

Đánh giá một số tính chất hóa, lý của đất trồng cam có sử dụng chế phẩm EarthCare with SumaGrow Inside tại thị trấn Trần Cao, huyện Phù Cù, tỉnh Hưng Yên

Phạm Thị Thu Hà*, Nguyễn Kiều Băng Tâm, Phùng Như Ngọc, Trần Văn Thụy

Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 30 tháng 9 năm 2017

Chỉnh sửa ngày 5 tháng 11 năm 2017; Chấp nhận đăng ngày 16 tháng 11 năm 2017

Tóm tắt: Thực trạng ô nhiễm môi trường đất nông nghiệp ở nước ta đang là vấn đề bức xúc hiện nay. Việc sử dụng phân bón và thuốc bảo vệ thực vật hóa học không hợp lý đã dẫn tới việc gia tăng dư lượng hóa chất độc hại trong đất, ảnh hưởng tiêu cực đến hệ sinh thái đất. Vì vậy, các loại phân bón hữu cơ và các chế phẩm vi sinh thân thiện với môi trường đang ngày càng được khuyến khích sử dụng. Chế phẩm EarthCare with SumaGrow Inside nhập khẩu từ Mỹ đã được các nhà khoa học thử nghiệm hơn 3 năm trên đất trồng cam tại thị trấn Trần Cao, huyện Phù Cù, tỉnh Hưng Yên. Kết quả bước đầu đã cho thấy hàm lượng dinh dưỡng trong đất có sử dụng chế phẩm EarthCare with SumaGrow Inside tăng, đất được cải thiện nhẹ về độ chua, kim loại nặng có dấu hiệu giảm, độ xốp của đất vẫn còn thấp nhưng đã có sự chênh lệch khá rõ giữa hai mẫu đất. Kết quả nghiên cứu này sẽ là cơ sở thực tiễn trong việc khuyến khích người dân hướng đến sản phẩm hữu cơ an toàn và góp phần cho sự phát triển nông nghiệp bền vững.

Từ khóa: Chế phẩm vi sinh, EarthCare with SumaGrow Inside, môi trường đất, phát triển nông nghiệp bền vững.

1. Đặt vấn đề

Ở Việt Nam, phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật được sử dụng với một lượng khá lớn hàng năm. Phân bón đã góp phần đáng kể làm tăng năng suất cây trồng, chất lượng nông sản. Tuy nhiên, phân bón hóa học nếu được sử dụng quá nhiều, không hợp lý lại chính là một trong những tác nhân gây suy thoái môi trường đất. Khi đất đai thoái hóa đồng nghĩa với việc vụ sau phải bón nhiều phân bón hơn, phun nhiều thuốc trừ sâu hơn, công sức bỏ ra tăng lên và lợi nhuận giảm đi. Lối thoát cho vấn đề này đối với thế giới nói chung và Việt Nam nói

riêng là nền nông nghiệp hữu cơ bền vững với các chế phẩm phân bón hữu cơ, phân bón hữu cơ vi sinh.

Nhiều nghiên cứu đã chứng minh được lợi ích của việc cung cấp phân hữu cơ giúp gia tăng hàm lượng chất hữu cơ trong đất, cải thiện tính chất vật lý, hóa và sinh học đất [1-3]. EarthCare with SumaGrow Inside (viết tắt là SumaGrow) là một chế phẩm vi sinh đã được sử dụng rất thành công tại Mỹ và hơn 40 quốc gia trên khắp thế giới [4], trong khoảng 3 năm trở lại đây mới được ứng dụng tại Việt Nam. Chế phẩm SumaGrow là dạng huyền phù của axit humic hữu cơ (nguồn dinh dưỡng cacbon) có chứa các vi sinh vật hữu ích. Các muối của axit humic (humat) có chứa hàm lượng chất hữu cơ cao và các chất dinh dưỡng thiết yếu khác như Ca, Mg, Zn và

* Tác giả liên hệ: ĐT. 84-912349668.

