

SỰ ĐA DẠNG CỦA VI KHUẨN VÀ VI NẤM, VAI TRÒ CỦA CHÚNG TRONG SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP*

Saburo Matsui¹

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 sử dụng các loại phân bón hữu cơ chất lượng cao để cải thiện độ phì nhiêu của đất. 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*, *Actinomyetaceae* spp. của *Actinobacteria*, *Proteobacteria* spp. và *Bacteroidetes* spp., là những nhóm 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 thương mại hóa như là loại thuốc trừ sâu sinh học. Sự đa dạng phong phú của vi khuẩn, nấm mốc và chức năng của chúng trong tự nhiên như vi khuẩn vùng rễ cây và những vi khuẩn cộng sinh vùng rễ cây có khả năng tạo ra chất kích thích sinh trưởng cây trồng, chất bảo vệ cây trồng khỏi sự tấn công phá hoại của vi khuẩn, nấm mốc và tuyến trùng gây hại khác cho cây trồng. Một số loại nấm mốc có lợi nhưng cũng có loại có hại cho con người và cây trồng; và sự cạnh tranh lẫn nhau giữa vi khuẩn, nấm mốc, tuyến trùng và côn trùng với cây trồng tạo nên những mối quan hệ cùng có lợi giữa chúng với nhau.

Từ khóa: Canh tác hữu cơ, *Bacillus* spp., *Lactobacillus* spp., *Streptomyces* spp., thuốc trừ sâu sinh học, vi khuẩn kích thích sinh trưởng cây trồng.

1. VÙNG RỄ CÂY, VI KHUẨN CỘNG SINH VỚI RỄ CÂY GIÚP CÂY SINH TRƯỞNG VÀ PHÒNG CHỐNG VI KHUẨN, NẤM VÀ TUYẾN TRÙNG

Vi khuẩn vùng rễ kích thích sinh trưởng cây trồng (PGPR)

Vùng rễ cây (vùng đất xung 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 xung 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 amin 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 ở vùng rễ cây. Những chất acid hữu cơ này được sử dụng để hòa tan những khoáng chất trong đất vùng xung quanh rễ cây. Chất khoáng và nước được di chuyển từ rễ cây lên lá cây qua các mạch dẫn.

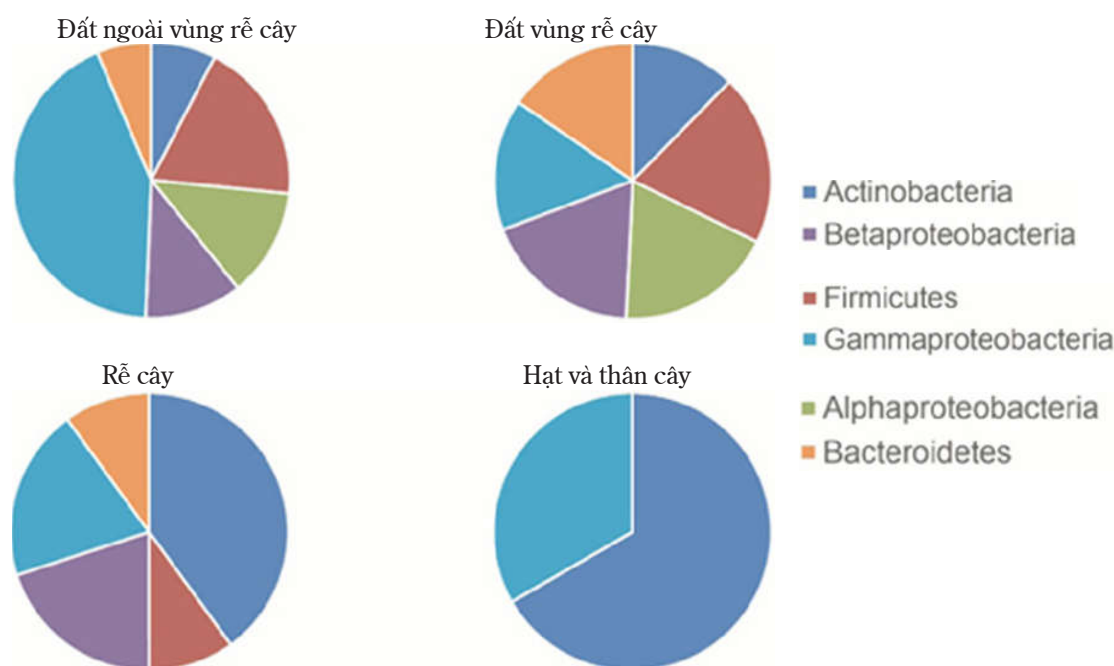
Kiến thức về sinh thái và vai trò của những vi khuẩn sống ở vùng rễ cây vẫn còn thiếu, đặc biệt chú ý cách mà những vi khuẩn tại chỗ có thể giao tiếp, làm quen và cư trú được tại môi trường của rễ cây và cạnh tranh cùng với những vi sinh vật tại chỗ. Lorena M. *et al.* (2015) quan sát kỹ vi khuẩn ở vùng 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 [1]. Một số lượng đáng kể các loài vi khuẩn có thể tương tác với cây trồng 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, đây là những vi khuẩn vùng rễ cây kích thích sự sinh trưởng cây trồng (PGPR) với các chức năng như cố định đạm sinh học, phòng trừ sinh học ngăn ngừa các tác nhân gây bệnh cho cây trồng, phân giải lân, sản xuất các phytohormone 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 [2].

