

Đánh giá chất lượng compost sản xuất từ bùn thải thông qua chỉ số hoai mục và năng suất sinh khối cỏ Ý (*Lolium multiflorum* L.)

- Nguyễn Thanh Bình¹
- Hoàng Thị Quỳnh²
- Syoko Oshiro³
- Kazuto Shima³

¹Bộ môn Nông hóa – Thổ nhưỡng, Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm Tp.HCM

²Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (IMHEN), Hà Nội, Việt Nam

³Bộ môn Sinh thái Môi trường, Khoa Môi trường, Trường Đại học Okayama, Nhật Bản

(Bản nhận ngày 03 tháng 9 năm 2014, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 08 tháng 5 năm 2015)

TÓM TẮT

Nguyên liệu bùn thải và sản phẩm sau ủ được thu thập từ nhà máy sản xuất Compost Chugoku Yuki, tỉnh Okayama, Nhật Bản nhằm đánh giá chất lượng sản phẩm với thời gian ủ 8 và 50 ngày. Chất lượng Compost được đánh giá thông qua phân tích các chỉ tiêu hóa học: pH, cacbon tổng số, đạm tổng số, tỷ lệ C/N, đạm dễ tiêu, lân tổng số, lân dễ tiêu và các thành phần của lân. Thí nghiệm trong chậu nêu ảnh hưởng của bốn liều lượng Compost (1, 2, 4, 6 tấn/ha) đến năng suất sinh khối và hiệu suất hấp thu dinh dưỡng theo Nito - Photpho của cỏ Ý. So sánh kết quả với các nghiệm thức đối chứng không bón và có bón phân hóa học cung cấp lượng $N + P_2O_5$

tương đương. Kết quả cho thấy Compost đạt độ ổn định và hoai mục sau 50 ngày ủ. Compost sau khi ủ chứa hàm lượng dinh dưỡng đạm và lân cao, thành phần một số kim loại nặng đạt chuẩn cho phép. Tổng năng suất sinh khối gia tăng ý nghĩa với liều lượng bón theo mô hình hồi qui tiệm cận của Mitscherlich, qua đó năng suất cực đại về lý thuyết được dự đoán giảm dần theo thứ tự Compost 50 ngày ủ > Phân hóa học > Compost 8 ngày ủ. Nhìn chung, hiệu suất hấp thu Nito giữa hai loại Compost là tương đương, trong khi hiệu suất hấp thu Photpho ở nghiệm thức Compost 50 ngày ủ là cao hơn.

Từ khóa: Chất lượng Compost, bùn thải, độ hoai mục, năng suất sinh khối

1. GIỚI THIỆU

Ý tưởng tái chế bùn thải thành nguyên liệu sản xuất Compost được xem là một trong những giải pháp bền vững trong mô hình quản lý chất thải rắn sinh học [1]. Tại Nhật Bản, lượng bùn tăng nhanh đáng kể từ khi hệ thống xử lý nước thải được đưa vào sử dụng khoảng nửa cuối thập niên 80 [2]. Năm 2011, lượng bùn thải phát sinh trên 2 triệu tấn khô, trong đó gần 80% được tái chế thành vật liệu xây dựng, phân bón, năng lượng. Riêng tái chế thành Compost sử dụng trong nông nghiệp chiếm tỷ lệ khoảng 10% qua nhiều năm [3]. Tại Việt Nam, tính đến thời điểm năm 2012 đã có 22 hệ thống xử lý nước thải đi vào hoạt động với tổng công suất 530.000 m³/ngày [4], dự báo một nguồn chất thải rất lớn có thể tận dụng. Bùn thải chủ yếu được thu gom từ hệ thống bể tự hoại và một số công trình tại chỗ khác. Tuy nhiên, điều đáng quan ngại là chỉ có khoảng 4% tổng lượng bùn thải được xử lý an toàn [5], phần còn lại không được xử lý hoặc xả vào môi trường đang gây ô nhiễm nghiêm trọng [6,7].

Compost sản xuất từ chất thải hữu cơ được nhiều nghiên cứu khoa học chứng minh có giá trị trong nông nghiệp góp phần gia tăng năng suất cây trồng [8, 9, 10] và cải thiện độ phì đất [11,12,13]. Chỉ số hoai mục là một tiêu chí chung dùng để đánh giá chất lượng các loại Compost sau ủ [14,15,16]. Thuật ngữ ổn định và hoai mục dùng để mô tả mức độ phân hủy các hợp chất hữu cơ trong Compost. Độ ổn định liên quan đến hoạt động của vi sinh vật, trong khi độ hoai mục phản ánh chất lượng của compost dựa trên các khảo nghiệm đồng ruộng [17]. Rút ngắn thời gian ủ có thể tiết kiệm nhiều chi phí, tuy nhiên sản phẩm thường kém chất lượng, phát sinh mùi hôi và chứa các hợp chất độc hại. Ngược lại, kéo dài thời gian ủ đồng nghĩa với

việc tăng chi phí vận hành, thất thoát dinh dưỡng đặc biệt là Nitơ nên chất lượng Compost có thể bị giảm sút [18]. Đạm (N) và lân (P₂O₅) là hai yếu tố dinh dưỡng đa lượng giới hạn sinh trưởng và năng suất cây trồng. Cơ chế thích nghi và phản ứng với nguồn phân bón bổ sung cần được phân tích thông qua lượng và hiệu suất hấp thu dinh dưỡng của chúng [19], qua đó chất lượng Compost được kiểm định.