Email: thuhaee@yahoo.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4156>

Mn. Nhóm vi sinh vật hữu ích có trong Suma Grow bao gồm *Bacillus* sp, *Trichoderma* sp, *Pseudomonas* sp, *Rhizobium* sp, *Azotobacter* sp và hơn 20 chủng vi sinh vật hữu ích khác. Chế phẩm SumaGrow ngoài việc tăng năng suất cây trồng, giảm lượng phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật, giảm chi phí, SumaGrow còn khôi phục đất trồng, hướng tới nền nông nghiệp bền vững [5, 6]. Tuy nhiên tại Việt Nam, các nghiên cứu mới chỉ tập trung vào khả năng tăng năng suất cây trồng và chất lượng nông sản để thuyết phục người nông dân sử dụng [4] mà chưa hoặc có rất ít nghiên cứu về sự cải tạo môi trường đất nông nghiệp của loại chế phẩm này.

Vì vậy, nghiên cứu này tập trung vào đánh giá sự cải thiện một số tính chất đất mà SumaGrow mang lại nhằm góp phần cho sự phát triển nông nghiệp bền vững.

2. Đối tượng, phạm vi và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

* Đối tượng nghiên cứu:

- Đất trồng cam sử dụng chế phẩm EarthCare with SumaGrow đã được hơn 3 năm. Cây cam được bón SumaGrow làm 3 đợt: trước ra hoa; khi thành quả và nuôi quả; trước thu hoạch 60 ngày. Liều lượng: Đợt 1 và 2: 4,8 lít/400 cây/0,5 ha tương đương 12 ml/cây. Đợt 3: 2,6 lít/400 cây/0,5 ha tương đương 6,5 ml/cây. Cách pha: 12 ml SumaGrow pha cùng 3,2 lít nước, tưới quanh vùng gốc theo chu vi đường tròn tán lá.

- Đất nền: đất ban đầu, không trồng cam và không sử dụng chế phẩm.

* Phạm vi nghiên cứu: Đất tại trung tâm nghiên cứu và phát triển lúa giống thị trấn Trần Cao, huyện Phù Cù, tỉnh Hưng Yên.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

* Phương pháp lấy mẫu ngoài thực địa:

- Mẫu được lấy ngày 6 - 5 - 2017 theo

phương pháp được quy định tại thông tư số 33/2011/TT-BTNMT [7].

Mẫu được lấy ở 2 tầng với độ sâu từ 0-20 cm và từ 20-40 cm đối với 2 loại đất: đất trồng cam thử nghiệm bằng chế phẩm SumaGrow và đất không trồng cam, không thử nghiệm phân. Mẫu đất là mẫu hỗn hợp của 5 mẫu lấy theo hình phong bì. Mỗi mẫu hỗn hợp lấy 500 g và được bảo quản trong túi nilon có dán nhãn, trên nhãn ghi thông tin về vị trí lấy mẫu, thời gian lấy mẫu, khối lượng mẫu và số thứ tự các mẫu; sau đó được vận chuyển về phòng thí nghiệm để tiến hành xử lý sơ bộ và phân tích.

- Mẫu đất được lấy vào thời điểm cách lúc bón chế phẩm SumaGrow khoảng 20 ngày.

* Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm

Bốn mẫu đất trồng cam gồm mẫu sử dụng SumaGrow được hơn 3 năm và mẫu đối chứng (đất nền) được thu thập ở xã Trần Cao, huyện Phù Cù, tỉnh Hưng Yên. 2 mẫu tầng đất mặt (0-20 cm) và 2 mẫu tầng đất sâu (20-40 cm).