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

*Bài báo được biên dịch từ nguyên bản tiếng Anh, người dịch: KS. Phan Đình Cường-NSO



Hình 1. Theo tài liệu GenBank đã 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) [2]

Hình 1 đã mô tả và so sánh mối quan hệ giữa vi khuẩn và môi trường, 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).

Các vi khuẩn đóng vai trò chính trong vùng đất bên ngoài phạm vi rễ cây trồng và trong vùng rễ cây là giống nhau như 2 *Actinobacteria*, 5 *Bacteroidetes*, 18 *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 thấy, có 4 ngành vi khuẩn: 2 *Actinobacteria*, 5 *Bacteroidetes*, 18 *Firmicutes*, 24 *Proteobacteria* (Beta- và Gamma-). Ở hạt và thân cây có 2 ngành: 2 *Actinobacteria* và 24 *Proteobacteria* (Gamma-) cho đến nay đã được tìm thấy.

Bảng 1. Các vi sinh vật cộng sinh, ký sinh hoặc gây bệnh cây trồng thể hiện khả năng tăng cường sinh trưởng thực vật và chức năng

Ngành	Chi/loài	Hormone thực vật	Chức năng
2 <i>Actinobacteria</i>	<i>Actinomycetaceae</i>	AA, GB, CK,	Diệt nấm
5 <i>Bacteroidetes</i>	<i>Flabobacterium</i>	IAA	Gây bệnh thực vật
18 <i>Firmicutes</i>	<i>Bacillus</i>	<i>B. thuringiensis</i>	Diệt côn trùng
		<i>B. subtilis</i>	Diệt côn trùng
24 <i>Proteobacteria</i> alpha-	<i>Agrobacterim</i>	IAA	Ký sinh
	<i>Bradyrhizobium</i>	IAA	Cố định N ₂ trên đậu tương
	<i>Rhizobium</i>	IAA	Cố định N ₂
	<i>Azospirillum</i>	IAA, GB, GK	Cố định N ₂
24 <i>Proteobacteria</i> beta-	<i>Alcaligines</i>	IAA	Khử nito
	<i>Xanthomonas</i>		Gây bệnh thực vật
24 <i>Proteobacteria</i>	<i>Azotobactor</i>	IAA	Cố định N ₂

<i>gamma-</i>	<i>Enterobactor</i>		IAA	Gây bệnh trên người
	<i>Erwinia</i>		IAA	Gây bệnh trên người
	<i>Hafnia</i>			Gây bệnh trên người
	<i>Klebsiella</i>		IAA	Gây bệnh trên người
	<i>Pseudomonas</i>	<i>P. fluorescens</i>	IAA, GB, CK	Gây bệnh thực vật, người
	<i>Serratia</i>		IAA	Gây bệnh trên người