Tuy nhiên do tính chất đa dạng từ nguồn nguyên liệu, việc thiết lập các tiêu chuẩn chất lượng riêng cho từng loại Compost là cần thiết nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng và hạn chế tác động đối với môi trường.

Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là nhằm 1) khảo sát đặc tính lý hóa của nguyên liệu và Compost với thời gian ủ 50 ngày và, 2) nghiên cứu ảnh hưởng của các liều lượng bón đến năng suất sinh khối, hiệu suất hấp thu dinh dưỡng theo Nitơ và Photpho của cỏ Ý (*Lolium multiflorum* L.).

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Đánh giá mức độ ổn định của Compost

Năm 2011, Compost nguyên liệu và sản phẩm được thu thập từ nhà máy Chugoku Yuki, tỉnh Okayama Nhật Bản từ tháng 4 đến tháng 6 với thời gian ủ 50 ngày. Các mẫu sau đó được phân tích thành phần lý hóa, bao gồm: ẩm độ, pH, cacbon tổng số (C_{ts}), đạm tổng số (N_{ts}), đạm dễ tiêu (NH₄⁺-N, NO₃⁻-N) lân tổng số (P₂O_{5ts}), lân dễ tiêu và các thành phần của lân (Al -P, Fe -P, Ca -P), cation trao đổi (K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺) và một số kim loại nặng (Zn, Cu, Cd, Ni). Đặc tính lý hóa của nguyên liệu và Compost sau 50 ngày ủ theo sau các phương pháp phân tích tiêu chuẩn được tóm tắt trong Bảng 1.

Đánh giá độ hoai mục qua bón thử nghiệm trên cây trồng

Thí nghiệm trong chậu kích cỡ 20,0 cm x 15,95 cm (chiều cao x đường kính mặt chậu) nêu ảnh hưởng của bốn liều lượng (1, 2, 4, 6 tấn/ha) của 2 loại Compost có thời gian ủ 8 ngày và 50 ngày. Các nghiệm thức đối chứng bao gồm không bón và có bón 37,5 N + 50 P₂O₅; 75 N + 100 P₂O₅; 150 N + 200 P₂O₅ kg/ha bằng đạm dạng (NH₄)₂SO₄ và lân dạng Ca₃(PO₄)₂ cung cấp lượng N_{ts} và P₂O_{5ts} tương đương với các nghiệm thức Compost ở liều lượng 1, 2 và 4 tấn/ha. Lượng bón chi tiết cho từng nghiệm thức được thể hiện trong Bảng 3-4. Đất cát (pH=7,1; N_{ts} = 0,51%; C_{ts} = 2%) qua rây đường kính lỗ ϕ = 4 mm được trộn kỹ với Compost và bón ở lớp đất mặt từ 0 – 5 cm. Ở nghiệm thức đối chứng có bón, phân lân được bón lót theo qui cách trên, phân đạm (NH₄)₂SO₄ được cung cấp ở dạng dung dịch. Tất cả các nghiệm thức được điều chỉnh lượng nước cung cấp 60% độ ẩm đồng ruộng. Thí nghiệm được bố trí trong nhà lưới Trường Đại học Okayama Nhật Bản từ tháng 6 đến tháng 8 năm 2011 theo kiểu khối đầy đủ hoàn toàn ngẫu nhiên 3 lần nhắc lại. Cỏ Ý (*Lolium multiflorum* L.) được gieo ở mật độ 30 hạt/chậu ở lớp đất mặt sâu 0,5 cm. Sau khi hạt nảy mầm một tuần, cây được tỉa còn 23 cây/chậu. Thời điểm thu hoạch có: 45 ngày sau gieo. Thân lá và rễ được tách riêng, rửa sạch đất, sấy khô ở nhiệt độ 70 °C trong 72 giờ.

Tổng trọng lượng khô được mô tả bằng phương trình hợp lý cực đại năng suất (1) theo mô hình hồi qui tiệm cận của Mitscherlich, sử dụng phần mềm GenStat®12.0:

$$y = M - AR^x \quad (1)$$

trong đó, y là năng suất tổng trọng lượng khô (g/m²) đạt được ở mức bón đạm x (kg N/ha); R là độ dốc của mô hình (0 < R < 1); M năng suất cực đại (g/m²) về lý thuyết có thể đạt được. A là giá trị năng suất chênh lệch giữa M và nghiệm thức đối chứng không bón. Lượng phân bón để đạt được năng suất cực đại M được suy ra từ hàm Logarit: $N = -\log_{(R)}A$.

Hiệu suất hấp thu Nitơ và Phốt pho từ phân bón được mô tả bằng công thức (2) và (3) [20].

$$NUE (\%) = \frac{(Y^+ \times N^+) - (Y^- \times N^-)}{f_N} \times 100 \quad (2)$$

$$PUE (\%) = \frac{(Y^+ \times P^+) - (Y^- \times P^-)}{f_P} \times 100 \quad (3)$$

trong đó, NUE, PUE (%) lần lượt là hiệu suất hấp thu Nitơ và Phốt pho. Y⁺, Y⁻ (g/m²) lần lượt là năng suất sinh khối thực thu ở các nghiệm thức có bón và không bón. N⁺, N⁻, P⁺, P⁻ (%) lần lượt là nồng độ Nitơ, Phốt pho của cây ở các nghiệm thức có bón và không bón. f_N, f_P (g/m²) lần lượt là lượng N_{ts} và P₂O_{5ts} được cung cấp từ các nguồn phân bón.