Mẫu đất được thu thập để đánh giá hiệu quả của chế phẩm SumaGrow đối với môi trường đất thông qua các chỉ tiêu phân tích như pH, N tổng số, P tổng số, độ mùn, độ xốp, thành phần cơ giới (TPCG), kim loại nặng.

pH xác định theo TCVN 5979:2007. N tổng số phân tích theo phương pháp KENDAN (KJELDAHL) (TCVN 6498:1999). P tổng số xác định theo phương pháp so màu. Độ mùn phân tích theo phương pháp WALKLEY BLACK (TCVN 8940:2011). Phân tích độ xốp dựa vào Sổ tay phân tích đất, nước, phân bón, cây trồng - Viện Nông hóa Thổ nhưỡng, 1998 [8]. TPCG được xác định dựa trên TCVN 8941:2011. Xác định kim loại nặng bằng phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử ngọn lửa và không ngọn lửa (TCVN 6496:1999).

* Phương pháp xử lý số liệu:

- Nghiên cứu đã sử dụng phần mềm Excel để xử lý và xây dựng đồ thị so sánh 2 mẫu đất sử dụng chế phẩm SumaGrow và mẫu đối chứng (đất nền) với các chỉ tiêu pH, N tổng số, P tổng số, độ mùn, độ xốp, TPCG, kim loại nặng.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Trong điều kiện thực tiễn của địa bàn nghiên cứu, do không tìm được thửa đất trồng cam nào mà người dân không bón chế phẩm SumaGrow nên nghiên cứu này chỉ có thể đánh giá những thay đổi trong tính chất đất thí nghiệm do quá trình trồng cam có sử dụng chế phẩm SumaGrow so với đất nền (mẫu đối chứng).

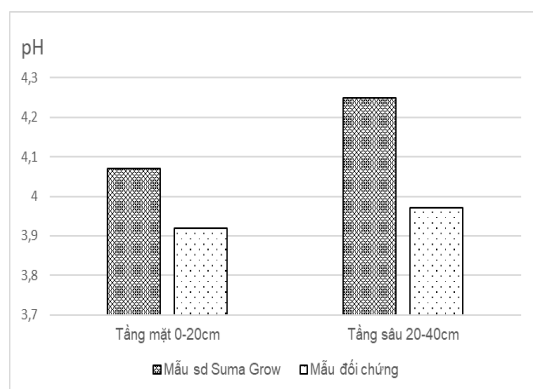
3.1. Tác động của việc sử dụng SumaGrow đến một số chỉ tiêu hóa học đất

3.1.1. pH đất

pH_{KCl} đất ảnh hưởng đến độ hữu dụng của dưỡng chất, khả năng hoạt động của hệ vi sinh vật vì vậy có tác động trực tiếp hoặc gián tiếp tới sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng. Kết quả ở hình 1 cho thấy pH đất sau khi sử dụng chế phẩm SumaGrow tăng nhẹ từ 3 - 7% so với mẫu đất ban đầu, tức là tăng từ mức rất chua (≤ 4) lên mức khá chua (4,1-4,5) [9]. Kết quả nghiên cứu cho thấy quá trình trồng cam có sử dụng chế phẩm SumaGrow có khả năng cải thiện nhẹ độ chua của đất, khắc phục được nhược điểm của phân bón hóa học sau khi bón một thời gian dài sẽ làm pH của đất giảm.

3.1.2. Các chất dinh dưỡng đa lượng

Các chỉ tiêu dinh dưỡng đa lượng trong đất thường được phân tích để đánh giá độ phì nhiêu tiềm tàng của đất.



Hình 1. Ảnh hưởng của chế phẩm SumaGrow đến pH_{KCl} trong đất.

a/ N tổng số

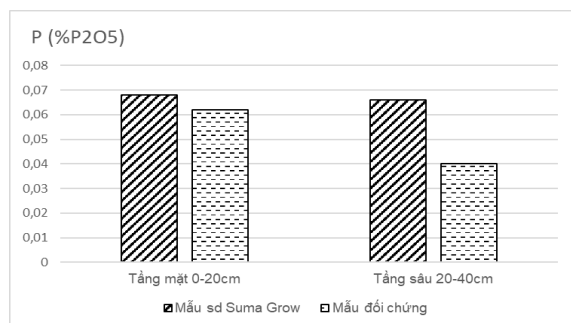
Lượng đạm tổng số là một trong những nguồn dinh dưỡng quan trọng nhất của thực vật, nếu thiếu nitơ dẫn đến chất lượng môi trường đất bị suy giảm. ngược lại nếu nhiều nitơ quá, đặc biệt khi bị rửa trôi mạnh sẽ gây ô nhiễm nguồn nước.