2. CHẤT KÍCH THÍCH SINH TRƯỞNG CÂY TRỒNG VÀ NHỮNG CHỨC NĂNG CỦA VI KHUẨN VÙNG RỄ CÂY

2.1. Chất kích thích thực vật

Cây trồng chịu nhiều tác động bất lợi từ các yếu tố phi sinh học như: khô hạn, nhiệt độ quá cao, bị nhiễm mặn, bị ngộ độc kim loại nặng. Những tác động bất lợi từ các yếu tố phi sinh học 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 hay bất cứ sự thay đổi nào tác động ảnh hưởng đến 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, hơn nữa, chúng đóng một vai trò quan trọng trong việc kích thích cơ chế phản ứng bảo vệ cây trồng với những tác động khắc nghiệt của môi trường [3].

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 khắc nghiệt của những điều kiện môi trường xung quanh. Auxin là chất kích thích thực vật quan trọng và 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 sự sinh trưởng và quan phân hóa của tế bào và ngăn cản sự già hóa, do vậy nó có tác dụng làm chậm quá trình già của lá cây.

Chất abscisic acid (ABA) giữ một vai trò quan trọng trong việc cải thiện và chống chịu của cây trồng đối với các tác động khắc nghiệt của môi trường xung 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 men chống oxid hóa.

2.2. 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 kích thích sự sinh trưởng và khả năng chống chịu của cây trồng với những điều kiện khắc nghiệt của môi trường xung quanh như nhiễm mặn, nhiệt độ cao, khô hạn và nhiễm độc những kim loại nặng.

Nhiều vi khuẩn vùng rễ cây trồng có khả năng cung cấp những chất kích thích thực vật được mô tả trong bảng 1 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 của nấm bệnh và tuyến trùng.

Trong khi một số trong chúng là vi khuẩn gây bệnh cho con người, thì vi khuẩn probiotic ở người như *Lactobacillus* spp. đang hoạt động chống lại những vi khuẩn vùng rễ đó. Vì vậy, tốt nhất rau tươi rất cần được nấu chín kỹ trước khi ăn vì sức khỏe của cộng đồng.

3. NẤM CÓ LỢI VÀ CÓ HẠI CHO CON NGƯỜI VÀ CÂY TRỒNG VÀ SỰ CỘNG SINH

3.1. Loại nấm có lợi và loại có hại

Nấm là loại vi sinh vật sinh trưởng rất mạnh không kém vi khuẩn, chúng thường cạnh tranh lẫn nhau trong nhiều hệ sinh thái trên trái 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 chúng cạnh tranh với nhau, việc này tạo ra cơ sở để phòng trừ các loại nấm hại bằng vi khuẩn có ích.

Các loài nấm là thành viên của nhóm sinh vật có nhân, nó bao gồm nấm men, nấm mốc, cũng như những loại nấm phổ biến khác [4]. Những sinh vật này được xếp vào một 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. 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 như 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 được phân loại xếp vào 9 giới phụ và 14 ngành được mô tả trong bảng 2. 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 nông nghiệp.

Bảng 2. Một số giới phụ và ngành nấm quan trọng cho nông nghiệp

Giới phụ	Ngành
1. <i>Rozellomyceta</i>	1. <i>Rozellomyceta</i> 2. <i>Microsporidia</i>
2. <i>Aphelidiomyceta</i>	3. <i>Aphelidiomyceta</i>
3. <i>Chytridiomyceta</i>	4. <i>Neocallimastigomycota</i>
4. <i>Chytridiomycota</i>	
5. <i>Blastocladiomyceta</i>	5. <i>Blastocladiomycota</i>
6. <i>Zoopagomyceta</i>	6. <i>Basidiobolomycota</i> 7. <i>Entomophthoromycota</i> 8. <i>Kickxellomycota</i>
7. <i>Mortierellomycota</i>	
8. <i>Mucoromyceta</i>	9. <i>Calcarisporiellomycota</i> 10. <i>Mucoromycota</i>
9. <i>Symbiomycota</i>	11. <i>Glomeromycota</i> 12. <i>Entorrhizomycota</i> 13. <i>Basidiomycota</i> 14. <i>Ascomycota</i>