Số liệu được phân tích ANOVA, xử lý thống kê bằng phần mềm Excel ® tích hợp sẵn Macro DSAASTAT [21], trắc nghiệm phân hạng theo tiêu chuẩn Duncan MRT ở xác suất 1%. Đồ thị được vẽ bằng phần mềm Excel ® và GeoGebra 3.2.

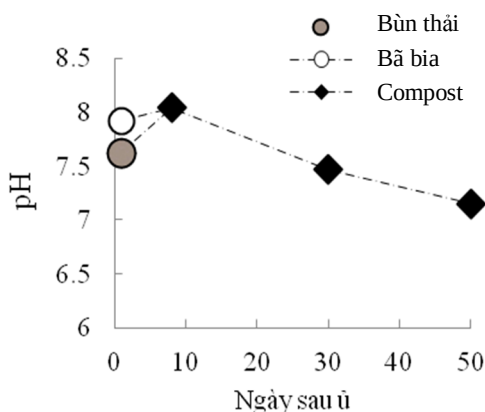
Bảng 1. Đặc tính lý hóa của Compost trước và sau khi ủ

Thông số	Trước khi ủ		Sau ủ 50 ngày Compost	Phương pháp phân tích (Dịch trích-Hóa chất) [Thiết bị]
	Bùn thải	Bã bia ^(†)		
Âm độ (%)	200 ±15,7	416 ± 4,3	64 ± 0,3	Sấy khô mẫu
pH _{H₂O} (1:5)	7,6 ±0,23	7,9 ±0,50	7,2 ±0,01	pH kế (Nước cất) [D-14 Horiba]
C _{ts} (%)	30,72 ±0,57	46,89 ±0,13	24,81 ±0,60	Đốt mẫu khô [CN-Corder MT 700]
N _{ts} (%)	4,34 ±0,03	6,84 ±0,05	3,77 ±0,07	
C/N	7,1 ±0,10	6,9 ±0,05	6,6 ±0,15	
<u>Đạm dễ tiêu (g/kg)</u>				So màu [Spectrophotometer UV]
NH ₄ ⁺ -N	13,29 ±0,82	19,66 ±0,72	11,65 ±0,25	(Indophenol)
NO ₃ ⁻ -N	0,00	0,00	0,791 ±0,02	(VCl ₃)
<u>Lân tổng số (%) và thành phần của lân (g/kg)</u>				So màu [Spectrophotometer]
P ₂ O _{5 ts} (%)	4,58 ±0,67	1,54 ±0,43	5,32 ±0,86	Tro hóa và hòa tan trong HCl 50%
Lân dễ tiêu	1,85 ±0,56	4,43 ±0,14	2,92 ±0,40	(H ₄ SO ₄ 0,002N)
Al -P	8,43 ±0,52	2,07 ±0,04	12,48 ±1,18	(NH ₄ F 1N)
Fe -P	5,97 ±0,12	0,18 ±0,02	6,53 ±0,13	(NaCl+NaOH 0,1N)
Ca -P	4,72 ±0,48	5,86 ±0,15	5,25 ±0,46	(CH ₃ COOH 2%+ NH ₄ Cl 1N)
<u>Cation trao đổi (cmol/kg)</u>				Quang phổ hấp thụ nguyên tử
K ⁺	13,22 ±3,98	6,65 ±0,34	12,61 ±0,41	(CH ₃ COONH ₄ 1N)
Na ⁺	5,57 ±0,35	4,58 ±0,08	6,30 ±0,30	[AA 6800]
Ca ²⁺	14,95 ±1,71	9,65 ±0,33	16,58 ±0,47	
Mg ²⁺	31,47 ±2,87	11,69 ±0,06	33,02 ±0,43	
<u>Hàm lượng kim loại nặng tổng số và hòa tan (mg/kg)</u>				
Zn	-	-	202,1 [5,3] ^{††}	Quang phổ hấp thụ nguyên tử
Cu	-	-	318,6 [3,5] ^{††}	(HCl 50%) & (AB-DTPA)
Cd	-	-	8,2	[AA 6800]
Ni	-	-	99,3	

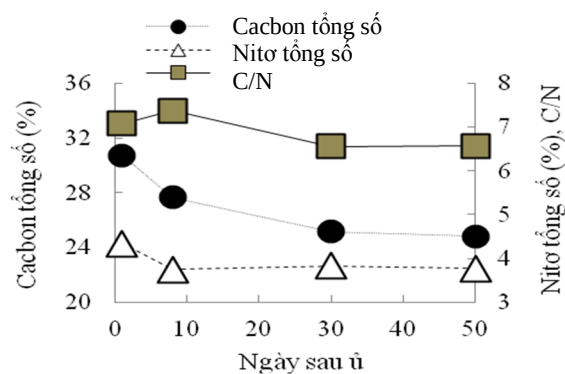
[†] Nguyên liệu phụ chiếm 20% tổng khối lượng Compost; ^{††} Số liệu trong [] thể hiện giá trị hòa tan của kim loại nặng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