Qua kết quả phân tích cho thấy các mẫu có hàm lượng N tổng số từ nghèo ($< 0,08\%$) đến trung bình (0,08-0,15%) [10]. Hàm lượng N tổng số trong đất nhiều hay ít phụ thuộc hàm lượng mùn (thường chiếm 5-10% mùn). Đất càng mùn thì càng giàu nitơ. Theo kết quả khảo sát thì nhìn chung hàm lượng N tổng số đã tăng từ mức nghèo ở mẫu đối chứng (đất nền) lên trung bình ở mẫu thí nghiệm có bón SumaGrow. Tầng mặt (0-20 cm) tăng từ 0,080% lên 0,087% và tầng sâu (20-40 cm) tăng từ 0,063% lên 0,083%. Nguyên nhân có thể là do trong SumaGrow có nhóm vi sinh vật cố định đạm, kèm theo pH của đất được cải thiện sẽ kích thích hoạt động của các nhóm vi sinh vật phân giải xác hữu cơ tạo mùn (Hình 2).

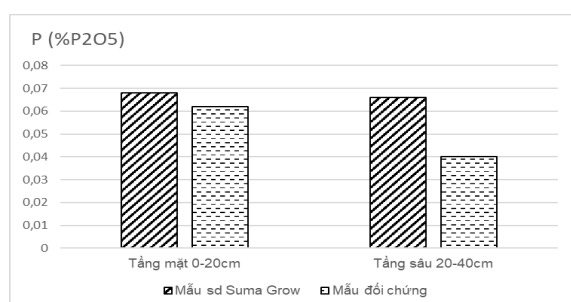
b/ P tổng số

Photpho tổng số có vai trò quan trọng trong dinh dưỡng thực vật, đặc biệt với quả và hạt. Cây trồng ở đất thiếu photpho giai đoạn đầu sẽ cằn cỗi, ít phân nhánh, lá cứng, rễ kém phát triển, sự hình thành quả hạt bị hạn chế làm giảm đáng kể năng suất của cây, điều này đồng nghĩa với việc chất lượng môi trường đất bị suy giảm.

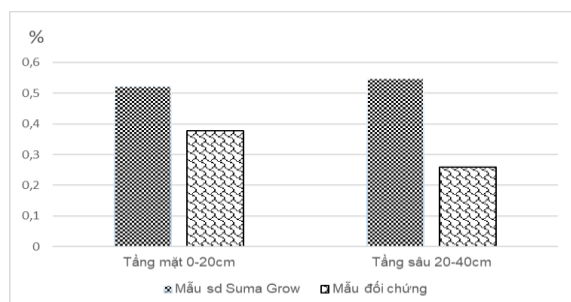
Kết quả ở hình 3 cho thấy mẫu đối chứng (đất nền) rất nghèo lân. Sau khi sử dụng SumaGrow hàm lượng lân tổng số trong đất từ mức nghèo ở mẫu đất nền ($< 0,06\%$) tăng lên mức trung bình ở mẫu thí nghiệm có bón SumaGrow (0,06-0,1%). Cụ thể, mẫu đất sử dụng SumaGrow tầng đất mặt (0-20 cm) tăng khoảng 38% và tầng sâu (20-40 cm) tăng khoảng 65% so với mẫu đất nền. Hàm lượng lân tăng có thể lý giải là do trong SumaGrow có nhóm vi sinh vật phân giải lân, ngoài ra hàm lượng nitơ trong đất tăng cũng góp phần gián tiếp trong quá trình khoáng hóa tạo ra hàm lượng lân dễ tiêu cho đất (Hình 3).