3.2. Sự cộng sinh

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 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 enzym có độc tính đối với vi sinh vật gây bệnh có nguồn gốc từ đất trồng như tuyến trùng. Có ít nhất 1060 loài nấm tham gia cộng sinh được biết đến như nhóm *Zygomycota*, thuộc 8 loài *Kickxellomycota*, 9 loài *Calcarisporiellomycota*, 10 loài *Mucoromycota*, 13 loài *Basidiomycota*, 14 loài *Ascomycota*,...

Hầu hết các loài nấm là hoại sinh và không là nguồn gây bệnh cho cây trồng, động vật và con người [6]. 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 này 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.

3.3. 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 [7, 8]. Bệnh phấn trắng do nhiều loài nấm gây ra. Trong đó, loài gây hại phổ biến nhất thuộc họ *Erysiphaceae*, loài *Erysiphaceae* 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 *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 cho canh

tác nông nghiệp và nghề làm vườn nơi mà bệnh phấn trắng phát triển mạnh trong điều kiện của nhà kính.

Trong 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, còn có nhiều loại

bệnh nấm điển hình khác như bệnh héo rũ *Fusarium*, bệnh rỉ sét trên lá cây, bệnh rui cây, thối rễ cây, chết rui, bệnh héo rũ....(Bảng 3). Ngành *Ascomycota* có nhiều lớp và giống, loài nấm gây hại cho sản xuất nông nghiệp và gây bệnh cho con người.

Bảng 3. Ngành *Ascomycota* có nhiều lớp và giống, loài nấm gây hại cho cây trồng và gây bệnh cho con người có triệu chứng như héo rũ, chết rui, phấn trắng, thối rễ

Ngành	Lớp	Giống	Bệnh
<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Cladosporium</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp. (<i>Fusarium</i> wilt and damping-off disease Plant disease, Early blight, Damping-off Human disease (allergens AIDS opportunistic)
		<i>Alternaria</i> spp.	
	<i>Sordariomycetes</i>	<i>Magnaporthe</i> spp.	Rice rotten neck, rice seedling blight, blast and Johnson spot blast of rice, oval leaf spot of graminea, pitting disease, ryegrass
		<i>Thielaviopsis</i> spp.	Many vegetables and cotton, canker rot, black root rot, Thielaviopsis root rot
		<i>Cryphonectria parasitica</i>	
		<i>Glomerella cingulata</i>	Anthracnose (Canker). fruit rotting diseases strawberry
	<i>Incertae sedis</i>	<i>Verticillium</i> spp.	Chesnut blight, verticillium wilt disease 300 different cultivated plants infected potato, maples, elms, aspen, ash, beech, catalpa, oak
	<i>Leotiomyces</i>	<i>Botrytis</i> spp.	
		<i>Sclerotinia</i>	Wine grapes and other plants infected, Damping-off
		<i>Sclerotium</i>	408 plant species infected
		<i>Podosphaera fuliginea</i>	producing an abundance of mycelium and? sclerotia
		<i>P. xanthii</i>	
		<i>Erysiphaceae</i>	Powdery mildew
		<i>Pucciniomycete</i>	
		<i>Puccinia</i> spp	
		<i>Phakospora pachyrhizi</i>	Powdery mildew
	<i>Basidiomycota</i>	<i>Ceratobasidiaceae</i>	Severe rusts of cereals and grasses
		<i>Rhizoctonia solani</i>	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 (Bảng 4).