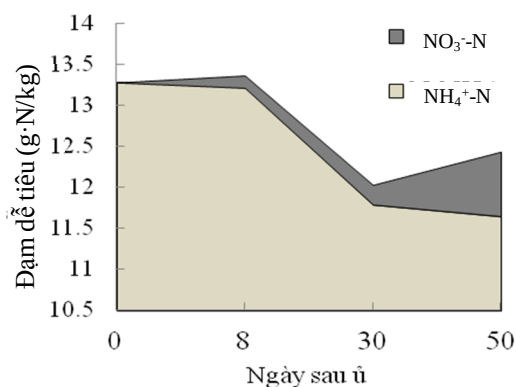
Đánh giá mức độ ổn định của Compost



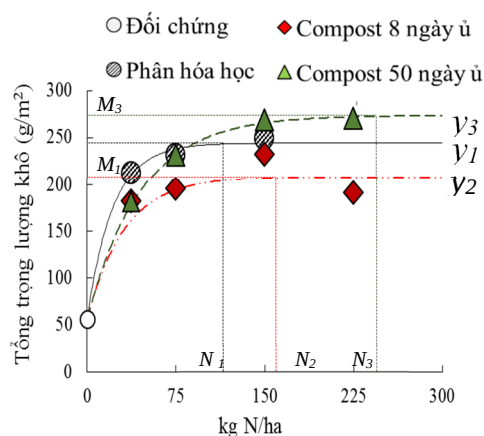
Hình 1. Đồ thị biến thiên của pH theo thời gian ủ



Hình 2. Đồ thị biến thiên của C_t , N_t và tỷ lệ C/N



Hình 3. Đồ thị biến thiên đạm amôn và nitrat



Hình 4. Đồ thị so sánh ảnh hưởng của Compost và phân hóa học đến năng suất tổng trọng lượng khô cỏ. y_1, y_2, y_3 : phương trình hợp lý cực đại, M_1, M_2, M_3 : năng suất cực đại lý thuyết, N_1, N_2, N_3 : các mức đạm tương ứng với các nghiệm thức Phân hóa học, Compost 8 ngày ủ, và Compost 50 ngày ủ

Sau 8 ngày ủ, pH tăng từ 7,6 (nguyên liệu chính: bùn thải) và từ 7,9 (nguyên liệu phụ: bã bia) đến 8,0. Thời gian từ 8 đến 50 ngày sau ủ, pH giảm dần đến 7,2 (Bảng 1, Hình 1). Nguyên liệu phụ mặc dù chiếm 20% tỷ trọng nhưng do

pH khá cao đã góp phần làm tăng pH sau 8 ngày ủ. Trong quá trình ủ Compost, chất hữu cơ được vi sinh vật phân giải tạo thành axit hữu cơ, kết hợp với CO_2 hòa tan có thể là nguyên nhân làm giảm độ kiềm của Compost sau 50 ngày ủ [22].

Trong thành phần Compost, Cacbon cung cấp năng lượng, Nitơ tham gia vào quá trình sản xuất protein và sinh sản của vi sinh vật [23]. Diễn biến của C_{ts} và N_{ts} cung cấp thông tin về mức độ phân hủy chất hữu cơ. Kết quả cho thấy C_{ts} của Compost nguyên liệu là 30,72% giảm liên tục sau 30 ngày ủ và đạt giá trị 24,81% sau 50 ngày ủ. Trong khi đó, N_{ts} giảm mạnh sau 8 ngày ủ (3,75%), tăng nhẹ ở thời điểm 30 ngày (3,84%), và duy trì khoảng 3,77% đến cuối tiến trình ủ (Bảng 1, Hình 2). Quá trình phân hủy và mức độ phân hủy chất hữu cơ bởi vi sinh vật thay đổi theo từng giai đoạn ủ và thành phần của nguyên liệu [23].

Tỷ lệ C/N là một trong các chỉ số đánh giá độ ổn định của Compost, tốc độ khoáng hóa và tái tạo chất hữu cơ. Các loại Compost nói chung được xem là hoại mục khi có $C/N \leq 25$ [24]. Theo tiêu chuẩn của Hiệp hội xử lý chất thải Nhật Bản (JSWA), Compost sản xuất từ bùn thải cần đạt chỉ số $C/N \leq 10$, nếu có trộn thêm vật liệu khác thì $C/N \leq 20$ [25]. Kết quả cho thấy sau 50 ngày ủ, tỷ lệ C/N = 6,6 giảm nhẹ so với hai nguồn nguyên liệu ban đầu (Bảng 1, Hình 2).

Diễn biến của đạm dễ tiêu

Sản phẩm của quá trình amôn hóa và nitrat hóa là tiêu chí khác để đánh giá độ ổn định của Compost [26]. Kết quả cho thấy sau 8 ngày ủ, nồng độ $NH_4^+ -N$ khá cao (13,29 g/kg), giảm dần sau 30 ngày ủ (11,80 g/kg) và 50 ngày ủ (11,65 g/kg). Kết quả nồng độ amôn có khuynh hướng giảm dần trong quá trình ủ cũng được ghi nhận trong một số báo cáo khác [27,28].

