



Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

Số chuyên đề: Khoa học đất

website: sj.ctu.edu.vn



DOI:10.22144/ctu.jsi.2020.086

SỰ BẠC MÀU ĐẤT ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG - BIỆN PHÁP QUẢN LÝ

Châu Thị Anh Thy¹ và Võ Thị Gương^{2*}

¹Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

²Trường Đại học Tây Đô

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Võ Thị Gương (email: vtguong@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 16/01/2020

Ngày nhận bài sửa: 22/03/2020

Ngày duyệt đăng: 11/05/2020

Title:

Soil degradation in the Mekong Delta - Challenges and potential solutions

Từ khóa:

Hóa lý- sinh học đất, phân hữu cơ vi sinh, quản lý chất lượng đất, sự bạc màu đất

Keywords:

Bio-organic fertilizer, soil bio-physicochemical properties, soil quality management, soil degradation

ABSTRACT

Soil degradation is of great concern in the world due to its adverse impact on food security. In the Mekong Delta (MD), degraded agricultural soils were evaluated through soil quality indicators related to physical chemical and biological soil properties. Degraded soils have been clearly exposed in the triple-rice cropping system, top soil lost of rice fields, old constructed raised beds of fruit orchards. One of the effect factors can be due to farmers' inappropriate farming technique and nutrient management such as high dose of inorganic N, P fertilization, unbalanced nutrients, little or no use of organic fertilizers resulted in a reduction of soil supplying nutrient capacity, increasing soil-borne diseases, reducing crop yields. Our studies in MD indicated that using compost, bio-organic fertilizers which were composted in the right way, combining balanced inorganic fertilizers, were very effective ways to improve and to prevent soil degradation. This way of management needs to be recommended and developed. It's very important and needs the involvement and action of soil scientists, fertilizer producers, agricultural managers and farmers for the successful of sustainable agricultural development and friendly environment in MD.

TÓM TẮT

Sự bạc màu đất rất được quan tâm trên thế giới do tác động bất lợi đến an ninh lương thực. Sự bạc màu đất nông nghiệp ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) được đánh giá qua các chỉ tiêu chất lượng đất thể hiện sự bạc màu đất về mặt hóa lý, và sinh học đất. Sự bạc màu đất rõ nét trong hệ thống canh tác lúa ba vụ, ruộng lúa bị mất tầng đất mặt, trên vườn cây ăn trái có tuổi liếp lâu năm. Bạc màu đất do kỹ thuật canh tác và quản lý dinh dưỡng đất chưa phù hợp của nông dân như bón phân vô cơ với lượng N, P cao, không cân đối dưỡng chất, rất ít hoặc không sử dụng phân hữu cơ đưa đến giảm khả năng cung cấp dinh dưỡng từ đất, tăng bệnh hại phát sinh từ đất, năng suất cây trồng giảm thấp. Kết quả nghiên cứu ở ĐBSCL cho thấy bón phân hữu cơ, phân hữu cơ vi sinh được ủ hoai, đúng phương pháp, kết hợp bón phân vô cơ cân đối giữa N, P và K là biện pháp rất hữu hiệu giúp cải thiện và ngăn chặn sự bạc màu đất. Biện pháp quản lý này cần được phát triển. Để đạt hiệu quả cao, không chỉ riêng vai trò của các nhà khoa học đất, mà cần có sự quan tâm hành động của các nhà sản xuất phân bón, nhà quản lý nhằm góp phần thành công cho sự phát triển nông nghiệp bền vững và thân thiện môi trường ở ĐBSCL.

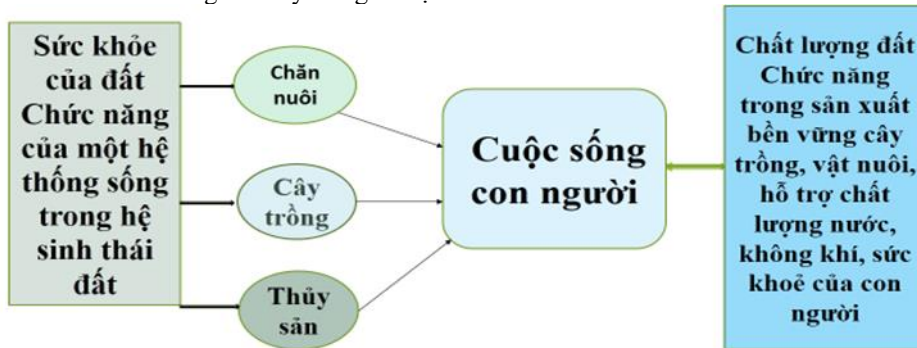
Trích dẫn: Châu Thị Anh Thy và Võ Thị Gương, 2020. Sự bạc màu đất đồng Bằng sông Cửu Long - Biện pháp quản lý. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(Số chuyên đề: Khoa học đất): 201-208.

