thật là vinh dự cho tôi trong việc soạn thảo tập tài liệu này với sự giúp đỡ của GS.TS. Nguyễn Thor về áp dụng phương thức nông nghiệp môi trường lợi khuẩn cho canh tác nông nghiệp hữu cơ tại Việt Nam. Vì khoa học và công nghệ của phương thức canh tác hữu cơ này là kỹ thuật còn non trẻ cho nền nông nghiệp bền vững, do vậy chúng ta cần phải tiến hành nhiều thực nghiệm

lập đi lập lại nhiều lần, có nhiều thành công cả những thất bại để tìm ra những biện pháp canh tác hiệu quả nhất. Cá nhân tôi đã trải qua nhiều kinh nghiệm trong nền nông nghiệp môi trường lợi khuẩn đã làm gia tăng năng suất cây trồng và đã sử dụng những loại phân hữu cơ chất lượng cao được chế biến bằng phương pháp ủ phân mới từ nhiều loại chất thải hữu cơ khác nhau. Phân bón hữu cơ chất lượng cao phải chứa nhiều chất dinh dưỡng để thay thế phân bón hóa học, và có nhiều vi sinh vật có ích để thay thế thuốc trừ sâu. Nền nông nghiệp môi trường lợi khuẩn cũng đẩy mạnh việc sử dụng các vi khuẩn có ích của nhiều loài đơn độc nó có khả năng kích thích sự sinh trưởng của cây trồng và kiểm hãm những loại vi khuẩn, nấm mốc, tuyến trùng và các loại côn trùng độc hại. Ở Nhật Bản đã áp dụng 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 được gọi là vi khuẩn có ích. Vi khuẩn có ích tích lũy trong phân bón hữu cơ, khi được bón vào đất trồng, chúng bảo vệ cây trồng như: rau, cây ăn quả khỏi sự tấn công của nấm, vi khuẩn, tuyến trùng và côn trùng độc hại tấn công. So sánh việc sử dụng tập đoàn vi khuẩn có ích trên đồng ruộng để cải thiện độ màu mỡ của đất mà không cần phân bón hóa học với một cách sử dụng khác là áp dụng lợi khuẩn của một loại vi khuẩn có ích đơn độc như *Lactobacillus species* hay *Bacillus species* trên rau và cây ăn quả bằng phương pháp phun trên lá hay phun vào gốc và rễ cây. Cách sản xuất qui mô thương mại tập thể những loài vi khuẩn có ích là công nghệ quan trọng. Ngay cả

việc sản xuất thương mại các loại vi khuẩn có ích đơn lẻ cũng là công nghệ quan trọng khác.

Bài viết này cung cấp những quan điểm và vai trò của vi khuẩn, nấm, tuyến trùng và côn trùng có hại có liên quan trong môi trường sản xuất nông nghiệp và nhóm vi khuẩn nào là vi khuẩn có lợi cho việc quản lý sử dụng tốt đất canh tác để sản xuất những loại thực phẩm an toàn, và chống lại những loại vi khuẩn, nấm mốc, tuyến trùng, côn trùng có hại.

II. VI KHUẨN TRONG TỰ NHIÊN VÀ NHỮNG LỢI KHUẨN CHO SỨC KHỎE CON NGƯỜI

2.1. Vi khuẩn trong tự nhiên

Có rất nhiều loại vi sinh vật được tìm thấy trên mặt đất. Vi sinh vật bao gồm: vi khuẩn, sinh vật đơn bào, nấm mốc, tuyến trùng và virus. Trong bài viết này, chúng tôi chỉ quan tâm chủ yếu về những loại vi sinh vật có liên quan đến sức khỏe con người và sản xuất nông nghiệp. Những loài đã biết đến của vi khuẩn và vi sinh

vật đơn bào cùng sống trong hệ thống tiêu hóa của con người, nhưng hầu hết các loại nấm, tuyến trùng, virus là tác nhân gây bệnh cho con người cũng như cho cây trồng.

Bảng 1 cho biết những thông tin về phân loại ngành và số lượng chủng loại vi khuẩn trong tự nhiên (1). Đặc tính vi sinh vật trong đất tạo nên một hệ thống sinh thái rất phức tạp tùy thuộc vào điều kiện phi sinh vật và sự hiện diện của chất hữu cơ trong đất. Chúng luôn luôn cạnh tranh nhau với nhau và phát triển theo xu hướng ổn định. Tuy nhiên, những hoạt động trong sản xuất nông nghiệp luôn tạo ra một hệ sinh thái mới trong đất trồng nơi đang xảy ra sự cạnh mới giữa các loài sinh vật với nhau. Trong những loại sinh vật này, sự kiểm soát của vi khuẩn để thực hiện hơn việc kiểm soát các loại nấm, tuyến trùng và sâu hại. Phương thức canh tác hữu cơ luôn luôn đặt nặng biện pháp luân canh, tránh việc trồng liên tục một loại hoa màu nhằm để tránh việc tích lũy những sinh vật có hại trong đất canh tác.

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

	Số loài được xác định
1 <i>Acidobacteria</i>	4
2 <i>Actinobacteria</i>	2000
3 <i>Aquificae</i>	22
4 <i>Armatimonadetes</i>	3
5 <i>Bacteroidetes</i>	500
6 <i>Caldiserica</i>	1
7 <i>Chlamydiae</i>	17
8 <i>Chlorobi</i>	17
9 <i>Chloroflexi</i>	45

	Số loài được xác định
10 <i>Chrysiogenetes</i>	4
11 <i>Coprothermobacterota</i>	45
12 <i>Cyanobacteria</i>	2654
13 <i>Deferribacteres</i>	14
14 <i>Deinococcus-Thermus</i>	45
15 <i>Dictyoglomi</i>	2
16 <i>Elusimicrobia</i>	1
17 <i>Fibrobacteres</i>	2
18 <i>Firmicutes</i>	2000
19 <i>Fusobacteria</i>	37
20 <i>Gemmatimonadetes</i>	1
21 <i>Lentisphaerae</i>	4
22 <i>Nitrospirae</i>	11
23 <i>Planctomycetes</i>	12
24 <i>Proteobacteria</i>	3000
25 <i>Spirochaetes</i>	94
26 <i>Synergistetes</i>	23
27 <i>Tenericutes</i>	8
28 <i>Thermodesulfobacteria</i>	8
29 <i>Thermotogae</i>	30
30 <i>Verrucomicrobia</i>	41
Tổng cộng: 10558	

Theo những khám phá mới của loài vi khuẩn và những tài liệu xuất bản mới về loài vi khuẩn bằng cách xác định bộ gen, thì số lượng ngành và loài của vi khuẩn đang gia tăng. Những vi khuẩn này được tìm thấy ở trong môi trường đất và nước trong tự nhiên. Trong số chúng có 2 loài vi khuẩn *Actinobacteria*, 5 loài *Bacteroidetes*, 12 loài *Cyanobacteria*, 18 loài *Firmicutes* và 24 loài *Proteobacteria* là những nhóm vi khuẩn chủ yếu tập hợp nhiều loài đang hoạt động cho các chu kỳ môi trường các phân tử trên mặt đất.

Khi chúng tôi tập trung nghiên cứu loài vi khuẩn trong hệ thống đường ruột của con người, mặt đầu hầu hết loài vi khuẩn cùng chung sống với con người, số lượng ngành vi khuẩn và các loài giảm một cách đáng kể được mô tả trong Bảng số 2. Những nhóm vi khuẩn chủ yếu có trong đường ruột là 2 loài *Actinobacteria*, 5 loài *Bacteroidetes*, 18 loài *Firmicutes*, và 24 loài *Proteobacteria*. Những vi khuẩn này giữ vai trò quan trọng cùng chung sống trong ruột của con người (2).

2.2. Vi khuẩn trong ruột con người

Điều kiện trong ruột của con người thường là yếm khí và không bắt buộc, nơi này có một sự cạnh tranh đặc biệt giữa các loài vi khuẩn để sống sót. Cuối cùng

những vi khuẩn này đi qua ruột và trở lại môi trường đất và nước. Ruột của con người là nơi cư trú tạm thời của vi khuẩn trong chu kỳ sinh sống trong tự nhiên và ở đây chỉ những loài vi khuẩn được chọn lọc đã có sự tăng gia số lượng đáng kể.

Bảng 2. Ngành, giống và những loài vi khuẩn có trong ruột con người

Phylum	Genus	Species
2 <i>Actinobacteria</i>	12	28
5 <i>Bacteroidetes</i>	9	53
14 <i>Deinococcus-Ther</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
	Total 125	Total 376

Những vi khuẩn sống trong ruột con người cố gắng tìm kiếm chất dinh dưỡng, cạnh tranh với nhau nhưng lại sống hài hòa với nhau giữa các loài vi khuẩn và với ký chủ là con người.