Nồng độ $NO_3^- -N$, dù không phát hiện trong nguồn nguyên liệu ban đầu, tăng dần sau 8 ngày ủ (0,152 g/kg), 30 ngày ủ (0,241 g/kg) và 50 ngày ủ (0,791 g/kg) (Bảng 1, Hình 3). Mặc dù tỷ lệ NH_4^+/NO_3^- sau 50 ngày ủ là 14,7 cao hơn so

với tỷ lệ thông thường là 3. Tuy nhiên, một khi tỷ lệ amôn/nitrat được thiết lập vào cuối tiến trình ủ, và nồng độ $NO_3^- -N$ tối thiểu đạt 100 ppm thì Compost được xem là đạt mức độ ổn định cho phép [26].

Lân tổng số và các thành phần của lân

Lân tổng số, lân dễ tiêu và các thành phần của lân trong Compost trước và sau khi ủ được liệt kê trong Bảng 1. Hàm lượng lân được cải thiện hơn so với bùn thải ban đầu do quá trình giảm thể tích của luống ủ cộng với nguồn lân bổ sung từ nguyên liệu phụ bã bia. Compost sau 50 ngày ủ có hàm lượng lân dễ tiêu cao (2,92 g/kg), cùng thành phần khác như Al -P (12,48 g/kg), Fe -P (6,53 g/kg), và Ca -P (5,25 g/kg) (Bảng 1).

Từ kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng và một số chỉ tiêu cho thấy Compost sản xuất từ bùn thải + bã bia đạt độ ổn định sau 50 ngày ủ. Compost sau ủ chứa hàm lượng đạm, lân cao, thành phần kim loại nặng và các chỉ tiêu lý hóa khác trong phạm vi khảo sát đáp ứng theo tiêu chuẩn qui định bởi Hiệp hội xử lý chất thải Nhật Bản [25].

Trên cơ sở đó, chất lượng Compost theo qui trình được tiếp tục đánh giá độ hoại mục thông qua việc bón thử nghiệm trên cây trồng [29, 30].

Kết quả thí nghiệm trong chậu

Năng suất tổng trọng lượng khô

Kết quả cho thấy tổng trọng lượng khô cỏ Ý ở các nghiệm thức có bón nhìn chung gia tăng theo lượng đạm tăng dần, khác biệt ý nghĩa (số liệu không đính kèm) so với đối chứng không bón (Hình 4). Các phương trình hợp lý cực đại thể hiện rõ năng suất trọng lượng khô tối đa mà các nghiệm thức về lý thuyết có thể đạt được khi cung cấp đạm từ các nguồn phân bón khác nhau. Kết quả cho thấy năng suất cực đại được dự đoán

giảm dần theo thứ tự sắp xếp từ Compost 50 ngày ủ (M_3) > Phân hóa học (M_1) > Compost 8 ngày ủ (M_2) tương ứng với các liều lượng bón ở N_3 (244,3 kgN/ha), N_1 (114,6 kgN/ha) và N_2 (159,6 kgN/ha) (Hình 4, Bảng 2).

Năng suất trọng lượng thân lá và rễ

Số liệu Bảng 3 cho thấy trọng lượng thân lá tăng dần theo liều lượng bón, tuy nhiên giữa hai mức bón 4 và 6 tấn, kết quả không có sự khác biệt.

Bảng 2. Phương trình hợp lý cực đại năng suất trọng lượng khô theo mô hình hồi qui tiệm cận

Nguồn phân bón	Phương trình hợp lý cực đại năng suất và các giá trị tương ứng
Phân hóa học	$y_1 = 244,6 - 188,5 (0,9553)^{x_1}$ ($M_1 = 244,6 \text{ g/m}^2$; $N_1 = 114,6 \text{ kgN/ha}$) [vì $-\log_{(0,9553)} 188,5 = 114,6$]
Compost 8 ngày ủ	$y_2 = 208,4 - 152,4 (0,9690)^{x_2}$ ($M_2 = 208,4 \text{ g/m}^2$; $N_2 = 159,6 \text{ kgN/ha}$, tương đương 4,3 tấn compost/ha)
Compost 50 ngày ủ	$y_3 = 274,0 - 218,0 (0,9782)^{x_3}$ ($M_3 = 274,0 \text{ g/m}^2$; $N_3 = 244,3 \text{ kgN/ha}$, tương đương 6,5 tấn compost/ha)

Bảng 3. Ảnh hưởng của Compost đến trọng lượng khô của thân lá, rễ và tỷ lệ thân lá/rễ

Nghiem thức	Liều lượng Compost	N_{ts}	$P_{2O_{5ts}}$	Trọng lượng khô		Thân lá/rễ
				Thân lá	Rễ	
	(tấn/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	———— (g/m ²) ————		
Đối chứng	-	0	0	27,3 f	28,5 c	0,96
Phân hóa học	-	37,5	50	99,2 cde	113,0 a	0,88
	-	75	100	121,2 a-e	110,3 a	1,09
	-	150	200	155,0 ab	94,2 ab	1,68
Compost 8 ngày ủ	1	37,5	50	84,3 e	97,5 abc	0,82
	2	75	100	96,0 de	98,7 ab	0,97
	4	150	200	148,3 abc	83,7 abc	1,77
	6	225	300	140,8 a-d	49,7 bc	2,83

Compost 50 ngày ủ	1	37,5	50	77,0 ef	104,2 ab	0,73
	2	75	100	114,3 b-e	117,5 a	0,97
	4	150	200	145,8 abc	123,4 a	1,18
	6	225	300	169,7 a	101,3 ab	1,67
LSD ($p < 0,01$)				44,5**	51,3**	