1 GIỚI THIỆU

Ngày Đất thế giới, 5 tháng 12 năm 2019, Tổ chức Lương Nông thế giới (FAO) đã gửi thông điệp đến toàn thế giới là “hãy ngăn chặn sự xói mòn đất, hãy bảo vệ tương lai của chúng ta” (www.fao.org/world-soil-day). Thông điệp nhằm nâng cao ý thức của con người về sự quan trọng của hệ sinh thái bền vững và sự thịnh vượng của con người; sự khó khăn và thách thức trong quản lý đất; sự cần thiết phải hành động của các chính phủ, các tổ chức, của cộng đồng trên toàn thế giới cho hành động cải thiện sức khỏe đất và chất lượng đất. Sự xói mòn đất được hiểu theo nghĩa rộng hơn sự xói mòn lớp đất mặt do tác động của gió và nước, mà còn là sự suy thoái, sự bạc màu đất hay sự suy giảm chất lượng đất.

Chất lượng đất được xem là khả năng duy trì chức năng của đất trong hệ sinh thái tự nhiên, khả năng duy trì sản xuất bền vững của cây trồng và vật

nuôi (Else *et al.*, 2018). Sức khỏe của đất được xem là khả năng duy trì chức năng của một hệ thống sống trong hệ sinh thái, duy trì chất lượng môi trường nước, không khí; hỗ trợ sự phát triển của cây trồng, động vật và con người. Chất lượng đất liên quan đến chức năng của đất, trong khi sức khỏe của đất liên quan đến động thái của các thể sống trong đất, được hiểu liên quan trực tiếp đến sức khỏe cây trồng (Doran and Zeiss, 2000; Janvier *et al.*, 2007; Else *et al.*, 2018). Kết quả nghiên cứu cho thấy sự bạc màu đất đã và đang xảy ra ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), các biện pháp cải thiện sự bạc màu đất cần được nghiên cứu, đánh giá để có những khuyến cáo phù hợp nhằm nâng cao độ phì nhiêu và sức khỏe của đất. Để đạt được mục tiêu này, khoa học đất đóng vai trò vô cùng quan trọng trong duy trì, cải thiện chất lượng đất, sức khỏe của đất và do đó ảnh hưởng đến cuộc sống con người. Ảnh hưởng này được thể hiện ở Hình 1.



Hình 1: Chất lượng đất và sức khỏe của đất liên quan đến cuộc sống con người

2 SỰ BẠC MÀU ĐẤT VÀ CHỈ THỊ ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ĐẤT

Các hình thức bạc màu của đất được thể hiện qua sự bạc màu về hóa học đất, vật lý và sinh học đất với môi liên hệ chặt chẽ với nhau. Sự bạc màu về hóa học đất quan trọng như giảm hàm lượng chất hữu cơ trong đất đưa đến giảm khả năng đệm pH, giảm khả năng cung cấp dinh dưỡng hữu dụng cho cây trồng. Sự bạc màu về vật lý đất làm ảnh hưởng đến cấu trúc đất, dung trọng và khả năng giữ nước của đất. Về mặt sinh học, việc giảm hàm lượng chất hữu cơ trong đất làm giảm sự cung cấp dinh dưỡng và năng lượng cho hoạt động và phát triển của vi sinh vật đất, giảm sự cạnh tranh sinh học đất (Schnecker *et al.*, 2014). Như vậy, sự bạc màu đất qua giảm hàm lượng chất hữu cơ trong đất là hình thức rất quan trọng. Vì chất hữu cơ trong đất là thành phần chính, hỗ trợ các chức năng đa dạng của hệ sinh thái. Do đó, chất hữu cơ trong đất là một chỉ thị quan trọng

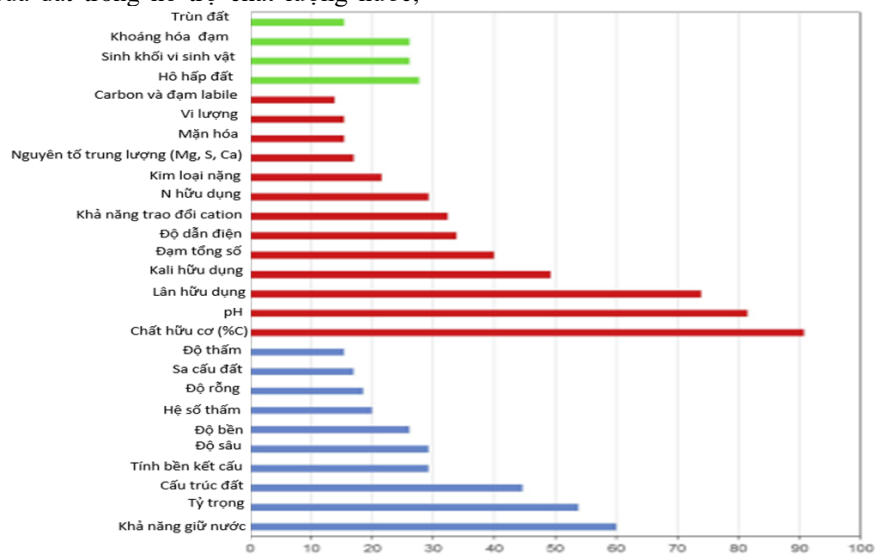
cho sự đánh giá về bạc màu của đất (Klaus *et al.*, 2019). Sự giảm đa dạng sinh học đất cũng là một hình thức bạc màu đất. Đa dạng sinh học đất được xem là chỉ thị rất quan trọng liên quan đến sức khỏe con người vì giúp giảm vi sinh vật đất gây bệnh cho cây trồng, cho con người, cung cấp nước sạch và thực phẩm. Quản lý đất kém, đưa đến giảm đa dạng sinh học đất, gây bạc màu đất và gây mất cân bằng các lợi ích trên (Wall *et al.*, 2015).