Một khi có một hoặc một vài loài vi khuẩn sinh trưởng phát triển nhanh làm đảo lộn sự hài hòa của tập thể vi khuẩn trong đường ruột ký chủ, thì ký chủ bị bệnh. Để giữ điều kiện sống khỏe mạnh cho tập thể những vi khuẩn trong đường ruột, những loại thực phẩm lên men truyền thống được sử dụng ở nhiều quốc gia trên thế giới. Nhiều người cũng đã biết loại thực phẩm gì tốt cho sức khỏe. Họ đã phát triển nhiều loại thực phẩm lên men

truyền thống. Trong những thực phẩm lên men truyền thống này, phổ biến nhất là yogurt, dưa món của Đức và dưa muối chua. Người Việt Nam đã phát triển một loại thực phẩm lên men bằng cá độc đáo như nước mắm, mắm tôm, mắm cá... những loại thực phẩm này được sản xuất bằng một loại lợi khuẩn được dùng trong lên men acid lactic. Lên men acid lactic được tiến hành bởi những loài vi khuẩn nhất định được mô tả trong Bảng 3, 4 và 5. Cả hai loài *Lactobacillaceae* và *Streptococcaceae* thuộc ngành *Firmicutes*, trong khi đó loài *Bifidobacteriaceae* thuộc ngành *Actinobacteria*.

**Bảng 3. Loài *Lactobacillus* được xác định trong đường ruột con người:
Loài *Lactobacillus* thuộc họ *Lactobacillaceae*, bộ *Lactobacillales*, lớp *Bacilli*,
ngành *Firmicutes***

Họ <i>Lactobacillaceae</i>			
Chi <i>Lactobacillus</i>	<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</i> subsp. <i>coryniformis</i>
	<i>L. crispatus</i>	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>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. kefirano-faciens</i> subsp. <i>kefirano-faciens</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>		

**Bảng 4. Vi khuẩn lên men acid Lactic trong ruột con người:
Loài *Carnobacteriaceae*, *Enterococcaceae* và *Leuconostocaceae* thuộc họ
Streptococcaceae, bộ *Lactobacillales*, lớp *Bacilli*, ngành *Firmicutes***

Họ <i>Streptococcaceae</i>			
Giống <i>Lactococcus</i>	<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	
Giống <i>Streptococcus</i>	<i>S. agalactiae</i>	<i>S. anginosus</i> subsp. <i>anginosus</i>	<i>S. anginosus</i> subsp. <i>whitleyi</i>
	<i>S. australis</i>	<i>S. bovis</i>	<i>S. constellatus</i> subsp. <i>constellatus</i>
	<i>S. constellatus</i> subsp. <i>pharyngis</i>	<i>S. cristatus</i>	<i>S. dysgalactiae</i> subsp. <i>dysgalactiae</i>
	<i>S. dysgalactiae</i> subsp. <i>equisimilis</i>	<i>S. equinus</i>	<i>S. gallolyticus</i> subsp. <i>gallolyticus</i>
	<i>S. gallolyticus</i> subsp. <i>macedonicus</i>	<i>S. gordonii</i>	<i>S. ictaluri</i>
	<i>S. infantarius</i> subsp. <i>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</i> subsp. <i>salivarius</i>	<i>S. salivarius</i> subsp. <i>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 Lactic trong ruột con người thuộc giống *Bifidobacterium*, họ *Bifidobacteriaceae*, bộ *Bifidobacteriales*, lớp *Actinobacteria*, ngành *Actinobacteria*

Bộ Bifidobacteriales			
Họ Bifidobacteriaceae			
Giống <i>Bifidobacterium</i>	<i>B. adolescentis</i>	<i>B. angulatum</i>	<i>B. animalis</i> subsp. <i>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</i> subsp. <i>infantis</i>
	<i>B. longum</i> subsp. <i>longum</i>	<i>B. pseudocatenulatum</i>	
Giống <i>Gardnerella</i>	<i>G. vaginalis</i>		

2.3. Cung cấp vi khuẩn lợi khuẩn cho con người

Thay vì con người dùng thực phẩm lên men acid Lactic, người ta ăn hằng ngày những dòng đơn của vi khuẩn acid Lactic là cách phổ biến thường dùng rộng rãi ở nhiều quốc gia trong đó có Nhật Bản, các nước Châu Âu và Mỹ. Liều lượng sử dụng hàng ngày của những vi khuẩn tốt này được gọi là cung cấp vi khuẩn lợi khuẩn nó giúp ổn định tập đoàn vi khuẩn sống trong đường ruột cung cấp những điều kiện tiêu hóa tốt cho chính người đó. Sự tương tác giữa vi khuẩn trong đường ruột và chính người đó ngày nay được gọi là chiến lược khoa học về được phẩm với danh từ chuyên môn gọi là hệ thống miễn nhiễm và hệ thống tiêu hóa khỏe mạnh. Sự phát triển sản xuất số lượng lớn loại vi khuẩn này rất nhanh với tên gọi là những loại thực phẩm kiểu mới với công nghệ lên men Acid Lactic trên nhiều quốc gia, tên loại thực phẩm mới này cũng được gọi là thực phẩm chức năng có những chức năng mới như miễn dịch (miễn nhiễm), tiêu hóa và còn có nhiều đặc tính tốt khác nữa.

III. VI KHUẨN TRONG NƯỚC THẢI, Bùn THẢI LÀM TIÊU HÓA VÀ HOẠT HÓA CHẤT MÙN THẢI

3.1. Vi khuẩn trong nước thải

Sau khi tiêu hóa thức ăn, con người thải ra phân và nước tiểu trong nước thải, trong nước thải này có hầu hết những nhóm vi khuẩn đường ruột sinh sống và được tìm thấy như: 2 loài *Actinobacteria*, 5 loài *Bacteroidetes*, 18 loài *Firmicutes*, và 24 loài *Proteobacteria*.

Có sự thay đổi đáng kể môi trường trong các hệ thống nước thải có chứa vi khuẩn đường ruột. Có sự giảm số lượng ngành vi khuẩn đường ruột, chúng tỏ môi trường của nước thải này không phù hợp với với số nhóm vi khuẩn trong đường ruột. Một điều thật thú vị khi thấy những nhóm vi khuẩn mới không tìm thấy trong đường ruột nhưng lại xuất hiện trong nước thải này như 1 Loài *Acidobacteria*, 9 Loài *Chloroflexi*, 12 Loài *Cyanobacteria* và 22 loài *Nitrospirae* được chỉ ra rõ trong Bảng 6 (3).

Bảng 6. Những ngành vi khuẩn chủ yếu được tìm thấy trong nước thải

Ngành	Số lượng loài được nhận diện
1 Acidobacteria	4
2 Actinobacteria	2000
5 Bacteroidetes	500
9 Chloroflexi	45
12 Cyanobacteria	2654
18 Firmicutes	2500
19 Fusobacteria	37
22 Nitrospirae	11
24 Proteobacteria	3000
Tổng cộng	10 251

3.2. Quá trình lên men metan

Trong các nhà máy xử lý nước thải, quá trình lên men metan, quá trình làm tiêu hóa chất bùn thải được diễn ra, ở đây một vài nhóm vi khuẩn và vi sinh đơn bào đóng vai trò rất quan trọng được mô tả trong Bảng 7 (4).

Quá trình làm tiêu hóa chất mùn thải diễn ra trong điều kiện yếm khí nghiêm

ngặt để sản xuất ra chất metan và làm phân hủy chất hữu cơ. Vai trò của vi sinh vật rất đặc biệt để thích ứng với môi trường yếm khí bắt buộc này. Những loại vi sinh vật này được tìm thấy trong Bảng 7 và có sự giống nhau với những vi khuẩn trong đường ruột của con người mà nó ít chịu điều kiện yếm khí nghiêm khắc.

Bảng 7. Vi khuẩn metan và những vi sinh vật đơn bào có trong quá trình làm tiêu hóa chất mùn thải

1 Acidobacteria	
5 Bacteroidetes	
9 Chloroflexi	
18 Firmicutes	
23 Planctomycetes	Anaerolineaceae
24 Proteobacteria	Clostridiales
25 Spirochaetes	
26 Synergistetes	
Lãnh giới (vực):	Archaea
Giới:	Euryarchaeota
Ngành:	Euryarchaeota
Bộ:	Methanomicrobia
Lớp	Methanosarcinales
Giống	Methanothrix