Bảng 4. Vi sinh vật Oomycota gây hại nặng trên cây trồng có những triệu chứng như bệnh héo rũ, bệnh héo rui cây và bệnh phấn trắng

Đơn vị phân loại	Tên
Giới	<i>Chromista</i>
Ngành	<i>Oomycota</i>
Bộ	<i>Peronosporales</i>
Họ	<i>Peronosporaceae</i>
Giống	<i>Phytophthora</i>
Loài	<i>Phytophthora infestans</i> . The plant destroyer (water mold), Damping off, late blight, Downy mildew avocado and pineapple
Họ	<i>Peronosporaceae</i>
Giống	<i>Plasmopara</i>
Loài	<i>P. viticola</i> . Downy mildew, grapevines
Họ	<i>Pythiaceae</i>
Giống	<i>Pythium</i>
Loài	<i>P. spp.</i> : Damping off

4. 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 phần trước đã thảo luận về vi khuẩn có lợi có thể tạo nên những mối quan hệ phụ thuộc lẫn nhau với cây chủ và những vi khuẩn gây hại và nhiều vi khuẩn cơ hội có nhiều chức năng có ý nghĩa với cây chủ. Tương tự, đối với nấm cũng có loại có lợi và

có hại, tuy nhiên, loại nấm có lợi thì số lượng có 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 nông nghiệp. Để làm cho đất đai thêm màu mỡ phì nhiêu, phương thức canh tác môi trường lợi khuẩn cần có chiến lược kiểm soát được vi sinh vật, trong đó vi khuẩn có lợi phải chiếm đa số so với 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.

Kết quả so sánh giữa việc bón phân hóa học và hữu cơ có chứa vi sinh vật vào đất trồng, kết quả thể hiện ở bảng 5 [9].

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, thử nghiệm được thực hiện trên 2 lô đất nghèo dinh dưỡng. Bón mỗi đợt 270 kg phân hữu cơ khô trên diện tích 10 ha của lô thí nghiệm trong 2 năm liên tục. Kết quả 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 có khuẩn ty xuất hiện hầu như giống nhau trong đất có bón cả phân hóa học và phân hữu cơ. 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 làm gia tăng loại vi khuẩn *Actinobacteria* spp. trong đất.

Bảng 5. So sánh mật độ vi sinh trong đất giữa biện pháp sử dụng phân bón hóa học và phân hữu cơ

Loại phân bón sử dụng	Mật độ vi sinh vật đất (số lượng/g đất khô)	Thời điểm kiểm tra			
		22/10/1954	23/5/1955	4/8/1955	17/5/1956
Phân bón hóa học	Vi khuẩn hiếu khí x 10 ⁶	42,4	12,5	12,2	10,6
	Vi khuẩn yếm khí x 10 ⁶	1,07	1,45	1,42	1,56
	<i>Actinobacteria</i> x 10 ⁶	2,8	1,3	2,01	0,46
	Nấm mốc x 10 ⁴	18,5	9,3	8,0	4,3
	Vi sinh vật phân hủy xenlulo	394	160	9.060	26
	Vi sinh vật khử nitơ	-	479	20.000	3.576
	Vi khuẩn oxy hóa nitrit	-	160	4.700	-
Phân ủ	Vi khuẩn hiếu khí x 10 ⁶	41,1	16,1	14	11
	Vi khuẩn yếm khí x 10 ⁶	1,13	1,66	1,22	1,03
	<i>Actinobacteria</i> x 10 ⁶	4,4	2,5	3,25	2,28
	Nấm mốc x 10 ⁴	26,2	15	7,4	5,3
	Vi sinh vật phân hủy xenlulo	1.270	12.690	3.700	4.762
	Vi sinh vật khử nitơ	-	2.345	29.000	5.442
	Vi khuẩn oxy hóa nitrit	-	12.690	21.200	-

Loại Actinobacteria:

Actinobacteria cộng sinh với cây chủ và nó đã tạo nên bức tường chống lại sự xâm nhiễm của nấm bệnh vào cây trồng. Loài *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 [10, 11]. Enzym chitinases của vi khuẩn *Actinobacteria* spp. làm tan vỡ vách tế bào của nấm và tuyến trùng [12, 13].