Có sự tương quan giữa sự phân hủy chất hữu cơ trong đất và đa dạng sinh học đất. Vi sinh vật đóng vai trò quan trọng trong sự chuyển hóa chất hữu cơ trong đất, có tác động bất lợi khi giảm hoạt động của vi sinh vật đất, và cũng có tác động ngược lại. Vi sinh vật tiết ra enzyme, vì vậy có chức năng như chất chỉ thị cho hoạt động chuyển đổi vật chất của vi sinh vật đất (Nielsen *et al.*, 2011; 2015). Sự xói mòn đất, sự mất tầng đất mặt và sự nén dẽ của đất đưa đến bạc màu đất nghiêm trọng, ảnh hưởng đến độ phì

nhiều hóa lý và sinh học đất. Một cách tổng quát, các hình thức bạc màu của đất đều ảnh hưởng bất lợi đến các tiến trình xảy ra trong đất như chu trình chuyển hóa dinh dưỡng, sự phân hủy và chuyển hóa chất hữu cơ; chu trình của nước như sự giữ nước, thấm nước, thoát nước và vận chuyển dinh dưỡng đến vùng rễ, sự duy trì cấu trúc đất; hoạt động sinh học đất.

Trong khoa học đất, khái niệm về sức khỏe của đất và chất lượng đất luôn được quan tâm đánh giá. Sức khỏe của đất đánh giá chức năng của đất trong duy trì và phát triển hệ thống sống trong hệ sinh thái đất, do đó liên quan đến đa dạng sinh học trong đất, đến bệnh hại phát sinh từ đất và ảnh hưởng đến bệnh hại trên cây trồng, vật nuôi. Chất lượng đất đánh giá chức năng của đất trong hỗ trợ chất lượng nước,

không khí, dinh dưỡng trong đất cho sự phát triển cây trồng, vật nuôi. Theo Else *et al.* (2018), các chỉ thị đất được sử dụng cho việc đánh giá chất lượng đất, đánh giá sự bạc màu đất bao gồm các chỉ tiêu về hóa học đất, vật lý đất và sinh học (Hình 2). Chất hữu cơ trong đất là chỉ tiêu quan trọng nhất, được sử dụng nhiều nhất, với tần số gần đạt 100%. pH đất là chỉ thị quan trọng thứ hai, kế đến là P và K hữu dụng trong đất. Về vật lý đất, các chỉ thị quan trọng là khả năng giữ nước của đất, độ bền cấu trúc đất. Đặc tính vật lý đất rất cần thiết được kết hợp với các chỉ thị về hóa học đất và sinh học đất cho sự đánh giá bạc màu đất (Antonello *et al.*, 2019). Về sinh học đất, các chỉ thị quan trọng là hô hấp đất, sự khoáng hóa N và sinh khối vi sinh vật



Hình 2: Các chỉ số đánh giá chất lượng đất (%) thông dụng (Else *et al.*, 2018)

ĐBSCL là vùng sản xuất lúa lớn nhất cả nước. Sự thâm canh, độc canh cây lúa với lượng lớn phân vô cơ N và P góp phần tăng năng suất lúa có ý nghĩa, sản lượng lúa to lớn, đóng góp quan trọng cho sự xuất khẩu gạo của cả nước. Tuy nhiên, đất ruộng lúa bạc màu, năng suất lúa vùng canh tác ba vụ bị sụt giảm. Kết quả thí nghiệm tại vùng canh tác lúa ba

vụ ở Cai Lậy, Tiền Giang cho thấy năng suất lúa 6T/ha lúc mới canh tác, giảm còn 4,4 T. ha⁻¹ sau 7 năm canh tác. Kết quả phân tích mẫu đất trình bày ở Bảng 1 cho thấy độ phì nhiêu đất suy giảm qua chỉ thị đánh giá sự bạc màu đất. Hàm lượng chất hữu cơ trong đất giảm, khả năng cung cấp N và P hữu dụng từ đất giảm (Dương Minh Viễn và *ctv.*, 2013).