Bảng 4. Ảnh hưởng của Compost đến hàm lượng N, P hấp thu và hiệu suất hấp thu dinh dưỡng

Nghiệm thức	Liều lượng Compost	N _{ts}	P ₂ O _{5ts}	Lượng hấp thu		Hiệu suất hấp thu	
				N	P	N	P
	(tấn/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	——(g/m ²)——		——%——	
Đối chứng	-	0	0	0,45 g	0,11 f	-	-
Phân hóa học	-	37,5	50	2,58 de	0,63 cde	56,7	10,0
	-	75	100	3,37 cd	0,61 cde	38,9	5,0
	-	150	200	4,77 ab	0,81 bc	28,7	3,5
Compost 8 ngày ủ	1	37,5	50	1,60 f	0,36 ef	30,6	5,1
	2	75	100	2,43 e	0,46 de	26,3	3,5
	4	150	200	3,97 bc	0,62 cde	23,4	2,5
	6	225	300	4,65 ab	0,56 cde	18,6	1,5
Compost 50 ngày ủ	1	37,5	50	1,60 f	0,39 ef	30,5	5,6
	2	75	100	2,60 de	0,68 bcd	28,6	5,6
	4	150	200	4,03 bc	0,93 b	23,8	4,1
	6	225	300	5,04 a	1,19 a	20,4	3,6
LSD ($p < 0,01$)				0,77**	0,25**		

Các giá trị trung bình trong cùng một cột theo sau bởi cùng ký tự thì không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,01$), sử dụng trắc nghiệm phân hạng Duncan MRT.

Trọng lượng rễ giữa các nghiệm thức có bón đều không khác biệt ý nghĩa thống kê. Riêng nghiệm thức Compost 8 ngày ủ ở liều lượng bón 6 tấn/ha có trọng lượng rễ giảm đáng kể so với nghiệm thức Compost 50 ngày ủ. Một khi Compost chưa đạt độ ổn định về mặt hóa học, trong điều kiện chất hữu cơ phân giải mạnh có thể gây ngộ độc cho cây do sự cạnh tranh oxy với vi sinh vật hệ rễ, hoặc do thành phần muối hòa tan và hàm lượng kim loại nặng vượt ngưỡng [31].

Tỷ lệ thân lá/rễ < 1 ghi nhận ở các nghiệm thức có liều lượng bón thấp và nghiệm thức đối chứng, cho thấy cây có khuynh hướng phát triển rễ nhiều hơn để tìm nguồn dưỡng chất. Ngược lại, ở các nghiệm thức có liều lượng bón cao hơn, tỷ lệ thân lá/rễ > 1 do rễ đã ổn định qua đó dinh dưỡng được hấp thu dễ dàng hơn.

Như vậy, sử dụng Compost có thời gian ủ ngắn sau 8 ngày ở liều lượng cao 6 tấn/ha đã hạn chế sự phát triển của bộ rễ. Sử dụng Compost 50 ngày ủ với liều lượng 6,5 tấn về lý thuyết có thể mang lại năng suất tối đa, trong khi mức bón thực tế từ 2 – 4 tấn/ha cho kết quả tốt giúp gia tăng ý nghĩa năng suất trọng lượng khô cỏ Ý.

Hàm lượng Nito, Phốt pho và hiệu suất hấp thu dinh dưỡng

Lượng Nito hấp thu tăng đồng biến theo liều lượng bón, khác biệt ý nghĩa giữa các nghiệm thức. Nhìn chung, với cùng lượng đạm cung cấp, hàm lượng Nito hấp thu bởi cỏ Ý là tương đương giữa hai nghiệm thức Compost, và đều thấp hơn nghiệm thức phân bón hóa học. Trong khi đó, hiệu suất hấp thu Nito giảm dần khi gia tăng liều lượng bón, cao nhất ở nghiệm thức phân hóa học (khoảng từ 28,7% – 56,7%). Compost 50 ngày ủ và 8 ngày ủ cho hiệu suất hấp thu đạm tương đương (khoảng từ 18,6% –

30,6%) (Bảng 4). Hiệu suất hấp thu N từ nguồn phân vô cơ thường cao hơn do thành phần chứa đạm ở dạng dễ tiêu cây trồng có thể sử dụng ngay, trong khi chỉ có một phần đạm được khoáng hóa trong thành phần hữu cơ của Compost [32].

Lượng Phốt pho hấp thu hầu như không có sự khác biệt ý nghĩa giữa các mức bón, ngoại trừ Compost 50 ngày ủ. Riêng ở liều lượng 4 tấn/ha, cây hấp thu lượng Phốt pho từ Compost 50 ngày ủ tương đương với phân bón hóa học và cao hơn ý nghĩa so với Compost 8 ngày ủ. Hiệu suất hấp thu lân thấp hơn nhiều so với hiệu suất hấp thu đạm, giá trị giảm dần khi tăng liều lượng bón dao động trong khoảng từ 1,5% – 10,0%. Ở mức bón tương đương với 2 tấn và 4 tấn/ha, hiệu suất hấp thu lân giảm dần theo thứ tự sắp xếp: Compost 50 ngày ủ > Phân hóa học > Compost 8 ngày ủ (Bảng 4).