3.3. Phân hữu cơ chất lượng cao

Đây là yếu tố chủ chốt trong phương thức canh tác nông nghiệp hữu cơ với phân bón hữu cơ chất lượng cao phải chứa đủ các dinh dưỡng cân đối, 3 chất dinh dưỡng đa lượng chủ yếu là đạm, lân và kali và sau đó là các chất dinh dưỡng trung lượng là Ca, Mg và Sulfur. Tùy thuộc vào nguồn nguyên liệu chất thải hữu cơ để chế biến phân bón này mà còn có các chất dinh dưỡng vi lượng khác có số lượng tốt hơn như Cl, Si, Fe, Zn, Cu, B, Mn, Ni và Mo. Những sản phẩm của nông nghiệp hữu cơ hấp dẫn người tiêu dùng bởi vì chúng có vị ngon hơn do sự đóng góp các chất dinh dưỡng cân đối của chất dinh dưỡng đa lượng và vi lượng có được trong phân hữu cơ được sử dụng. Nhờ 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 phải chứa thêm các chất dinh dưỡng vô cơ, những chất hữu cơ chính như chất mùn, chất có mùn và acid fulvic. Khi phương pháp ủ phân này chưa kỹ (chưa hoai), phân hữu cơ này còn chứa một số chất hữu cơ quan trọng khác. Cuối cùng, phân bón hữu cơ chất lượng cao còn phải chứa những vi khuẩn tốt có lợi cho sự sinh trưởng của cây trồng, bảo vệ cây trồng khỏi bị tấn công của các loại vi sinh vật xấu có hại khác. Thật thú vị khi chúng tôi lên men chất thải hữu cơ như rác thải, bùn thải, phân súc vật và những dư thừa thực vật, có nhiều loại vi khuẩn hiếu khí, và loại vi khuẩn tùy ứng (vừa yếm khí và hiếu khí) hoạt động cho sự lên men. Sau khi lên men, thành phẩm cuối cùng có chứa một lượng lớn các vi khuẩn còn sống và các bào tử của vi khuẩn hiếu khí và vi

khuẩn tùy ứng này mà nó là thành phần của vi khuẩn tốt.

3.4. Hoạt hóa chất bùn thải - AS

Nước thải được xử lý trong các nhà máy xử lý nước thải, ở đó người ta sử dụng phương pháp truyền thống để hoạt hóa bùn thải (AS). Phương pháp hoạt hóa bùn thải (AS) đã được sử dụng hàng trăm năm nay trên thế giới, đây là hạ tầng cơ sở về vấn đề vệ sinh chủ yếu cho con người. Phương pháp hoạt hóa bùn thải (AS) bao gồm vi sinh hiếu khí và yếm khí như vi khuẩn, vi sinh vật đơn bào, nấm và sinh vật nguyên sinh. Phương pháp hoạt hóa bùn thải (AS) hằng ngày nhận một lượng lớn vi khuẩn thải ra từ khu dân sinh được mô tả trong Bảng 6. Nó có khả năng phân hủy chất hữu cơ của phân người và nước tiểu, và nhiều loại hợp chất hữu cơ khác, bao gồm cả các chất carbohydrat, dầu ăn từ chế biến thực phẩm, chất protein, và các hóa chất dầu khí... Thành phần vi sinh của phương pháp hoạt hóa bùn thải (AS) thay đổi theo thành phần của nước thải và tùy thuộc vào các loại nước thải thải ra từ các thành phố. Khi có các loại nước thải công nghiệp thải ra thì chất lượng nước thải có thể thay đổi tùy theo thành phần của nước thải công nghiệp này. Sự thay đổi theo mùa của những dòng nước thải có thể xảy ra do lũ lụt. Vị trí các thành phố khác nhau cũng có sự thay đổi khác nhau, điều này có thể làm thay đổi thành phần nước thải do các loại thực phẩm tiêu thụ khác nhau. Tuy nhiên, những sự thay đổi và khác nhau này, thật thú vị khi thấy thành phần vi sinh của phương pháp hoạt hóa bùn thải (AS) nó vẫn giữ tập thể vi sinh vật chung và chủ yếu được mô tả như trong Bảng 8 (5).

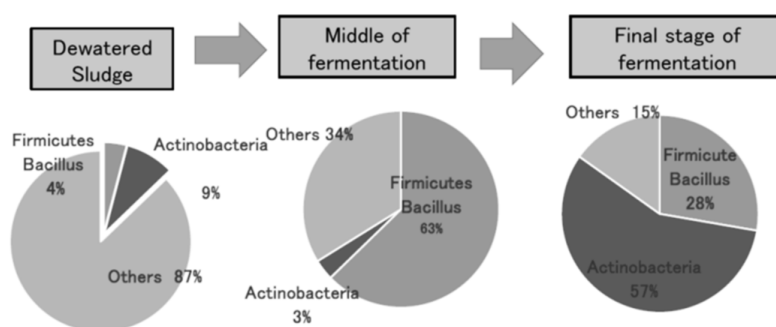
Bảng 8. Cộng đồng vi khuẩn chính của sự hoạt hóa mùn thải trong nhà máy xử lý nước thải với những thành phần nước thải khác nhau

1	Acidobacteria
2	Actinobacteria
5	Bacteroidetes
9	Chloroflexi
16	Elusimicrobia
18	Firmicutes
20	Gemmatimonadetes
22	Nitrospirae
23	Planctomycetes
24	Proteobacteria
30	Verrucomicrobia

hóa đầy đủ, chúng ta có thể thấy một chuỗi sinh học của các loài vi khuẩn trong suốt quá trình lên men được mô tả trong Sơ đồ 1 (6) (7). Bùn thải đã làm khô nước có 2 loài *Actinobacteria* và 18 loài *Firmicutes* có số lượng tương đối nhỏ. Có nhiều kiểu loại vi khuẩn khác trong bùn nước thải. Giữa quá trình lên men khi nhiệt độ tăng lên trên 90°C, 18 loài *Firmicutes*, giống *Bacillus* trở nên những loài chính với những vi khuẩn khác như loài chịu nhiệt cao như 14 loài *Deinococcus-Thermus*, và 29 loài *Thermotogae*. Sau giai đoạn nhiệt độ cao, nhiệt độ của quá trình ủ phân bắt đầu giảm thấp từ từ xuống nhiệt độ không khí bên ngoài, khi 2 loài *Actinobacteria* phân hủy những chất hữu cơ còn lại bao gồm những tế bào của cây trồng. Trong giai đoạn cuối cùng của quá trình ủ phân 2 loài *Actinobacteria* trở nên vi khuẩn chiếm đa số.

IV. VI KHUẨN TRONG PHÂN HỮU CƠ CHẾ BIẾN BẰNG PHƯƠNG PHÁP NHIỆT ĐỘ CAO

Khi chúng ta tiến hành quá trình lên men hiếu khí bùn thải bao gồm bùn thải lấy từ các bồn lắng lọc và bùn thải đã hoạt



Ghi chú: - Dewatered Sludge: Bùn thải đã khử nước.

- Middle of Fermentation: giai đoạn giữa quá trình lên men (trong ủ phân).

- Final stage of fermentation: Giai đoạn cuối quá trình lên men.

Biểu đồ 1. Chuỗi sinh học của vi khuẩn tham gia quá trình lên men nhiệt độ cao của bùn nước thải

Phương pháp lên men này được gọi là phương pháp ủ phân nhiệt độ cao trong đó vi khuẩn hiếu khí tham gia hoạt động từ giai đoạn đầu đến giai đoạn cuối, sự phân hủy tích cực dễ dàng phân hủy những chất như carbohydrat, lipid và protein, tạo ra sức nóng nhiệt độ lên tới trên 90°C tại trung tâm của ủ phân và thải ra hơi nước nóng ngoài không trung. Khi sử dụng phương pháp này được kiểm soát tốt, nhiệt độ trong phần trung tâm ủ phân có lúc lên tới trên 100°C, như vậy phương pháp này được gọi là quá trình ủ phân nhiệt độ cao (6) (7).

Những điều kiện sống của vi khuẩn thay đổi mạnh mẽ trong điều kiện ủ phân. Những loài vi khuẩn dị dưỡng đối mặt với những điều kiện sống khắc khe khốc liệt hơn. Trong khi những loài vi khuẩn hiếu khí này không thích hợp sống dưới điều kiện nhiệt cao và thiếu nước này.

Trong Bảng 9, 14 loài *Deinococcus-Thermus*, 27 loài *Tenericutes* và 29 loài *Thermotogae* thuộc ngành chứng tỏ rằng chúng là loại vi khuẩn chịu nhiệt cao và chịu nhiệt trung bình sống sót được trong những điều kiện ủ phân nhiệt độ cao. Mặc dầu nhiệt độ cao và điều kiện hơi nước nóng tỏa ra nhưng không khí vẫn được cung cấp liên tục, thật ngạc nhiên có một vài vi khuẩn yếm khí vẫn được tìm thấy, điều này cho thấy rằng quá trình yếm khí cũng đang xảy ra, có lẽ trong môi trường vi mô của đồng phân. Những sản phẩm cuối cùng của nhà máy ủ phân bón hữu cơ nhiệt độ cao đã phổ biến rộng rãi ở Nhật Bản, đã nhận được uy tín cao từ những người nông dân đã áp dụng phương thức canh tác nông nghiệp hữu cơ. Những nguồn nguyên liệu chất thải

hữu cơ là bùn nước thải, rác thải thành phố, rác thải từ các chợ bán thực phẩm và bùn thải từ các nhà máy chế biến thực phẩm công nghiệp....