Bảng 1: Sự suy giảm độ phì nhiêu đất thâm canh lúa ba vụ tại Cai Lậy, Tiền Giang (Dương Minh Viễn và *ctv.*, 2013, Chương trình VLIR-R3)

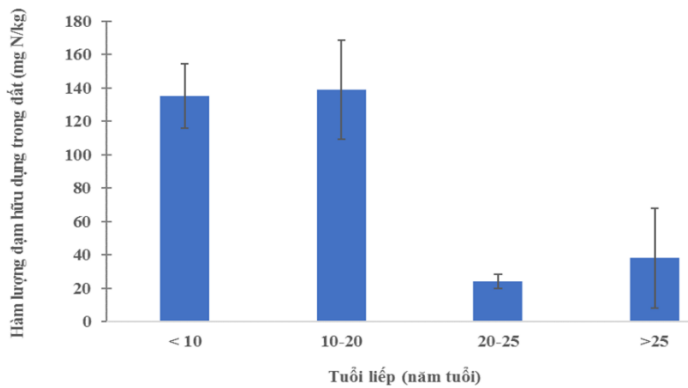
Năm	Chất hữu cơ (%)	N hữu dụng (mg/kg)	N labile (mg/kg)	P hữu dụng (mg/kg)
2005	3.40	7.80	9.20	23.30

Ghi chú: Đạm hữu dụng được trích bằng dung dịch KCl 2M, NH₄⁺ và NO₃⁻ trong dung dịch trích được xác định trên máy so màu. N dễ phân hủy được trích trong dung dịch KCl 2 M đun nóng ở nhiệt độ 100°C theo phương pháp của Gianello và Bremner (1986). P hữu dụng được xác định theo phương pháp Olsen.

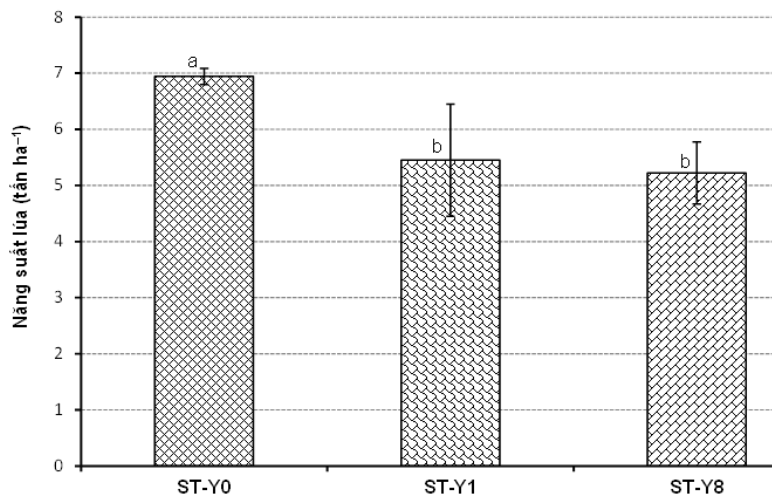
Trên vườn cây ăn trái, liếp vườn được lên liếp lâu năm thể hiện sự bạc màu đất qua pH đất thấp, lượng chất hữu cơ thấp. Theo Hồ Văn Thiệt và *ctv.* (2014), pH liếp vườn trồng măng cụt được lên liếp dưới 20 năm đạt 4,5 so với liếp vườn từ 40-60 năm, pH đạt 4,0. Vườn trồng chôm chôm có tuổi liếp 17 năm, pH đất chỉ đạt 3,6 - 3,8 (Châu Thị Anh Thy và *ctv.*, 2013; Võ Văn Bình và *ctv.*, 2014). Liếp vườn trồng cam từ 16 -33 năm tuổi có pH trong khoảng 3,5 - 4,6 (Võ Thị Gương và *ctv.*, 2016). Đối với chất hữu cơ trong đất, liếp vườn trồng măng cụt được lên liếp trong thời gian 20 năm đến trên 60 năm, chất hữu cơ trong đất thuộc nhóm nghèo hữu cơ, chỉ đạt 2,3-2,7% (Hồ Văn Thiệt và *ctv.*, 2014). Trên đất liếp vườn ca cao xen dừa được lên liếp trong khoảng 10-30 năm, hàm lượng C trong đất dao động trong khoảng 1,8-2,4% C (Tất Anh Thư và *ctv.*, 2013).

Theo Nguyễn Ngọc Thanh và *ctv.* (2018), qua phân tích 20 mẫu đất liếp vườn trồng cam sành, hàm lượng chất hữu cơ trong đất dao động trong khoảng 2,7 - 3,2 %. Lượng N hữu dụng trong đất liếp vườn cam sành giảm thấp có ý nghĩa khi vườn được lên liếp trên 20 năm (Hình 3).