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã xác định Compost sản xuất từ nguyên liệu bùn thải và bã bia đạt độ ổn định và hoại mục sau 50 ngày ủ. Compost sau ủ chứa hàm lượng dinh dưỡng cao, thành phần một số kim loại nặng đạt chuẩn cho phép. Kết quả thử nghiệm Compost với hai thời gian ủ sau 8 ngày và 50 ngày cho thấy năng suất sinh khối cỏ Ý gia tăng với liều lượng bón theo mô hình hồi qui tiệm cận của Mitscherlich, qua đó năng suất cực đại về lý thuyết cùng các lượng bón tương ứng đã được xác định. Compost 50 ngày ủ được đánh giá có chất lượng cao hơn so với Compost 8 ngày ủ, góp phần tăng năng suất cỏ Ý, tăng hiệu suất hấp thu dinh dưỡng, đặc biệt là Phốt pho. Tuy nhiên vấn đề tích lũy kim loại nặng trong hệ thống đất - cây trồng qua thời gian cần được tiếp tục theo dõi về mức độ an toàn đối với sức khỏe và môi trường.

Ở Việt Nam, do tính chất khó kiểm soát từ nguồn chất thải ban đầu, việc đánh giá chất lượng Compost dạng này có thể sẽ phức tạp hơn. Mặc dù nghiên cứu được thực hiện hoàn toàn tại Nhật Bản, kết quả thu được có thể tham khảo về phương pháp đánh giá chất lượng Compost từ bùn thải hoặc các khảo nghiệm phân bón tương tự nhằm tận dụng nguồn chất thải hữu cơ.

Lời cảm ơn: Kết quả nghiên cứu là một phần trong chương trình hợp tác quốc tế Okayama – Huế về sự bền vững các hệ thống nông thôn và môi trường. Nhóm tác giả gửi lời cảm ơn đến người phản biện về các góp ý nhận xét trong quá trình hoàn thiện bài báo này.

Evaluation of sewage sludge compost quality through maturity index and biomass yield of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.)

- Nguyen Thanh Binh¹
- Hoang Thi Quynh²
- Syoko Oshiro³
- Kazuto Shima³

¹ Department of Agro-chemistry, Faculty of Agronomy, Nong Lam University in HCMC

² Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change (IMHEN), Hanoi, Vietnam

³ Department of Environmental Ecology, Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University, JAPAN

ABSTRACT

Sewage sludge as raw material and Composts was collected from composting plant “Chugoku Yuki” in Okayama prefecture, Japan to evaluate Compost quality at 8, and 50 days in process. Compost quality was assessed by analyzing of chemical properties: pH, total carbon, total nitrogen, C/N ratio, available nitrogen,

total phosphorus, available phosphorus and P fractions. A pot experiment was conducted to investigate the effects of four Compost application rates (1, 2, 4 and 6 tons ha⁻¹) on biomass yields and nitrogen – phosphorus uptake efficiency by Italian Ryegrass. Control treatments included without and with chemical fertilizers

supplying equal amounts of $N + P_2O_5$. The results showed that Compost reached to degrees of stability and maturity after 50 days of composting. Composts contain high levels of nitrogen and phosphorus, heavy metals contents meet the acceptable standards. Total biomass yields significantly increased with increasing application rates following Mitscherlich's asymptote

regression model, by which the maximum yields were estimated to decrease in following order: Compost 50 days > Chemical fertilizer > Compost 8 days. Nitrogen uptake efficiency by ryegrass were similar between two above Composts, while those of Phosphorus was higher at Compost 50 days.

Keywords: Compost quality, sewage sludge, maturity, biomass yield

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Brar, S., Verma, M., Tyagi, R., and Surampalli, R. Value Added Products from Wastewater Sludge: A Road to Sustainability. *Sustainable Sludge Management*. 37-65 (2009).
- [2]. JSC (Japan Sanitation Consortium). Sanitation in the Asia-Pacific: History of Sanitation in Japan. Source: <http://www.jsanic.org/inasia/japanhistoryx.html>.
- [3]. Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism in Japan. Status for the Use of Sewage Sludge in Japan. Source: http://www.asiabiomass.jp/english/topics/1403_02.html (2013).
- [4]. Lê Duy Hưng, Coulthart, A., Sarkar, S., Corning, J., Nguyễn Việt Anh, Trần Việt Nga, và Kearton, R. Báo cáo dự án: Nghiên cứu đánh giá hoạt động quản lý nước thải đô thị tại Việt Nam. Ngân hàng thế giới (2013).
- [5]. Ngân hàng Thế giới. Đánh giá vệ sinh đô thị các nước Đông Á – Thái Bình Dương (2013).
- [6]. Bộ xây dựng Việt Nam – Bộ Môi trường Nhật Bản. Báo cáo Hội thảo chuyên đề về Quản lý bùn thải từ hệ thống thoát nước (2014).
- [7]. VIETWATER. Hội thảo kỹ thuật chuyên đề ngành nước Vietwater 2014. Chủ đề “Ứng dụng công nghệ tiên tiến trong cấp thoát nước, xử lý nước thải và tái chế sản phẩm sau xử lý” (2014).
- [8]. Logan, T.J., Lindsay, B.J., Goins, L.E., Ryan, J.A. Field assessment of sludge metal bioavailability to crops: sludge rate response. *J. Environ. Qual.* 26, 534-550 (1997).
- [9]. Iglesias, E. and Alvarez, C. E. Apparent availability of nitrogen in Composted municipal refuse. *Biology and Fertility of Soils*. 16, 313-318 (1993).
- [10]. Villar, M.C., Gozález-prieto, S.J., Carballas, T. Evaluation of three organic wastes for reclaiming burnt soils: improvement in the recovery of vegetation cover and soil fertility in pot experiments. *Biology and Fertility of Soils*. 26, 122-129 (1998).
- [11]. Barzegar, A.R., Yousefi, A., Daryashenas, A., 2002. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on