Bảng 9. Những loại vi khuẩn chính trong phân hữu cơ chế biến từ bùn thải

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

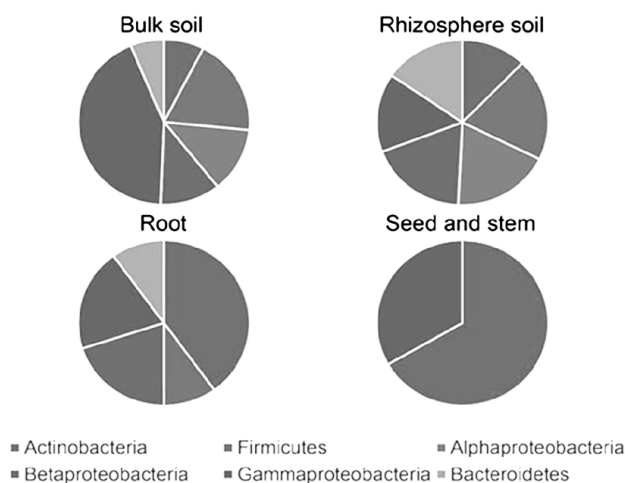
V. VÙNG RỄ CÂY VÀ VI KHUẨN CỘNG SINH VỚI RỄ CÂY GIÚP KÍCH THÍCH SINH TRƯỞNG CÂY TRỒNG VÀ BẢO VỆ CÂY TRỒNG KHỎI TẤN CÔNG CỦA VI KHUẨN CÓ HẠI, NẤM MỐC VÀ TUYẾN TRÙNG

* Sinh trưởng cây trồng - vi khuẩn vùng rễ kích thích sinh trưởng cây trồng (PGPR)

Vùng rễ cây (vùng đất chung quanh vùng rễ cây trồng) là một môi trường phức tạp nó hỗ trợ quần thể vi khuẩn rất phong phú cộng sinh trong rễ và sống chung quanh vùng rễ này, nó có một vai trò rất quan trọng trong chu trình sinh hóa của chất dinh dưỡng hữu cơ và chất khoáng. Cây trồng sinh trưởng nhờ quá trình quang tổng hợp cung cấp các chất carbohydrate, acid amino và những acid

khác cho rễ cây qua các bộ phận hút của lá cây, trong khi rễ cây tiết ra những chất hữu cơ cung cấp cho các vi khuẩn cộng sinh với rễ cây và vi khuẩn sống vùng rễ cây. Những chất acid hữu cơ này được sử dụng để hòa tan những khoáng chất trong đất vùng chung quanh rễ cây. Chất khoáng và nước được di chuyển từ rễ cây lên lá cây qua các mạch. Kiến thức về sinh thái và vai trò của những vi khuẩn này sống ở vùng rễ cây vẫn còn thiếu, đặc biệt chú ý cách mà những vi khuẩn tại chỗ có thể giao tiếp, làm quen và cư trú được tại môi trường của rễ cây, và cạnh tranh cùng với những vi sinh vật tại chỗ. Lorena M. *et al.* quan sát kỹ vi khuẩn ở vùng rễ cây và đã khám phá một vai trò rất quan trọng trong chu kỳ biến đổi chất hữu cơ và chất hóa sinh của dinh dưỡng cây trồng (8). Một số lượng đáng kể các loài vi khuẩn có thể tương tác với cây trồng ký chủ và có thể có tác dụng có lợi cho sinh trưởng cây

trồng, cung cấp chất dinh dưỡng và làm giảm áp lực sâu bệnh của cây trồng. Như vậy, nó cho ta biết những vi khuẩn này là loại vi khuẩn vùng rễ cây kích thích sự sinh trưởng cây trồng (PGPR). Trong số những chức năng chính của vi khuẩn vùng rễ là kích thích sinh trưởng cây trồng (PGPR) như: Sự cố định đạm sinh học, biện pháp phòng trừ sinh học ngăn ngừa các tác nhân gây bệnh cho cây trồng, cố định phosphate, tác nhân hòa tan các chất khoáng trong đất, sản xuất các hoạt chất sinh học cây trồng và các loại enzyme. Ngày nay, vi khuẩn vùng rễ cây kích thích sự sinh trưởng cây trồng (PGPR) còn đại diện cho những biện pháp thay thế cho phân bón hóa học như là các loại phân bón sinh học, các chất kích thích sinh học, chất cải tạo vùng rễ cây và cũng là tác nhân phòng trừ sinh học các loại bệnh hại trên cây trồng (9).



Ghi chú: - Bulk soil: Đất nằm ngoài vùng rễ cây.
 - Rhizosphere soil: Đất nằm trong vùng rễ cây.
 - Root: bộ phận rễ cây.
 - Seed and Stem: Bộ phận hạt và thân cây.
 - *Actinobacteria*, *Firmicutes*, *Alphaproteobacteria*, *Betaproteobacteria*, *Gammaproteobacteria*, *Bacteroidetes*: Tên và tỉ lệ từng loài vi khuẩn được tìm thấy.

Biểu đồ 2. Theo tài liệu GenBank tiến hành phân loại mối quan hệ của 157 dòng vi khuẩn vùng rễ kích thích sinh trưởng cây trồng (PGPR) có mối quan hệ đến điều kiện đất trồng (đất bên ngoài và đất vùng rễ cây) với các loại mô thực vật (rễ, hạt và thân cây) (9)

Thật là thú vị để tìm hiểu mối quan hệ giữa vi khuẩn và môi trường tại Biểu đồ 2, trong đó vi khuẩn vùng rễ kích thích sự sinh trưởng cây trồng (PGPR), vi khuẩn trong vùng đất bên ngoài vùng rễ cây và vi khuẩn trong mô tế bào cây trồng (rễ cây, hạt giống và thân cây) được tiến hành so sánh. Vai trò chính của vi khuẩn trong vùng đất bên ngoài phạm vi rễ cây trồng và trong vùng rễ cây giống nhau của các 2 loài *Actinobacteria*, 5 loài *Bacteroidetes*, 18 loài *Firmicutes* và 24 loài

Proteobacteria (Alpha - Beta - Gamma -). Tuy nhiên, thành phần của chúng khác nhau. Vi khuẩn cộng sinh, ký sinh hay gây bệnh hại có liên quan vùng rễ cây trồng được tóm tắt trong Bảng 1 cho biết rằng 4 ngành vi khuẩn: 2 loài *Actinobacteria*, 5 loài *Bacteroidetes*, 18 loài *Firmicutes*, and 24 loài *Proteobacteria* (Beta- và Gamma-). Ở hạt và thân cây có 2 ngành: 2 loài *Actinobacteria* và 24 loài *Proteobacteria* (Gamma-) cho đến ngày nay đã được tìm thấy.

Bảng 10. Sự cộng sinh, ký sinh hoặc là nguồn gây bệnh của vi khuẩn vùng rễ cây qua sự sản xuất ra chất kích thích sinh trưởng cây trồng và những chức năng của chúng

Ngành	Bộ/Giống	Chất kích thích sinh trưởng cây trồng	Chức năng
2 <i>Actinobacteria</i>	<i>Actinomycetaceae</i>	AA, GB, CK,	Trừ nấm
5 <i>Bacteroidetes</i>	<i>Flabobacterium</i>	IAA	Nguồn gây bệnh hại cây
18 <i>Firmicutes</i>	<i>Bacillus</i>	<i>B.thuringiensis</i>	Trừ sâu hại
		<i>B.subtilis</i>	Trừ sâu hại
24 <i>Proteobacteria</i>	<i>Agrobacterim</i>	IAA	Ký sinh
alpha-	<i>Bradyrhizobium</i>	IAA	Cố định đạm ở đậu nành
	<i>Rhizobium</i>	IAA	Cố định đạm
	<i>Azospirillum</i>	IAA, GB, GK	Cố định đạm
24 <i>Proteobacteria</i>	<i>Alcaligines</i>	IAA	Khử nitơ
beta-	<i>Xanthomonas</i>		Gây bệnh hại cây trồng
24 <i>Proteobacteria</i>	<i>Azotobactor</i>	IAA	Cố định đạm
gamma-	<i>Enterobactor</i>	IAA	Gây bệnh cho người
	<i>Erwinia</i>	IAA	Gây bệnh cho người
	<i>Hafnia</i>		Gây bệnh cho người
	<i>Klebsiella</i>	IAA	Gây bệnh cho người
	<i>Pseudomonas</i>	<i>P. fluorescens</i>	Gây bệnh cho cây trồng,