Trên ruộng lúa bị bán đi tầng đất mặt, sự bạc màu đất thể hiện rất rõ qua giảm có ý nghĩa các chỉ số đánh giá chất lượng đất. Chất hữu cơ chỉ còn 1,4%, giảm 85% so với đất còn tầng đất mặt. Lượng N hữu dụng giảm đi 30%, P hữu dụng trong đất giảm 56%, độ bền cấu trúc đất giảm 36% (Võ Thị Gương và *ctv.*, 2016). Theo nghiên cứu của Trần Huỳnh Khanh và *ctv.*, (2017), sự suy giảm độ phì nhiêu hóa lý đất, năng suất lúa sau 8 năm mất tầng đất mặt vẫn chưa phục hồi, dù nông dân phải tăng lượng phân bón vô cơ (Hình 4).



Hình 3: Lượng N hữu dụng theo tuổi liếp vườn cam sành tại Tam Bình, Vĩnh Long (Nguyễn Ngọc Thanh và *ctv.*, 2018)



Hình 4: Năng suất lúa ở ruộng còn và mất tầng đất mặt tại Sóc Trăng (Trần Huỳnh Khanh và *ctv.*, 2017)

ST_Y0: còn tầng đất mặt, ST_Y1: mất tầng đất mặt 1 năm, ST_Y8: mất tầng đất mặt 8 năm; giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn, n=5. Các chữ khác nhau giữa các cột chỉ khác biệt có ý nghĩa ở mức 5% qua phép thử LSD.

3 BIỆN PHÁP CẢI THIỆN SỰ BẠC MÀU ĐẤT Ở ĐBSCL

Cải thiện sự bạc màu về hóa lý và sinh học đất cho sản xuất nông nghiệp bền vững là vấn đề rất cần thiết được quan tâm nhằm đáp ứng nhu cầu lương thực, thực phẩm trong hiện tại và tương lai, không tác động xấu đến hệ sinh thái, môi trường và sức khỏe con người. Quản lý đất hướng đến sự lâu dài trong một hệ thống đa tương tác là yếu tố quan trọng sản xuất nông nghiệp bền vững (Fageria, 2012; Bedada *et al.*, 2014). Sự thâm canh trong canh tác lúa, rau màu, cây ăn trái với lượng phân vô cơ cao, mất cân đối giữa N, P, K và các dinh dưỡng trung lượng như Ca, Mg, gần như không sử dụng phân bón hữu cơ, mất đi tầng canh tác là yếu tố quan trọng đưa đến sự bạc màu đất ĐBSCL. Kết quả nghiên cứu cho thấy có nhiều biện pháp cải thiện sự bạc màu đất như kỹ thuật làm đất có phơi đất hai tuần trong hệ thống canh tác ba vụ lúa, luân canh cây trồng hợp lý, giảm lượng phân vô cơ, đặc biệt phân P (Trần Bá Linh và *ctv.*, 2010; Võ Thị Gương và *ctv.*, 2010). Biện pháp lâu dài và bền vững là phải nâng cao hàm lượng chất hữu cơ trong đất. Đây là các biện pháp vô cùng quan trọng trong chu trình sinh thái tự nhiên, giảm sử dụng sản phẩm tổng hợp hóa học như phân bón vô cơ, thuốc bảo vệ thực vật. Sản xuất theo hướng nông nghiệp hữu cơ đạt bốn tiêu chí: khả năng sản xuất, tác động đến môi trường, hiệu quả kinh tế và hiệu quả đến sự thịnh vượng của xã hội (Reganold *et al.*, 2016). Tăng chất hữu cơ trong đất thông qua sử