- soil physical properties and yield of wheat. *Plant Soil*. 247, 295–301 (2002).
- [12]. Speir, T.W., Van Schaik, A.P., Lloyd-Jones, A.R., Kettles, H.A. *Temporal response of soil biochemical properties in apastoral soil after cultivation following high application rates of undigested sewage sludge*. *Biol. Fertil. Soils*. 38, 37-385 (2003).
- [13]. Navas, A., Bermu' dez, F., Machi'n, J. *Influence of sewage sludge application on physical and chemical properties of Gypsisols*. *Geoderma*. 87, 123-135 (1998).
- [14]. Katia L., Protopapa, I., Kotsou, M., Pilidis, G., Manios, T., Kyriacou, A. *Quality assessment of Composts in the Greek market: The need for standards and quality assurance*. *Journal of Environmental Management*. 80, 58-65 (2006).
- [15]. Gomez, A. *The evaluation of Compost quality*. *Trends in analytical chemistry*. 17 (5), 310- 314 (1998).
- [16]. Cesaro A., Belgiorno, V., Guida, M. *Compost from organic solid waste: Quality assessment and European regulations for its sustainable use*. *Resources, Conservation and Recycling*. 95, 72-79 (2014).
- [17]. Zmora-Nahum, S., Markovitch, O., Tarchitzky, J., Chen, Y. *Dissolved organic carbon (DOC) as a parameter of compost maturity*. *Soil Biol. Biochem*. 37, 2109–2116 (2005).
- [18]. Martins, O., and Dewes, T. *Loss of nitrogenous compounds during Composting of animal waste*. *Bioresource Technol*. 42, 103-111 (1992).
- [19]. Iversen, C.M., Bridgham, S.D., Kellogg, L.E. *Scaling plant nitrogen use and uptake efficiencies in response to nutrient addition in peatlands*. *Ecology*. 91,693-707 (2010).
- [20]. Hartl, W. and Erhart, E. *Crop nitrogen recovery and soil nitrogen dynamics in a 10-year field experiment with biowaste Compost*. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 168: 781-788 (2005).
- [21]. Onofri, A. and Pannacci, E. *Spreadsheet Tools for Biometry Classes in Crop Science Programmes*. *Communications in Biometry and Crop Science*, 9, 43-53 (2014).
- [22]. Guoxue, L., Zhang, F., Sun, Y., Wong, J.W.C., and Fang, M. *Chemical evaluation of sewage sludge Composting as mature indicator for Composting process*. *Water, Air, and Soil Pollution* 132: 333-345, (2001).
- [23]. Bertoldi, M. de and Villini, G. and Pera, A. *The biology of Composting: A review*. *Waste Management and Research* 1, 157-176 (1983).
- [24]. CCQC. *Compost maturity index*. *Californica Compost Quality Coucil*. p. A-5 (2001).
- [25]. Hiệp hội xử lý chất thải Nhật Bản (JSWA). *Các tiêu chuẩn liên quan đến chất lượng Compost từ bùn thải ở Nhật Bản: 農用地土壌の保全のための管理基準* (p.7-9). Tiếng Nhật.
- [26]. Finstein, M.S., Miller and Strom, P.F. *Monitoring and evaluating Composting process performance*. *Journal of Water Pollution and Control Federatio*. 58 (4): 272-278 (1986).
- [27]. Laos, F., Mazzarino, M.J., Walter, I., Roselli, L., Satti, P. and Moyano, S. *Composting of fish offal and biosolids in northwestern Patagonia*. *Bioresour. Technol*. 81, 179–186 (2002).

- [28]. Banegas, V., Moreno, J.L., Moreno, J.I., García, C., Leon, G. and Hernández, T. *Composting anaerobic and aerobic sewage sludges using two proportions of sawdust. Waste Manage.* 27: 1317–1327 (2007).
- [29]. Olli V., Vikman, M., Kapanen, A. and Merja Itävaara. *Methods and procedures to assess Compost maturity and stability. VTT Biotechnology.*
- [30]. Itävaara, M., Venelampi, O., Kapanen, A., Samsøe-Petersen, L., Lystad, H. and Jónsdóttir, H. *Tests for Compost maturity and ecotoxicity. Nordic Council of Ministers Project nr. 651044-90141* (2001).
- [31]. Keeling, A.A., Paton, I.K. and Mullett, J.A.J. *Germination and growth of plants in media containing unstable refuse derived Compost. Soil Biol. Biochem.* 26: 767-772 (1994).
- [32]. Cogger, C.G., Bary, A.I., Fransen, S.C. and Sullivan, D.M. *Seven years of biosolids vs. inorganic nitrogen applications to tall fescue. J. Environ. Qual* 30: 2188-2194 (2001).