Hình 2. Ảnh hưởng của chế phẩm SumaGrow đến N tổng số trong đất.



Hình 3. Ảnh hưởng của chế phẩm SumaGrow đến P tổng số trong đất.



Hình 4. Ảnh hưởng của chế phẩm Suma Grow đến độ ẩm của đất.

c/ Độ ẩm

Kết quả phân tích cho thấy các mẫu đều có hàm lượng mùn nghèo nhưng đã có sự thay đổi theo xu hướng tăng lên. Ở tầng mặt (0-20 cm) hàm lượng mùn qua hơn 3 năm tăng chưa mạnh (tăng khoảng 36%) nhưng ở tầng đất sâu (20-40 cm), hàm lượng mùn tăng từ 0,26% lên 0,57% (tăng khoảng 121%). Điều này có thể giải thích là do tập đoàn vi sinh vật có trong chế phẩm

SumaGrow đã hoạt động tích cực phân giải chất hữu cơ tạo mùn. Tầng mặt tạo mùn nhiều nhưng do điều kiện hao khí nên cũng khoáng hóa mạnh để cung cấp dinh dưỡng dễ tiêu cho cây, trong khi đó mùn ở tầng dưới có điều kiện yếm khí hơn nên đóng vai trò như nguồn dự trữ. Chính vì vậy nên mặc dù là nơi tập trung chất hữu cơ nhiều nhưng tầng mặt ở đây có hàm lượng mùn thấp hơn tầng kế tiếp (Hình 4).

3.1.3. Kim loại nặng

Kết quả phân tích trong Bảng 1 cho thấy hàm lượng KLN kể cả mẫu sử dụng chế phẩm SumaGrow và mẫu đối chứng (đất nền) ở tầng đất mặt (0-20 cm) đều thấp hơn tầng đất dưới (20-40 cm).

Dù tất cả các chỉ tiêu đều nằm trong giới hạn cho phép quy định tại QCVN 03-MT:2015/BTNMT [11] nhưng chúng đều có dấu hiệu giảm trong quá trình trồng cam có sử dụng chế phẩm Suma Grow. Chỉ tiêu giảm nhiều nhất là Zn ở tầng mặt (0-20cm) từ 117,565 (mg/kg) xuống còn 58,276 (mg/kg) giảm khoảng 100% so với mẫu đất nền. Có thể giả thiết nguyên nhân hàm lượng KLN giảm ở các mẫu đất có sử dụng SumaGrow là do khả năng hấp thụ KLN của 1 số vi khuẩn có trong chế phẩm (Bảng 1).

3.2. Tác động của việc sử dụng SumaGrow đến một số chỉ tiêu lý học đất

3.2.1. Thành phần cơ giới

Kết quả phân tích trong Bảng 2 cho thấy đất khi chưa trồng cam và chưa sử dụng chế phẩm SumaGrow được xếp theo phân loại là đất sét. Sau hơn 3 năm trồng cam có sử dụng SumaGrow, thành phần cơ giới đã có sự thay đổi ở tầng mặt (0-20cm) từ đất sét thành đất thịt nặng. Mặc dù ở tầng sâu (20-40 cm) loại đất không thay đổi nhưng trọng lượng (sét, limon, cát) cũng đã có sự thay đổi theo chiều hướng tích cực. Nguyên nhân thay đổi thành phần cơ giới đất có thể giải thích là do hoạt động của VSV trong chế phẩm đã cải thiện thành phần mùn của đất khiến cho đất trở nên tơi xốp hơn, giảm độ chặt của đất. Tầng canh tác 0-20cm xốp hơn còn do hoạt động của hệ động vật đất và rễ cây trồng.