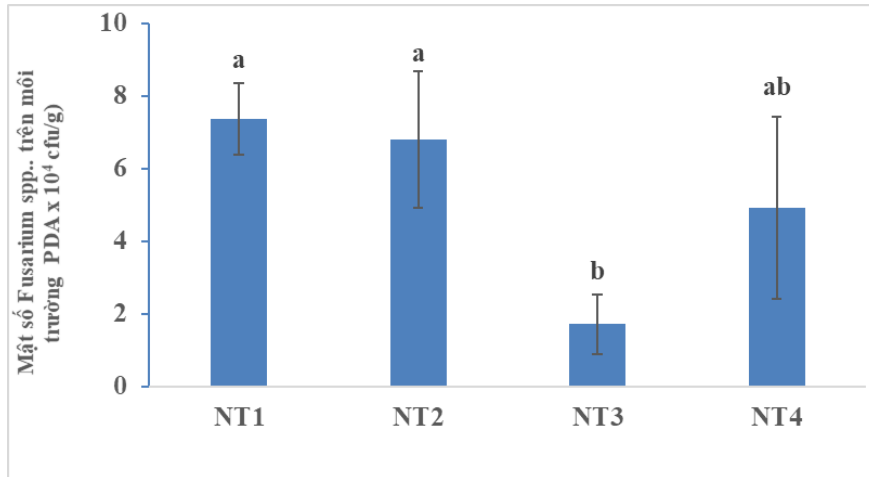
dụng phân hữu cơ vi sinh giúp cải thiện đặc tính vật lý đất tăng sự thoáng khí, tăng độ bền cấu trúc đất, tăng khả năng giữ nước và thấm nước, tăng khả năng giữ và trao đổi cation dinh dưỡng, tăng chu trình chuyển hóa dưỡng chất, đưa đến tăng khả năng cung cấp dưỡng chất từ đất; tăng hoạt động sinh học trong đất qua tăng đa dạng loài động vật đất, vi sinh vật đất, tăng hoạt độ của các enzyme được tiết ra từ các tiến trình biến dưỡng trong đất, giảm bệnh hại phát sinh từ đất (Maria *et al.*, 2015; Võ Thị Gương và *ctv.*, 2016; Nguyễn Ngọc Thanh và *ctv.*, 2018). Về mặt sinh học, chất hữu cơ là nguồn cung cấp dinh dưỡng và năng lượng cho sự phát triển của vi sinh vật đất, gia tăng các tiến trình xảy ra trong đất như quá trình khoáng hóa dinh dưỡng và phân hủy của các chất ô nhiễm đất (Sradnick *et al.*, 2017; Tian *et al.*, 2017). Kết quả trình bày ở Bảng 2 cho thấy phân hữu cơ giúp tăng pH đất, tăng N hữu dụng trong đất, cation base và tăng năng suất trái chôm chôm có ý nghĩa. Trên đất vườn trồng măng cụt, năng suất trái đạt 58kg/cây khi bón phân hữu cơ vi sinh so với chỉ bón phân vô cơ với lượng N và P cao theo nông dân, năng suất chỉ đạt 28kg/cây (Võ Thị Gương và *ctv.*, 2016). Hiệu quả kinh tế đạt được rất cao khi sử dụng phân bón hữu cơ kết hợp vô cơ cân đối so với bón phân vô cơ cao như nông dân (Võ Văn Bình và *ctv.*, 2017). Mặt khác, bón phân hữu cơ giúp giảm có ý nghĩa sự phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính (tính tương đương khí CO₂) so với chỉ bón phân vô cơ (Võ Văn Bình và *ctv.*, 2014).

Bảng 2: Cải thiện một số đặc tính hóa học đất sau ba vụ bón phân hữu cơ trên đất vườn chôm chôm (Hồ Văn Thiệt và *ctv.*, 2014)

Sử dụng phân bón	pH đất	N hữu dụng (mg.kg ⁻¹)	Base bão hòa (%)	Năng suất trái (kg/cây)
Chỉ bón phân vô cơ	3,7b	13,4b	30,0b	8,0b
Phân hữu cơ kết hợp vô cơ cân đối	4,7a	33,5a	59,0a	22,0a

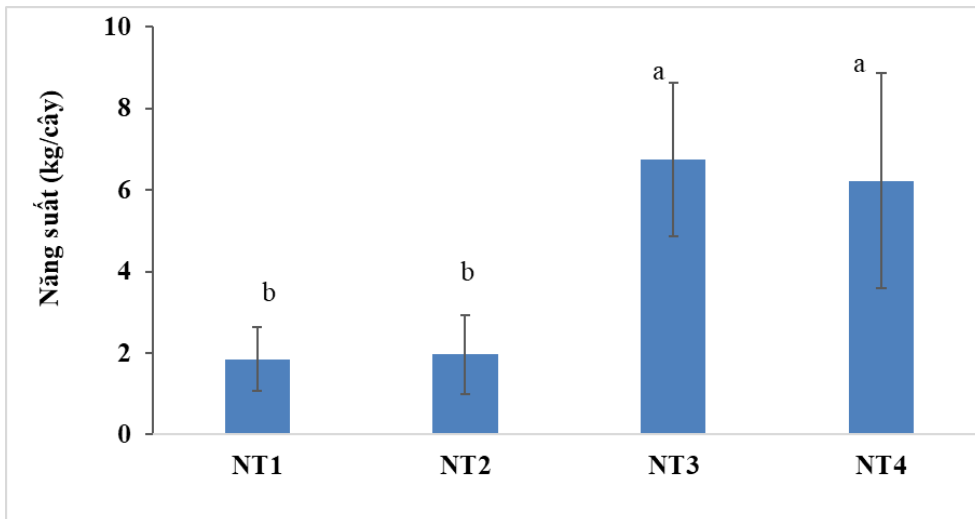
Nghiên cứu gần đây cho thấy nấm *Fusarium spp.* được xem là tác nhân chính gây bệnh vàng lá thối rễ trên vườn cam sành (Elgawad *et al.*, 2010; Mazin *et al.*, 2016). Theo Nguyễn Ngọc Thanh và *ctv.*, (2018), sử dụng phân hữu cơ vi sinh có chủng nấm *Trichoderma asperellum* giúp giảm mật số nấm

Fusarium spp. trong đất. Sau 2 vụ canh tác có bón phân hữu cơ vi sinh, pH đất gia tăng và tăng có ý nghĩa lượng chất hữu cơ, N hữu dụng, K trao đổi trong đất. Tỷ lệ bệnh vàng lá thối rễ trên vườn cam sành giảm 63% và năng suất trái tăng so với nghiệm thức đối chứng theo canh tác của nông dân (Hình 5, 6).