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 *Secernentea*, 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 2.000 loại cây trồng mẫn cảm với tuyến trùng gây nốt sần rễ và nó gây ra sự thiệt hại khoảng 5% sản lượng hoa màu trên thế giới [14]. Ấu trùng non của tuyến trùng gây bệnh nốt sần tấn công vào rễ cây, kích thích sự phát triển của nốt sần 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 vi sinh mang lại rất nhiều triển vọng như: loài *Bacillus* 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 cũng cần biết rằng loài *Bacillus anthracis* là nguồn bệnh hại trong chi *Bacillus* và có thể gây độc với 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 [15]. *Bacillus subtilis* có thể phòng trừ được

bệnh thối đọt và thối rễ cây cà chua do nấm *Fusarium oxysporum*. *Bacillus subtilis* có thể phòng trừ bệnh héo xanh cà chua do vi khuẩn *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 *Pythium aphanidermatum* thuộc ngành *Oomycota* và giới *Chromista* 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 [16]. 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 [17].

Vi khuẩn *Lactobacillus fermentum* đang được sử dụng 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, trái thanh long. Vi khuẩn *Lactobacillus fermentum* tiết ra một chất rất quan trọng giống như là một chất kích thích sinh trưởng cây trồng như chất Auxin và cytokinin nó có tác dụng kích thích sự sinh trưởng cây trồng [18].

Các loài thuộc chi *Bacillus* và các loài thuộc chi *Pseudomonas* là loại hiếu khí, trong khi đó các loài thuộc chi *Lactobacillus* là loại kỵ khí để nuôi cấy, điều này tạo điều kiện thuận lợi cho vi khuẩn có thể hoạt động xung quanh trong vùng rễ ở tầng đất sâu, nơi oxy bị hạn chế. Một số loài của *Lactobacillus* có thể sinh sống trong khí khổng của lá, nơi nhiều loài vi khuẩn và nấm thường cố gắng xâm nhập để lấy các sản phẩm dinh dưỡng của quá trình quang hợp. Các loài *Lactobacillus* có thể bảo vệ cây chủ khỏi các cuộc tấn công của vi khuẩn và nấm gây hại.

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

5. 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 sử dụng lợi khuẩn sẽ tận dụng được các nguyên liệu tái tạo trong nông nghiệp, chế biến và sinh hoạt, hơn nữa nó còn tạo ra một nền nông nghiệp tuần hoàn, bền vững, nâng cao chất lượng nông sản, giảm sử dụng phân bón vô cơ, thuốc trừ sâu hóa học, giảm ô nhiễm môi trường.

Những vi khuẩn có lợi thuộc *Streptomyces* spp., loài *Bacillus subtilis*, các loài thuộc chi *Lactobacillus* là những loại vi sinh vật sống trong vùng rễ cây có khả năng sinh chất kích thích sinh trưởng thực vật, sinh kháng sinh kháng lại một số tác nhân gây bệnh đang được sử dụng rộng rãi trong sản xuất phân bón hữu cơ và thuốc trừ sâu hại sinh học. Phương thức canh tác môi trường có lợi khuẩn là rất cần cho sự phát triển nông nghiệp bền vững ở Việt Nam tuy nó vừa mới bắt đầu - nhưng có nhiều triển vọng tiềm năng phát triển rộng lớn trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lorena M. Lagos, *et al.* (2015). Current overview on the study of bacteria in the rhizosphere by modern molecular techniques: A mini-review, J. Soil Sci. Plant Nutr. [online]. 2015, vol.15, n.2, pp.504-523. Epub Apr 30, 2015. ISSN 0718-9516.
2. Lugtenberg, B., and Kamilova, F., Plant-growth-promoting rhizobacteria (2009). Annu. Rev. Microbiol. 63, 541-556. 2009.
3. Difuza Egamberdieva, *et al.* (2017). Phytohormones and Beneficial Microbes: Essential Components for Plants to Balance Stress and Fitness, Front. Microbiol, 31 October 2017, <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02104>
4. Fungus Wikipedia, the free encyclopedia, en.wikipedia.org/wiki/Fungus