Bảng 1. Ảnh hưởng của chế phẩm Suma Grow đến kim loại nặng trong đất

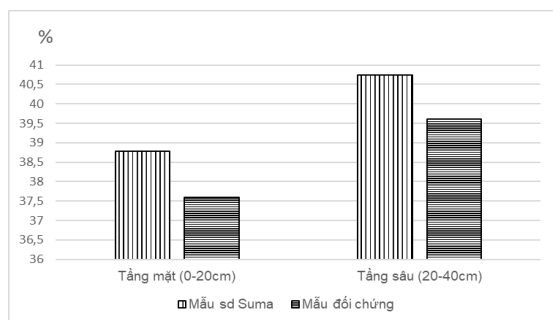
Chỉ tiêu	Mẫu sd Suma có trồng cây		Mẫu đối chứng		Đánh giá	Nguồn tham khảo
	Tầng mặt 0-20 cm	Tầng sâu 20-40 cm	Tầng mặt 0-20 cm	Tầng sâu 20-40 cm		
Pb (mg/kg)	22,082	27,619	23,059	27,996	Đạt TC	QCVN 03-MT:2015/BTNMT
Zn (mg/kg)	58,276	61,674	117,565	71,950	Đạt TC	QCVN 03-MT:2015/BTNMT
Cu (mg/kg)	29,538	38,678	31,512	60,288	Đạt TC	QCVN 03-MT:2015/BTNMT
As (mg/kg)	9,148	10,025	8,053	9,193	Đạt TC	QCVN 03-MT:2015/BTNMT

Bảng 2. Ảnh hưởng của chế phẩm Suma Grow đến thành phần cơ giới của đất

		% Sét <0,005 mm	% Limon 0,05-0,05 mm	% Cát 2-0,05 mm	Phân loại (USDA)
Tầng mặt (0-20 cm)	M1	27,6	30,26	41,98	Đất thịt nặng
	M2	33,96	37,42	28,62	Đất sét
Tầng sâu (20-40 cm)	M1	32,27	31,22	36,51	Đất sét
	M2	39,40	35,20	25,04	Đất sét

3.2.2. Độ xốp

Độ xốp là tỉ lệ % các khe hở trong đất so với thể tích đất. Độ xốp của đất rất có ý nghĩa trong thực tiễn sản xuất nông lâm nghiệp, vì nước và không khí trong đất di chuyển trong những khoảng trống (độ xốp của đất), những chất dinh dưỡng cho cây được huy động cũng như hoạt động của vi sinh vật đất cũng diễn ra chủ yếu trong những khoảng trống này.



Hình 5. Ảnh hưởng của chế phẩm Suma Grow đến độ xốp của đất.

Vi vậy, độ phì đất phụ thuộc đáng kể vào độ xốp của đất. Theo kết quả hình 5 ta thấy, dù độ xốp của đất vẫn còn thấp nhưng đã có sự chênh lệch khá rõ giữa hai mẫu đất.

4. Kết luận

Sử dụng phân hữu cơ vi sinh Suma Grow với liều lượng theo quy định của nhà sản xuất không những không gây tác động xấu mà còn có khả năng cải tạo, nâng cao chất lượng môi trường đất trồng cây.

Nghiên cứu này đã phân tích và đánh giá một số chỉ tiêu hóa học, lý học đặc trưng cho chất lượng môi trường đất ở 2 vị trí khác nhau: vùng đất trồng cam có sử dụng chế phẩm SumaGrow và vùng đất nền không trồng cây cũng không sử dụng chế phẩm. Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng dinh dưỡng trong đất trồng cam có sử dụng chế phẩm SumaGrow tăng so với đất không canh tác. Độ pH của đất

cũng tăng nhẹ, đất được cải thiện nhẹ về độ chua. Các chỉ tiêu kim loại nặng đều có dấu hiệu giảm trong quá trình trồng cam có sử dụng phân hữu cơ vi sinh Suma Grow.

Một số chỉ tiêu lý học của đất cũng được cải thiện. Thành phần cơ giới đã có sự thay đổi ở tầng mặt (0-20 cm) từ đất sét thành đất thịt nặng. Mặc dù ở tầng sâu (20-40 cm) loại đất không thay đổi nhưng trọng lượng (sét, limon, cát) cũng đã có sự thay đổi theo chiều hướng tích cực. Độ xốp của đất vẫn còn thấp nhưng đã có sự chênh lệch khá rõ giữa hai mẫu đất.