Hình 5: Mật số nấm *Fusarium* spp. trong điều kiện bón phân hữu cơ vi sinh đất vườn trồng cam sành. NT1: Phân NPK NT2: Phân NPK cân đối NT3 và NT4: Phân hữu cơ vi sinh với chủng nấm *Trichoderma asperellum* (nấm phân lập từ đất vườn cam sành tại Vĩnh Long) (Nguyễn Ngọc Thanh và ctv., 2018)

(Các chữ khác nhau giữa các cột chỉ sự khác biệt có ý nghĩa ở mức 5% qua phép thử LSD)



Hình 6: Hiệu quả của bón phân hữu cơ vi sinh trong cải thiện năng suất trái cam sành. NT1: Phân NPK NT2: Phân NPK cân đối NT3 và NT4: Phân hữu cơ vi sinh với chủng nấm *Trichoderma asperellum* (nấm phân lập từ đất vườn cam sành tại Vĩnh Long) (Nguyễn Ngọc Thanh và ctv., 2018)

(Các chữ khác nhau giữa các cột chỉ sự khác biệt có ý nghĩa ở mức 5% qua phép thử LSD)

4 KẾT LUẬN

Các kết quả nghiên cứu trên đã cho thấy sự bạc màu đất, suy giảm độ phì nhiêu đất đã và đang xảy ra ở ĐBSCL. Trên đất canh tác lúa ba vụ, đất bị mất tầng đất mặt, sự bạc màu đất đưa đến năng suất lúa sụt giảm. Trên vườn cây ăn trái có tuổi liếp lâu năm, nông dân bón phân vô cơ với lượng N, P cao, không cân đối dưỡng chất, không sử dụng phân hữu cơ, tăng bệnh hại phát sinh từ đất, năng suất trái thấp.

Như vậy, sự bạc màu đất thể hiện rõ qua giảm năng suất, bệnh hại dễ tấn công. Bón phân hữu cơ, phân hữu cơ vi sinh được ủ hoai, đúng phương pháp, kết hợp bón phân vô cơ cân đối giữa N, P và K là biện pháp rất hữu hiệu, gia tăng hiệu quả kinh tế. Quản lý đất giúp cải thiện và ngăn chặn sự bạc màu đất là yếu tố vô cùng quan trọng, cần có sự quan tâm và hành động của các nhà khoa học, nhà sản xuất phân bón, nhà quản lý và nông dân. Sự kết hợp này là cơ