<i>Serratia</i>	Cơ hội cho con người Gây bệnh cho người
VI. CHẤT KÍCH THÍCH TĂNG TRƯỞNG CHO CÂY VÀ NHỮNG CHỨC NĂNG CỦA VI KHUẨN VÙNG RỄ CÂY 6.1. Chất kích thích thực vật Cây trồng chịu nhiều tác động bất lợi từ các yếu tố phi sinh vật như: khô hạn, nhiệt độ quá cao, bị nhiễm mặn, bị ngộ độc những kim loại nặng. Những tác động bất lợi từ các yếu tố phi sinh vật có những tác hại về sinh lý và hình thái cây trồng thông qua tác động làm sai lệch những cấu trúc di truyền của các chuỗi phản ứng hóa học của tế bào. Cây trồng sử dụng nhiều cơ chế chống chịu và dùng chuỗi phản ứng hóa học để ngăn chặn những tác động của điều kiện bất lợi làm tác động khi có bất cứ sự thay đổi nào làm tác động ảnh hưởng sự trao đổi chất của cây trồng. Những chất kích thích thực vật là những chất điều tiết sinh trưởng quan trọng nhất; chúng được biết đến có tác động nổi trội lên quá trình biến dưỡng của cây trồng, và hơn nữa, chúng đóng một vai trò quan trọng trong việc kích thích cơ chế phản ứng bảo vệ những tác động khắc nghiệt của môi trường (10). Sự bổ sung những chất kích thích thực vật ngoại sinh đã được công nhận là chất cải thiện sinh trưởng và quá trình biến dưỡng của cây trồng trong điều kiện có tác động căng thẳng khắc nghiệt của những điều kiện môi trường chung quanh. Chất kích thích tăng trưởng là những chất kích thích thực vật quan trọng, và chất kích thích thực vật indole-3-acetic acid (IAA) đã được chứng minh thúc đẩy nhiều giai đoạn sinh trưởng và phát triển của cây trồng như sự phân chia tế bào, sự	kéo dài và sự phân hóa của tế bào. Chất Cytokinins (CK) là một nhóm quan trọng của các chất kích thích thực vật đóng vai trò trong việc duy trì gìn giữ sinh trưởng và quan phân hóa của tế bào và ngăn cản sự già nua, do vậy nó có tác dụng làm chậm quá trình già của lá cây. Chất Absciscic Acid (ABA) được biết đến nó giữ một vai trò quan trọng trong việc cải thiện và chịu đựng của cây trồng đối với các tác động khắc nghiệt căng thẳng của môi trường chung quanh. Sự xuất hiện tự nhiên chất sesquiterpenoid là nhóm chất kích thích thực vật quan trọng tham gia vào quá trình điều tiết sinh trưởng. Chất gibberellin (GB) có một vai trò rất quan trọng trong giai đoạn hạt giống ngủ để kích thích hình thành cơ quan của hoa, kích thích sinh trưởng những chồi mọc ngang. Chất salicylic acid cũng là một chất kích thích thực vật quan trọng khác với nhân phenolic thiên nhiên nó giữ chức năng quan trọng làm cây trồng có khả năng chống chịu những điều kiện khắc nghiệt qua sự điều biến hoạt động của enzym antioxidative. 6.2. Vi khuẩn sản xuất ra những chất kích thích thực vật Vi khuẩn tổng hợp một lượng nhỏ những chất kích thích thực vật này và cung cấp cho cây trồng để cải thiện nâng cao tính chống chịu và sinh trưởng của cây trồng để chịu đựng với những điều kiện khắc nghiệt của môi trường chung quanh như nhiễm mặn, nhiệt độ cao, khô hạn và nhiễm độc những kim loại nặng. Có nhiều vi khuẩn vùng rễ cây trồng chúng có khả năng cung cấp những chất kích thích thực vật được mô tả trong Bảng 10. Vi khuẩn vùng rễ cây trồng nói chung thường là cộng sinh hay hội

sinh với cây trồng, nó cung cấp chất đạm hoặc các chất kích thích sinh trưởng thực vật cho cây trồng và giúp chống lại sự tấn công nấm bệnh và tuyến trùng. Trong khi đó một số vi khuẩn này là nguồn bệnh cho con người hoặc cơ hội bị nhiễm bệnh, loài vi khuẩn là lợi khuẩn cho con người như *Lactobacillus* spp. có chức năng chống lại những vi khuẩn vùng rễ cây trồng này. Do vậy, rau tươi đóng vai trò quan trọng trong cuộc sống khỏe của con người nhưng phải được đun nấu kỹ trước khi dùng để đảm bảo vệ sinh và sức khỏe.

VII. NẤM LÀ NHỮNG VI SINH VẬT SỐNG RẤT KHỎE TRONG MÔI TRƯỜNG; MỘT SỐ LOẠI NẤM CÓ LỢI NHƯNG MỘT SỐ LOẠI NẤM LẠI GÂY ĐỘC HẠI CHO CON NGƯỜI VÀ CÂY TRỒNG

7.1. Loại nấm có lợi và loại nấm độc hại

Nấm là loại vi sinh vật rất mạnh như các loại vi khuẩn, nó cạnh tranh với nhau trong nhiều hệ sinh thái trên mặt đất. Đôi khi chúng hợp tác hoạt động cùng nhau trong quá trình lên men để sản xuất rượu, tương Miso (Nhật)... Nhưng hầu hết các trường hợp nó chiến đấu với nhau, việc này cho ta biết những kiến thức hữu ích để phòng trừ các loại nấm bằng loại vi khuẩn có ích. Các loài nấm là thành viên của nhóm sinh vật có nhân, nó bao gồm những sinh vật như men, mốc, cũng như những loại nấm phổ biến (11). Những sinh vật này được cùng xếp vào Giới, và nó được tách ra khỏi Giới động thực vật có nhân khác. Nấm là sinh vật dị dưỡng; nó lấy thức ăn bằng cách hấp thu các phân tử hòa tan điển hình nhất là phương pháp chúng tiết ra những men tiêu hóa vào môi trường của chúng. Nấm thực hiện vai trò quan trọng trong phân hủy chất hữu cơ và có vai trò cơ bản trong chu trình dinh dưỡng

và trao đổi với môi trường bên ngoài. Chúng được dùng làm nguồn thực phẩm cho con người trong thời gian dài, dưới dạng sản phẩm thương mại là nấm rơm và nấm cục, men làm bột nở cho bánh mì; và trong quá trình lên men rượu của nhiều loại thực phẩm khác nhau như: rượu vang, bia, nước tương. Chúng có được phân loại xếp vào 9 giới phụ và 14 ngành bao gồm nấm được mô tả trong Bảng 11. Trong khi đó một số ngành của nấm là cộng sinh với những cây thân gỗ, một số khác là loại ký sinh với cây trồng gây nên những thiệt hại đáng kể trong ngành nông nghiệp.

Bảng 11. Nấm, những giới phụ và ngành quan trọng cho nông nghiệp

Những giới phụ	Ngành
1 Rozellomycota	1 Rozellomycota
	2 Microsporidia
2 Aphelidiomycota	3 Aphelidiomycota
3 Chytridiomycota	4 Neocallimastigomycota
4 Chytridiomycota	
5 Blastocladiomycota	5 Blastocladiomycota
6 Zoopagomycota	6 Basidiobolomycota
	7 Entomophthoromycota
	8 Kickxellomycota
7 Mortierellomycota	
8 Mucoromycota	9 Calcarisporiellomycota
	10 Mucoromycota
9 Symbiomycota	11 Glomeromycota
	12 Entorrhizomycota
	13 Basidiomycota
	14 Ascomycota

7.2. Sự cộng sinh

Sự cộng sinh là sự cộng tác cộng sinh cùng có lợi giữa nấm và các loại cây trồng thân gỗ (12). Thuật ngữ cộng sinh nói về vai trò của nấm trong vùng rễ của cây trồng, hay hệ thống rễ cây trồng. Sự cộng sinh đóng một vai trò quan trọng trong dinh dưỡng cây trồng, sinh học đất đai và hóa học đất đai. Sự hợp tác đôi khi là sự phụ thuộc lẫn nhau. Một số loài đặc biệt hoặc một số trường hợp cộng sinh cụ thể nào đó có thể có sự hợp tác ký sinh với cây ký chủ. Cây cộng sinh thường có tính chống chịu cao hơn với sâu bệnh hại, như một số trường hợp gây bệnh từ nguồn vi sinh gây bệnh có nguồn gốc trong đất trồng. Những sự cộng sinh này đã được phát hiện giúp cây trồng có tính phòng ngự bảo vệ những bộ phận trên không và dưới mặt đất. Sự cộng sinh trong cây trồng đã được phát hiện, nó tiết ra các chất enzym có độc tính đối với vi sinh vật gây bệnh hại có nguồn gốc từ trong đất trồng như tuyến trùng. Có ít nhất 1060 loài nấm tham gia cộng sinh được biết đến như nhóm Zygomycota, thuộc ngành 8 loài Kickxellomycota, 9 loài Calcarisporiellomycota, 10 loài Mucoromycota, 13 loài Basidiomycota, 14 loài Ascomycota,...