5. Mycorrhiza Wikipedia, the free encyclopedia, en.wikipedia.org/wiki/Mycorrhiza
6. Anthony J De Lucca· Harmful fungi in both agriculture and medicine, Rev Iberoam Micol., 2007 Mar; 24(1):3-13.
7. Powdery mildew Wikipedia, the free encyclopedia, org/wiki/Powdery_mildew
8. Archana Jain, *et al.* (2019). A review of plant leaf fungal diseases and its environment speciation, Journal Bioengineered Volume 10, 2019 - Issue 1.
9. 吉田・坂井 [新・土の微生物 (1)] 耕地・草地・林地の微生物. 土壌微生物研究会編 pp42, 博文社、1997年、Yoshida・Sakai「shin tsuchino biseibutsu(1)」 koochi・soochi・rinchi no biseibutsu - Dojobiseibutsu kenkyukai hen , pp42, 1997.
10. Tomokazu Kawase, *et al.* (2004). Distribution and Phylogenetic Analysis of Family 19 Chitinases in *Actinobacteria*, *Applied and Environmental Biology -Genetics and Molecular Biology* , DOI: 10.1128/AEM.70.2.1135-1144.2004
11. Marie-Ève Lacombe-Harvey, *et al.* (2018). Chitinolytic functions in actinobacteria: ecology, enzymes, and evolution, Appl Microbiol Biotechnol. 2018; 102(17): 7219-7230. Published online 2018 Jun 21. doi: 10.1007/s00253-018-9149-4.
12. J. J. Skujins, *et al.* (1965). Dissolution of fungal cell walls by a streptomycete chitinase and β -(1 $\rightarrow$ 3) glucanase, Archives of Biochemistry and Biophysics, Volume 111, Issue 2, August 1965, Pages 358-364.
13. Kazuyoshi Chubachi, *et al.* (1999). Control of Root-knot Nematodes by Streptomyces: Screening of Root-knot Nematode-controlling Actinomycetes and Evaluation of Their Usefulness in a Pot Test, Vol, 29.No.2 1999 Journal of The Japanese Nematological Society.
14. Sasser JN and Carter CC: Overview of the International *Meloidogyne* Project 1975-1984. In An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Edited by: Sasser JN, Carter CC. Raleigh: North Carolina State University Graphics; 1985:19-24.
15. Biological Plant Diseases by Bacillus subtilis-basic and practical Applications by Makoto Shoda CRC Press, Tayler & Francis Group, 2020.

16. *Pectobacterium carotovorum* Wikipedia, the free encyclopedia, en.wikipedia.org/wiki/Pectobacterium carotovorum
17. A Report of Research Center for Bioresources of Kyoto Pref. May 25, 2015.
18. Saburo Matsui, *et al.* (2012). An Analytical Method of Auxin and Cytokinin Produced by *Lactobacillus fermentum* 403 -a Principle of Probiotic Environmental Agriculture, Japanese Society of Water Treatment Biology, Vol. 48, No.3, 117-123, 2012.

DIVERSITY OF BACTERIA AND FUNGI, THEIR ROLES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Saburo Matsui¹

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

Summary

Organic farming becomes important for sustainable agriculture by improving soil conditions through applying high quality composts. A hyper-thermophilic composting can produce a high quality compost which must contain nutrients that could replace chemical fertilizers and the 'good' microorganisms that could replace pesticides. The good bacteria are understood as single *Bacillus* spp. of *Firmicutes*, *Actinomycetaceae* spp. of *Actinobacteria*, *Proteobacteria* spp. and *Bacteroidetes* spp., which are major members of the rhizosphere bacteria. Single species of the 'good' bacteria, such as *Streptomyces* spp., *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus* spp. are commercially available as *bio-pesticides*. The diversities of bacteria and fungi and their functions in nature, such as Rhizosphere and root-associated bacteria could help promoting plant growth, and protecting plants from attacks of bacteria, fungi and nematodes. Some fungi are beneficial but others are trouble makers to human and plant; and bacteria compete fungi, nematodes and insects over plants to build mutualistic relationships.

Keywords: *Bacillus* spp., *bio-pesticides*, *Lactobacillus* spp., *organic farming*, *plant growth promoting bacteria*, *Streptomyces* spp.

Người phản biện: PGS.TS. Lê Như Kiều

Ngày nhận bài: 29/7/2021

Ngày thông qua phản biện: 30/8/2021

Ngày duyệt đăng: 6/9/2021