sở vững chắc cho sự phát triển nông nghiệp bền vững, thân thiện môi trường ở ĐBSCL.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bedada, W., Karlton, E., Lemenih, M. and Toler, M., 2014. Long-term addition of compost and NP fertilizer increases crop yield and improves soil quality in experiments on small holder farms. *Agriculture, Ecosystem & Environment*. 195: 193-201.
- Bonfante, A., Fabio, T. and Johan, B. 2019. Refining physical aspects of soil quality and soil health when exploring the effects of soil degradation and climate change on biomass production: an Italian case study. *Soil*. 5(1): 1–14.
- Châu Thị Anh Thy, Hồ Văn Thiệt, Nguyễn Minh Phương, Võ Thị Gương, 2013. Ảnh hưởng của phân hữu cơ đến một số đặc tính vật lý đất vườn cây ăn trái tại Huyện Chợ Lách, Bến Tre. *Tạp chí Khoa học Đất Việt Nam*. 41: 17-20.
- Dương Minh Viễn, Võ Thị Gương, Trần Bá Linh. 2013. Sự sụt giảm năng suất và hiệu quả phân hữu cơ trong cải thiện năng suất và độ phì nhiêu đất lúa ba vụ. *Tạp chí Khoa học Đất Việt Nam*. 41: 28-32.
- Doran, J.W., Zeiss, M.R. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*. 15: 3–11.
- Elgawad, A.M.M., El - Mougy, N.S., El - Gamal, N.G., Abdel - Kader, M.M. and Mohamed, M.M. 2010. Protective treatments against soilborne pathogens in citrus orchards. *Journal of Plant Protection Research*, 50 (4): 477-484.
- Else, K. B., Giulia, B., Zhanguo, B., 2018. Soil quality – A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*, 120: 105–125.
- Fageria, N. K. 2012. Role of Soil Organic Matter in Maintaining Sustainability of cropping Systems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 43 (16): 2063-2113.
- Hồ Văn Thiệt, Lê Đình Tấn Tài, Võ Thị Gương. 2014. Hiện trạng canh tác và một số đặc tính đất vườn trồng măng cụt tại Chợ Lách, Bến Tre. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 32: 40-45
- Janvier, C., Francois, V., Claude, A., Veronique, E. H., Hermann, Thierry M., Christian S. 2007. Soil health through soil disease suppression: Which strategy from descriptors to indicators? *Soil Biology & Biochemistry*. 39: 1–23.
- Klaus, L., Rattan L., Knut, E. 2019. Soil organic carbon stock as an indicator for monitoring land and soil degradation in relation to United Nations' Sustainable Development Goals. *30* (7): 824-838
- Maria, E. C., Antonio, J. F. G., Ignacio, I., Manuel, F. L., Pedro M. T., Sergio M. 2015. Thirteen years of continued application of composted organic wastes. *Soil Biology & Biochemistry*, 90: 241-254.
- Mazin, H., Al-Karboli, H. and Kuthair, W.M. 2016. Isolation and pathogenicity of the fungus, *Fusarium Solani* a causal of dry root rot on sour orange in Baghdad Province Iraq. *International Journal of Agricultural Technology*, 12(5): 927-938.
- Nielsen, U.N., Ayres, E., Wall, D. H., Bardgett, R. D. 2011. Soil biodiversity and carbon cycling: a review and synthesis of studies examining diversity–function relationships. *Special Issue: Soil Organic Matters*. 62 (1): 105-116
- Nielsen, U.N., Wall, D.H., Six, J., 2015. Soil Biodiversity and the Environment. *Annu Rev Environ Resour*. 40: 63-90
- Nguyễn Ngọc Thanh, Tất Anh Thư, Mai Thị Cẩm Trinh, Dương Minh Viễn và Võ Thị Gương, 2018. Đánh giá một số đặc tính lý hóa học và sinh học đất trên vườn cam sành (*Citrus nobilis*) bị bệnh vàng lá thối rễ tại huyện Tam Bình, tỉnh Vĩnh Long. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 54(6B): 72-81.
- Reganold, J., Wachter, J. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants* 2: 15221, doi:10.1038/nplants.2015.221.
- Schnecker, J., Wild, B., Hofhansl, F., 2014. Effects of soil organic matter properties and microbial community composition on enzyme activities in cryoturbated arctic soils. *PLoS One*. 9 (4) :e94076. doi:10.1371/journal.pone.0094076
- Sradnick, A., Oltmanns, M., Raupp, J., Joergensen, R.G., 2017. Microbial biomass and activity down the soil profile after long-term addition of farmyard manure to a sandy soil. *Org. Agric*. doi:http://dx.doi.org/10.1007/s13165-016-0170-6.
- Tất Anh Thư, Võ Hoài Chân, Võ Thị Gương. 2012. Ảnh hưởng của phân hữu cơ và vô cơ đến hoạt động vi sinh vật đất vườn dừa trồng xen cacao tại Huyện Châu Thành Bến Tre. *Tạp chí Khoa học Trường ĐHTC*, 22a: 233- 241.
- Trần Bá Linh, Trần Huỳnh Khanh, Võ Thị Gương. 2010. Một số biện pháp cải thiện năng suất lúa ba vụ trong đề bao tại Cai Lậy-Tiền Giang. *Tạp chí Khoa học Trường ĐHTC*, ISSN 1859-2333. 16b: 266-271.
- Tian, J., Lou, Y., Gao, Y., Fang, H., Liu, S., Su, M., Blagodatskaya, E., Kuzyakov, Y. 2017. Response of soil organic matter fractions and composition of microbial community to long-term organic and mineral fertilization. *Biol Fertil Soils* 53: 523–532 doi:10.1007/s00374-017-1189-x
- Võ Thị Gương, Dương Minh Viễn, Huỳnh Đào Nguyên, Nguyễn Minh Đông, 2010. Cải thiện độ phì nhiêu đất và năng suất lúa canh tác ba vụ

- trong đề bao tại ĐBSCL. Nhà xuất bản Nông Nghiệp. 167trang.
- Võ Thị Gương, Nguyễn Mỹ Hoa, Châu Minh Khôi, Trần Văn Dũng, Dương Minh Viễn. 2016. Quản lý độ phì nhiêu đất và hiệu quả sử dụng phân bón ở ĐBSCL. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ. 264trang.
- Võ Văn Bình, Châu Thị Anh Thy, Hồ Văn Thiệt, Võ Thị Gương. 2017. Phân tích hiệu quả kinh tế của phân hữu cơ trên vườn cây ăn trái ở đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển nông thôn. 7: 37-42.
- Võ Văn Bình, Lê Văn Hòa, Võ Thị Gương, Nguyễn Minh Đông. 2014. Ảnh hưởng của ẩm độ, hàm lượng N và chất hữu cơ đến sự phát thải khí nhà kính từ đất vườn chôm chôm ở Chợ Lách Bến Tre. Tạp chí Khoa học Trường ĐHT, ISSN 1859-2333. Số chuyên đề, Tập 3. 142 - 150.
- Wall, D., Nielsen, U., Six, J. 2015. Soil biodiversity and human health. Nature 528: 69–76, doi:10.1038/nature15744.