Hầu hết các loài nấm là loại hoại sinh và không là nguồn gây bệnh cho cây trồng, động vật và con người (13). Tuy nhiên, nhiều loài nấm là nguồn bệnh thực vật cũng như gây bệnh cho con người (ví dụ: làm nhiễm trùng, gây dị ứng...). Chúng sản xuất ra chất độc làm ảnh hưởng đến cây trồng, động vật và con người. Trong đó có các loài nấm như *Aspergillus*, *Fusarium* và giống *Alternaria* của 14 loài Ascomycota và mucor của 10 loài Mucoromycota trở thành nhóm gây nguồn bệnh cho con người. Những loại nấm xuất

hiện là mối đe dọa chung cho cả sản xuất nông nghiệp và sức khỏe con người. Nói chung, có một số ít loài nấm này có thể gây thiệt hại kinh tế đáng kể cho nông nghiệp, làm tổn hao một lượng thực phẩm tiêu dùng đáng kể của con người và trường hợp trầm trọng hơn gây nên những dịch bệnh chết người và gia súc.

7.3. Bệnh phấn trắng, bệnh mốc sương và bệnh héo rũ

Bệnh phấn trắng là bệnh do nấm gây hại trên hơn 7.600 loại cây trồng trên toàn cầu (14)(15). Bệnh phấn trắng do nhiều loài nấm gây ra. Trong đó, loài gây hại phổ biến nhất cho bệnh phấn trắng này thuộc họ Erysiphaceae. loài Erysiphaceae này là loại ký sinh bắt buộc. Trong họ này, loài *Podosphaera fuliginea*, *P. xanthii* được tìm thấy phổ biến nhất, nó thuộc giống *Podosphaera*, họ Podosphaera, bộ Erysiphales, lớp Leotiomycetes, ngành 14 loài Ascomycota.

Bệnh phấn trắng là bệnh trên cây trồng dễ phát hiện hơn, vì triệu chứng của chúng rất rõ ràng. Cây bị nhiễm bệnh biểu hiện có nhiều bột trắng trên lá và trên thân. Những lá nằm bên dưới thường bị ảnh hưởng nặng nhất, nhưng bệnh phấn trắng có thể xuất hiện trên bất cứ phần nào của cây trên mặt đất. Bệnh phấn trắng phát triển nhanh ở trong môi trường có độ ẩm cao và nhiệt độ trung bình. Trong nhà kính có điều kiện ẩm độ và nhiệt độ lý tưởng cho việc lây lan của bệnh. Việc này làm thiệt hại đến biện pháp canh tác nông nghiệp và nghề làm vườn nơi mà bệnh phấn trắng phát triển mạnh trong điều kiện của nhà kính. Trong điều kiện canh tác nông nghiệp và làm vườn, bệnh hại có thể được kiểm soát bằng những phương pháp hóa học, hữu cơ sinh học và dùng những

gene kháng. Cùng với bệnh phấn trắng, chết rụi, bệnh héo rũ.... Bảng 12: Ngành còn có nhiều loại bệnh nấm điển hình *Ascomycota* có nhiều lớp và giống, loài khác như bệnh héo rũ *Fusarium*, bệnh gỉ nấm gây hại cho sản xuất nông nghiệp và sét trên lá cây, bệnh rụi cây, thối rễ cây, gây bệnh cho con người.

Bảng 12. Ngành *Ascomycota* có nhiều lớp và giống, loài nấm nó gây hại cho cây trồng nông nghiệp và gây bệnh cho con người có triệu chứng như héo rũ, chết rụi, phấn trắng, thối rễ và héo rũ

Dothideomycetes	<i>Cladosporium</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp. (Fusarium wilt disease)
Sordariomycetes	<i>Magnaporthe</i> spp.	<i>Thielaviopsis</i> spp. (canker rot, black root rot, Thielaviopsis root rot)
Leotiomycetes	<i>Botrytis</i> spp.	<i>Magnaporthe grisea</i> (rice blast)
	<i>Verticillium</i> spp.	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (cottony rot)
Basidiomycota	<i>Pucciniomycetes</i>	
	<i>Puccinia</i> spp.	severe rusts of cereals and grasses rusts

Phylum	Class	Genus	Disease
Ascomycota			
	Dothideomycetes	Cladosporium spp.	Fusarium spp. (Fusarium wilt and damping-off disease)
		Alternaria spp.	Plant disease, Early blight, Damping-off
	Sordariomycetes		Human disease(allergens AIDS opportunistic)
		Magnaporthe spp.	Rice rotten neck, rice seedling blight, blast, and Johnson spot, blast of rice, oval leaf spot of
			graminea, pitting disease, ryegrass
		Thielaviopsis spp.	Many vegetables and cotton, canker rot, black root rot, Thielaviopsis root rot
		Cryphonectria parasitica	
		Glomerella cingulata	Anthrachnose(Canker). fruit rotting diseases strawberry
	Incertae sedis	Verticillium spp.	Chesnut blight
			verticillium wilt disease
			300 different cultivated plants infected, potato,maples, elms, aspen, ash, beech, catalpa, oak,
	Leotiomyces	Botrytis spp.	
		Sclerotinia sclerotiorum	Wine grapes and other plants infected,Damping-off
		Podosphaera fuliginea	408 plant species infected
		P. xanthii	producing an abundance of mycelium and sclerotia
		Erysiphaceae	Powdery mildew
		Pucciniomycetes	
		Puccinia spp.	
		Phakospora pachyrhiz	Powdery mildew
	Basidiomycota	Ceratobasidiaceae	Severe rusts of cereals and grasses
		Rhizoctonia solani	Soybean rust
			brown patch (a turfgrass disease)
			damping off (e.g. in soybean seedlings)
			black scurf of potatoes,
			bare patch of cereals,
			root rot of sugar beet,
			belly rot of cucumber
			sheath blight of rice

Trong thời gian qua những loại vi sinh vật khác được tìm thấy thuộc giới Nấm, nhưng ngày nay chúng được xếp loại thuộc giới Chromista. Loài Oomycota thuộc giới này cũng gây nên thiệt hại đáng kể trên cây trồng nông nghiệp, được chỉ rõ trong Bảng 13.

Bảng 13. Vi sinh vật Oomycota gây hại nặng trên cây trồng nông nghiệp, có những triệu chứng như bệnh héo rũ, bệnh héo rụi cây và bệnh phần trắng

Kingdom:	Chromista					
Phylum:	Oomycota					
Order:	Peronosporales					
Family:	Peronosporaceae					
Genus:	Phytophthora					
Species	Phytophthora					
	Phytophthora infestans	The plant-destroyer (water molds),				
		Damping-off, Late blight, Downy mildew				
		avocado and pineapple,				
Family:	Peronosporaceae					
Genus:	Plasmopara					
Species:	P. viticola	Downy mildew, grapevines				
Family:	Pythiaceae					
Genus:	Pythium					
	P.spp.	Damping-off				

VIII. SỰ CẠNH TRANH GIỮA VI KHUẨN, NẤM, SÂU HẠI VÀ TUYẾN TRÙNG TRÊN CÂY TRỒNG XÂY DỰNG NÊN MỐI QUAN HỆ PHỤ THUỘC LẦN NHAU

Trong những nội dung trước, chúng tôi đã thảo luận về vi khuẩn tốt, nó có thể xây dựng nên những mối quan hệ phụ thuộc lẫn nhau với cây ký chủ và những vi khuẩn gây hại nó tấn công gây hại cây ký chủ, và nhiều vi khuẩn cơ hội nó có nhiều chức năng có ý nghĩa với cây ký chủ. Câu chuyện tương tự này có thể áp dụng trên nấm, nấm có lợi, nấm có hại và loại cơ hội. Tuy nhiên, loại nấm có lợi thì số lượng còn ít để giúp việc canh tác cây rau màu và cây ăn quả.

Ngay cả khi ta biết loại nấm này có lợi, nhưng nó khó được đưa vào áp dụng rộng rãi trong thị trường. Để làm cho đất đai thêm màu mỡ phì nhiêu, phương thức canh tác môi trường lợi khuẩn phải có chiến lược kiểm soát được vi sinh vật. Chiến lược của chúng tôi là vi khuẩn có lợi phải chiếm đa số vi khuẩn có hại bằng

cách chọn lọc vi khuẩn có lợi và cung cấp nó cho cây trồng qua biện pháp áp dụng phun trên lá hay phun vào rễ cây trồng.

Có một kết quả so sánh rất thú vị giữa việc bón phân hóa học và hữu cơ có chứa vi sinh vật vào đất trồng kết quả ở Bảng 14 (16).