Trong tương lai, nên triển khai thêm các nghiên cứu tổng thể hơn về ảnh hưởng của chế phẩm Earthcare with SumaGrow Inside trong việc cải thiện môi trường đất, góp phần phát triển một nền nông nghiệp bền vững ở Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- [1] Trần Bá Linh, Nguyễn Minh Phương, Võ Thị Gương. Hiệu quả của phân hữu cơ trong cải thiện dung trọng và độ bền đoàn lạp của đất ở Đồng Bằng Sông Cửu Long. Tạp chí khoa học-ĐH Cần Thơ, 2008.
- [2] Phí Thị Hải Ninh. Nghiên cứu giải pháp bảo vệ đất trồng rau bằng bón phân hữu cơ tại xã Thủy Xuân Tiên, huyện Chương Mỹ, Hà Nội. Tạp chí Khoa học và công nghệ lâm nghiệp số 4, 2013.
- [3] Võ Thị Gương, Trần Bá Linh, Châu Thị Anh Thy. Cải thiện độ phì nhiêu đất và năng suất lúa trên đất bị mất tầng canh tác tại huyện Châu Thành, tỉnh Trà Vinh. Tạp chí Khoa học - ĐH Cần Thơ, 2010.
- [4] Công ty CP đầu tư và phát triển công nghệ Việt Nam, 2016. Giải pháp SumaGrow cho nền nông nghiệp bền vững.
- [5] Len Wilcox, 2011. Soil boost. California Farmer, January 2011.
- [6] Allen Williams, Ph.D, 2011. New Organic Soil Amendment Product Shows Promise in Pastures. Stockman Grass Farmer, Feb 2011.
- [7] Bộ Tài Nguyên và Môi trường, 2011. Thông tư số 33/2011/TT-BTNMT quy định quy trình kỹ thuật quan trắc chất lượng đất, ban hành ngày 01/08/2011.
- [8] Lê Văn Khoa, 2001. Phương pháp phân tích đất, nước, phân bón và cây trồng. Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
- [9] Nguyễn Mươi. Giáo trình Thực tập thổ nhưỡng. NXB Nông Nghiệp, HN 1979.
- [10] Bộ Khoa học và Công nghệ. TCVN 7373:2004: Tiêu chuẩn Việt Nam về Chất lượng đất - Giá trị chỉ thị về hàm lượng Nitơ tổng số trong đất Việt Nam. Hà Nội, 2004.
- [11] Bộ Tài nguyên và Môi trường. QCVN 03-MT:2015/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn cho phép của một số kim loại nặng trong đất. Hà Nội, 2015.

Assessing some Chemical and Physical Properties of Orange Planting Soil Using EarthCare with SumaGrow Inside Product in Tran Cao Town, Phu Cu District, Hung Yen Province

Pham Thi Thu Ha, Nguyen Kieu Bang Tam, Phung Nhu Ngoc, Tran Van Thuy

Faculty of Environmental Science, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam

Abstract: The current pollution situation of agricultural land in our country is a pressing problem. The unreasonable use of chemical fertilizers and pesticides has led to an increase of toxic chemical residues in soil, negatively affecting the soil ecosystem. Therefore, organic fertilizers and microorganism products friendly with the environment are increasingly encouraged to use. EarthCare with SumaGrow Inside product imported from the USA has been applied for the orange planting soil

in Tran Cao town, Phu Cu district, Hung Yen province for over 3 years. Initial results showed that after the application of EarthCare with SumaGrow Inside, the soil nutrients increased, the soil was slightly improved in acidity, heavy metals had a sign of decline, the soil porosity was still low but there was a clear difference between the two soil samples. The results of this study will be a practical basis for encouraging people to turn into safe organic products and contribute to sustainable agricultural development.

Keywords: Microorganism products, EarthCare with SumaGrow Inside, soil environment, sustainable agricultural development.