Chúng tôi kiểm tra sự thay đổi vi sinh với hai công thức bón phân hóa học và phân hữu cơ trong thời gian hơn 4 năm. Chúng tôi chuẩn bị 2 lô đất trồng nghèo dinh dưỡng để làm thử nghiệm. Chúng tôi bón mỗi đợt 270 kg phân hữu cơ khô trên diện tích 10 ha trong 2 năm liên tục. Chúng tôi thấy rằng có sự gia tăng đáng kể số lượng 2 loài *Actinobacteria* trong đất có bón phân hữu cơ, trong khi số lượng loài nấm dạng khuẩn ty xuất hiện hầu như giống nhau trong đất có bón cả phân hóa học và phân hữu. Tổng số lượng vi khuẩn hiếu khí và yếm khí bằng nhau, trong khi sự phân hủy chất xơ gia tăng do sự gia tăng của vi khuẩn *Actinobacteria* spp. Do vậy, việc sử dụng

phân hữu cơ có ý nghĩa rất quan trọng nó đã spp. trong đất.
làm gia tăng loại vi khuẩn *Actinobacteria*

Bảng 14. So sánh chỉ tiêu lượng vi sinh trong đất giữa biện pháp sử dụng phân bón hóa học và phân hữu cơ

Fertilizer			1954	1955	1955	1956
			Oct.22	May. 23	Aug. 4	May. 17
		No. /g dry soil				
Chemical fertilizer application	Aerobic bacteria (x10 ⁶)		42.4	12.5	12.2	10.6
	Annaerobic bacteria (x10 ⁶)		1.07	1.45	1.42	1.56
	Actinobacteria (x10 ⁶)		2.8	1.3	2.01	0.46
	Fungi (x10 ⁴)		18.5	9.3	8	4.3
	Cellulose decomposer(x1)		394	160	9,060	26
	Denitrifying bacteria(x1)	-		479	20,000	3,576
	Nitrite oxidizing bacteria(x1)	-		160	4,700	
Compost application	Aerobic bacteria (x10 ⁶)		41.4	16.1	14	11
	Annaerobic bacteria (x10 ⁶)		1.13	1.66	1.22	1.03
	Actinobacteria (x10 ⁶)		4.4	2.5	3.25	2.28
	Fungi (x10 ⁴)		26.2	15	7.4	5.3
	Cellulose decomposer(x1)		1,270	12,690	3,700	4,762
	Denitrifying bacteria(x1)	-		2,345	29,000	5,442
	Nitrite oxidizing bacteria(x1)	-		12,690	21,200	
	Started from bare land					
	Twice applied compost each with 270kgdry/10a, May 10,1954, and May 23.1955					

Loại *Actinobacteria*:

Actinobacteria trở thành cộng sinh với cây ký chủ nó đã tạo nên vật cản trở chống lại sự xâm chiếm của nấm bệnh vào cây trồng. Loại *Actinobacteria* spp. được biết đến như một tác nhân sản xuất ra nhiều loại chất kháng sinh. Những chất kháng sinh này chống lại nấm bệnh và tuyến trùng nhờ enzym chitinases (17) (18). Enzym chitinases của vi khuẩn *Actinobacteria* spp. làm tan vỡ vách tế bào của nấm và tuyến trùng chứng minh qua việc tấn công trực tiếp vi khuẩn và bất cứ nấm bệnh nào hay bất cứ loại tuyến trùng gây nốt sần rễ cây (19)(20).

Loại vi khuẩn *Streptomyces* spp. của 2 loài *Actinobacteria* có thể trừ nấm bệnh *Alternaria brassicicola* của hệ

Ascomycota và cả tuyến trùng gây nốt sần trên rễ cây.

Tuyến trùng gây nốt sần trên rễ cây là vật ký sinh trên cây trồng và thuộc giống *Meloidogyne*, họ Meloidogynidae, bộ Tylenchida, lớp Secementea, ngành Nematoda.

Giới *Animalia*

Được nhận dạng là loài *Meloidogyne hapla*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne enterolobii* syn. *M. mayaguensis*. Chúng thường sinh trưởng và phát triển trong đất ở những vùng khí hậu nóng và có mùa đông ngắn. Trên toàn thế giới có khoảng 2000 loại cây trồng bị mắc cảm với sự gây bệnh từ tuyến trùng gây nốt sần rễ này và nó gây ra sự thiệt hại khoảng 5% sản lượng hoa màu trên thế giới (21). Sâu non của tuyến trùng gây bệnh nốt sần tấn công vào rễ cây, kích thích sự phát triển của nốt

sản nó hút hết những sản phẩm của quá trình quang hợp và chất dinh dưỡng của cây trồng.

Sự phát triển của thuốc trừ sâu sinh học vi sinh mang lại rất nhiều triển vọng như: loài *Bacillus* nó có khả năng phòng trừ được sâu bệnh và một số loài nấm bệnh như: *Glomerella cingulata* của *Ascomycota* trên cây quýt. *Bacillus thuringiensis* được biết đến nhiều là loại phòng trừ sâu bệnh hiệu quả và được kinh doanh rộng rãi trên thị trường. Tuy nhiên chúng ta nên biết rằng *Bacillus anthracis* nó chỉ là nguồn bệnh hại trong giống *Bacillus* và giết hại động vật và con người như là một vũ khí sinh học.

Bacillus subtilis sản xuất ra những chất có khả năng khuếch tán để ngăn cản những nguồn bệnh do nấm gây ra. Đó là những chất kháng nấm được tìm thấy và xác định bởi M. Shoda đó là chất iturin và surfactin (22).

Bacillus subtilis có thể phòng trừ được bệnh thối đọt và thối rễ cây cà chua do nấm *Fusarium oxysporum*, loài *F. radialis-lycopersici*. *Bacillus subtilis* có thể phòng trừ bệnh héo rũ cà chua do nấm *Pseudomonas solanacearum* gây ra.

Pseudomonas fluorescens của *Gamma Proteobacteria* không những chỉ có khả năng của một vi khuẩn vùng rễ cây kích thích sinh trưởng cây trồng (PGPR), mà còn là một loại thuốc trừ nấm hiệu quả cao trên loài nấm *Pythium aphanidermatum* thuộc ngành *Oomycota* và giới *Chromista* mà nó gây hại trên cây bắp cải xanh, bắp cải Brussels, cải bắp, cây súp lơ...

Loài *Pectobacterium carotovorum* thuộc bộ Enterobacteriales của Gammaproteobacteria,

24 loài *Proteobacteria* là nguồn gây bệnh thối nhũn, nó tiết ra những enzym ngoại bào, enzym pectinase làm hòa tan chất pectine của tế bào cây trồng (23). Nó gây hại rất lớn đối với một số loại rau như: rau diếp, cải thảo, cải bắp, súp lơ, rau diếp cá, gừng, cần tây, ngò tây, hành xứ Wales, hành, cà rốt, khoai tây, cà chua, ớt chuông, ớt ngọt, ớt xanh, các loại ớt, ớt cựa gà, cây mù tạt Nhật Bản, Komatsuna, tỏi tây, tỏi, củ cải trắng...

Một thông tin rất thú vị từ Nhật Bản cho biết vi khuẩn *Lactobacillus plantarum* có khả năng làm giảm bệnh thối nhũn do vi khuẩn *Pectobacterium carotovorum* gây ra (24).

Nhóm chúng tôi đã đang sử dụng vi khuẩn *Lactobacillus fermentum* để ngăn ngừa và phòng trừ sự xâm nhập gây hại của các loại nấm và vi khuẩn như *Pectobacterium carotovorum* trên các loại cây trồng như lúa, dưa hấu, bắp cải Trung Quốc, cà rốt, cà chua, khoai lang, đậu nành, đậu sọ, táo, lê, cam quýt, quả thanh long. Chúng tôi đã có nhiều kinh nghiệm về sự thành công trong việc áp dụng vi khuẩn *Lactobacillus fermentum*, và chúng tôi thấy rằng một chất rất quan trọng do vi khuẩn *L. fermentum* tiết ra giống như là một chất kích thích sinh trưởng cây trồng giống như chất auxin và cytokinin nó có tác dụng kích thích sự sinh trưởng cây trồng (25). Chúng tôi đã quan sát thấy sự ra hoa và chín sớm của các loài quả cây ăn quả.

Để so sánh các loại *Bacillus* và *Pseudomonas*, chúng là những loại vi khuẩn *Lactobacillus* hiếu khí. Các loại vi khuẩn *Lactobacillus* là loại yếm khí tùy ứng, chúng có những biểu hiện chúng có

thể hoạt động ở vùng đất sâu hơn nơi có ít oxy. Một vài loại *Lactobacillus* có thể sống cộng sinh trong các khí khổng của lá cây, nơi mà nhiều loại vi khuẩn và nấm đã cố gắng xâm nhập vào để tranh giành chất dinh dưỡng và các dưỡng chất do quá trình quang tổng hợp tạo nên.

Các loại vi khuẩn *Lactobacillus* có thể bảo vệ cây ký chủ khỏi sự tấn công của sâu bệnh hại.

Sử dụng những loại vi khuẩn có ích này của các loài đơn độc rất có triển vọng trong việc phát triển những biện pháp kỹ thuật cho canh tác hữu cơ và nền nông nghiệp bền vững.

IX. KẾT LUẬN

Canh tác hữu cơ trong nông nghiệp đã được khuyến khích ở nhiều quốc gia trên thế giới như các nước Châu Âu (EU), Mỹ, Nhật Bản và Việt Nam. Trong việc thực hiện tốt biện pháp canh tác hữu cơ cũng có những khó khăn rất lớn như việc phòng trừ sâu hại mà không sử dụng hóa chất, cung cấp chất dinh dưỡng cho cây trồng mà không dùng phân bón hóa học, quản lý giống cây trồng mà không lai tạo chọn giống.

Nông nghiệp môi trường lợi khuẩn nó đẩy mạnh sản xuất và sử dụng phân hữu cơ chất lượng cao được chế biến từ nhiều loại chất thải hữu cơ bằng công nghệ ủ phân mới. Phân hữu cơ chất lượng cao không những có chứa đầy đủ chất dinh dưỡng cho cây trồng thay thế được phân bón hóa học mà nó còn có chứa nhiều loại vi sinh vật có ích có tác dụng phòng trừ sâu bệnh hại có thể thay thế được thuốc trừ sâu hóa học.

Nông nghiệp môi trường lợi khuẩn khuyến khích việc sử dụng các vi khuẩn có ích của nhiều loài vi sinh khác nhau, chúng có khả năng kích thích sinh trưởng cây trồng và làm giảm những loại vi khuẩn, nấm, tuyến trùng và sâu hại tấn công phá hại cây trồng.

Loại phân bón hữu chất lượng cao có thể sản xuất bằng phương pháp ủ phân nhiệt độ cao, với phương pháp này đã làm tích lũy nhiều loại vi khuẩn tốt trong sản phẩm phân bón. Những loại vi khuẩn có ích thuộc loài *Bacillus* của *Firmicutes*, loài *Actinomyetaceae* của *Actinobacteria*, loài *Proteobacteria Streptomyces* spp. của *Actinobacteria*, *Bacillus subtilis* của *Firmicutes*, *Lactobacillus species* của *Firmicutes* và loài *Bacteroidetes*, chúng là những thành phần chính của vi khuẩn vùng rễ cây. Những loài đơn lẻ của những vi khuẩn có lợi như loài *Streptomyces* spp. của *Actinobacteria*, loài *Bacillus subtilis* của *Firmicutes*, loài *Lactobacillus* của *Firmicutes* là những sản phẩm thương mại đang sử dụng rộng rãi như là loại thuốc trừ sâu hại sinh học. Phương thức canh tác môi trường lợi khuẩn cần cho sự phát triển nông nghiệp bền vững ở Việt Nam vừa mới bắt đầu và nó có nhiều triển vọng tiềm năng phát triển rộng lớn trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phân loại, https://en.wikipedia.org/wiki/Bacterial_taxonomy
2. Kazuhiro Hirayama, Phân loại vi khuẩn đường ruột con người, 30:5 - 152016, Tạp chí Vi sinh vật đường ruột, Nhật Bản.
3. Daniela Numberger, Những đặc tính của cộng đồng vi sinh vật có trong nước thải bằng phương pháp phân giải phân loại cách sắp xếp

- theo chuỗi của chiều dài gene 16S rRNA, Báo cáo khoa học quyền 9, Mã số bài báo cáo: 9673 (2019).
4. Qiuting Zhang, *et al.*, Sự biến dạng cao của vi sinh tổng hợp chất methan trong ruột do tác động quá trình tiêu hóa yếm khí hoàn toàn, Quyền 126, Tháng 5/2019, Trang 543 - 551 Môi trường thể giới.
5. Nataliya M. Shchegolkova, *et al.*, Cấu trúc của cộng đồng vi sinh vật trong bùn thải đã hoạt hóa trong các nhà máy xử lý nước thải với các thành phần nước thải khác nhau. Phần vi sinh vật 7:90. 10.3389. Ấn bản online 18/2/2016.
6. Tairo Oshima và Toshiyuki Moriya, Phân tích sơ khởi về vi sinh vật và những đặc điểm về sinh hóa của vi sinh vật trong phân hữu cơ chế biến bằng phương pháp ủ nhiệt độ cao, Báo cáo hàng năm của Viện khoa học New York, Mỹ, 1125: 338 - 344 (2008).
7. Takahiro Yoshii *et al.*, Phân tích hệ vi khuẩn chiếm đa số trong phân hữu cơ chế biến bằng phương pháp ủ nhiệt độ cao phân hủy từ nội tạng của sò “, Extremophiles 2016, 9/2016
8. Lorena M. Lagos, *et al.*, Những tổng kết hiện nay về nghiên cứu vi khuẩn vùng rễ cây bằng những kỹ thuật phân tử hiện đại: Tổng kết, J. KHoa học đất đai. Dinh dưỡng cây trồng [online]. 2015, quyền15, số.2, trang 504 - 523. Ấn hành 30/4/2015. ISSN 0718 - 9516.
9. Lugtenberg, B., and Kamilova, F., Những vi khuẩn sống vùng rễ cây kích thích sinh trưởng cây trồng. Báo cáo hàng năm về vi sinh vật. 63, 541 - 556. 2009.
10. Dilfuza Egamberdieva, *et al.*, Chất kích thích thực vật và những vi sinh vật có lợi: Những thành phần chủ yếu để cây trồng sinh trưởng cân đối trong những môi trường bất lợi, Vi sinh vật 31/10/2017, <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02104>
11. Nấm Wikipedia, Bách khoa toàn thư, en.wikipedia.org/wiki/Fungus
12. Sự cộng sinh Wikipedia, Bách khoa toàn thư, en.wikipedia.org/wiki/Mycorrhiza
13. Anthony J De Lucca, Những loại nấm hại trong sản xuất nông nghiệp và sản xuất thuốc y học, Rev Iberoam Micol, 2007 Mar;24(1):3-13.
14. Bệnh phấn trắng Wikipedia, Bách khoa toàn thư, org/wiki/Powdery_mildew
15. Archana Jain, *et al.*, Tổng kết bệnh nấm trên lá cây và sự phát triển hình thành các loài mới của nấm do điều kiện môi trường, Tạp chí Kỹ thuật sinh học quyền 10, năm 2019 - Vấn đề 1.
16. 吉田・坂井 [新・土の微生物(1)]—耕地・草地・林地の微生物. 土壤微生物研究会編 trang 42, 博文社、1997年、Yoshida・Sakai 「shin tsuchino biseibutsu(1)」—koochi・soochi・rinchi no biseibutsu-Dojobiseibutsu kenkyukai hen, trang 42, năm 1997.
17. Tomokazu Kawase, *et al.*, Phân tích sự phân bố và phát sinh nhiều nguồn của Họ 19 Loài Chitinases của *Actinobacteria*, Ứng dụng và di truyền sinh học môi trường và kỹ thuật phân tử, DOI: 10.1128/AEM.70.2.1135-1144.2004.
18. Marie-Eve Lacombe-Harvey, *et al.*, Chức năng của chất kitin trong kháng vi khuẩn: sinh thái, enzyme và sự tiến hóa. Kỹ thuật sinh học vi sinh ứng dụng năm 2018; 102(17): 7219 - 7230.
19. Xuất bản online ngày 21 tháng 6 năm 2018. doi: 10.1007/s00253-018-9149-4.
20. J.J.Skujins,*et al.*, Sự hòa tan vách tế bào nấm bằng enzyme chitinase của vi khuẩn streptomycete và enzyme β -(1 $\rightarrow$ 3) glucanase, Tài liệu lưu trữ của Hóa sinh và Lý sinh tháng 8/1965, Trang 358 - 364.
21. Kazuyoshi Chubachi, *et al.*, Phòng trừ tuyến trùng gây nốt sần ở rễ cây trồng do Streptomyces gây ra: Sản lọc tuyến trùng gây nốt sần trên rễ cây, phòng trừ vi khuẩn *Actinomycetes* và đánh giá sự ích lợi của chúng trong các thực nghiệm cây trồng trong chậu, Quyền 29. Số 2 năm 1999 Tạp chí của Nhật Bản về tuyến trùng.
22. Sasser JN and Carter CC: Tổng quan về dự án tuyến trùng *Meloidogyne* quốc tế năm 1975 - 1984. Chuyên luận tiến bộ về *Meloidogyne*. Tác giả: Sasser JN, Carter CC. Raleigh:

- Trường đại học Bang North Carolina; năm 1985: trang 19 - 24.
23. Bệnh cây sinh học do vi khuẩn *Bacillus subtilis* gây ra - Áp dụng cơ sở và thực tế bởi Makoto Shoda CRC Press, Tayler & Francis Group, 2020.
24. *Pectobacterium carotovorum* Wikipedia, thefreeencyclopedia, [en.wikipedia.org/wiki/Pectobacterium carotovorum](http://en.wikipedia.org/wiki/Pectobacterium_carotovorum)
25. Báo cáo của Trung tâm Nghiên cứu về nguồn vi sinh của tỉnh Kyoto. Tháng 25/5/2015.
26. Saburo Matsui *et al.*, Phương pháp phân tích các chất kích thích sinh trưởng Auxin và Cytokinin do vi khuẩn *Lactobacillus fermentum* sinh ra- 403 - Nguyên tắc nông nghiệp môi trường lợi khuẩn,
27. Tổ chức về xử lý nước bằng sinh học của Nhật Bản, Quyển. 48, No.3, 117-123, 2012.

Bản báo cáo trên được viết ngày 05/9/2020