



ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG PHÂN HỦY CHẤT THẢI VÀ TIÊU DIỆT MẦM BỆNH THEO THỜI GIAN TRONG NHÀ TIÊU KHÔ MỘT NGĂN

Đỗ Hồng Anh¹, Nguyễn Việt Anh², Đinh Thuý Hằng³, Lê Trọng Bằng⁴

Tóm tắt: Nhà tiêu một ngăn là công trình vệ sinh tại chỗ được sử dụng khá phổ biến tại khu vực nông thôn Việt Nam, kể cả ở những khu vực có nhu cầu tái sử dụng phân bón trong nông nghiệp. Để đảm bảo tái sử dụng an toàn chất thải từ các công trình vệ sinh tại chỗ này, nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo sát, đánh giá quá trình phân hủy diễn ra trong một số nhà tiêu khô một ngăn xây nổi tại khu vực nông thôn Hà Nam, thuộc Đồng bằng Sông Hồng. Kết quả nghiên cứu khảo sát thực địa và mô hình phòng thí nghiệm với hai loại chất thải từ nhà tiêu có và không có bổ sung chất độn (tro, vôi) cho thấy tốc độ phân hủy chất thải xảy ra chậm, sau thời gian 9 tháng ủ TS hầu như không đổi, CODt và T-N giảm lần lượt là 41% và 28% đối với chất thải có bổ sung chất độn, 60% và 64% đối với chất thải không bổ sung chất độn. Sau thời gian ủ 9 và 12 tháng, chỉ tiêu vi vật gây bệnh và trứng giun trong chất thải vẫn chưa đáp ứng được tiêu chuẩn của WHO về tái sử dụng an toàn chất thải trong nông nghiệp.

Từ khóa: Nhà tiêu; phân hủy; mầm bệnh; chất độn.

Summary: Composting latrines are commonly used in rural areas in Vietnam, including the areas where excreta have been reused as fertilizer in agriculture. In the present study, the assessment of decomposition process was carried out in selected pit latrines in Ha Nam province in the Red River delta. The results obtained from field surveys and laboratory experiments simulating latrines in plastic cylinders filled with excreta and with or without added bulking materials (such as ash and lime) have revealed that the decomposition process occurred slowly. After 9 months of observation, the TS value in all experiment variants was almost unchanged, whereas the total COD and total nitrogen decreased respectively for 41% and 28% when bulking materials were added, and for 60% and 64% when bulking materials were absent. After the periods of 9 and 12 months, the content of pathogens and helminth eggs in decomposed excreta decreased, however still did not meet the WHO guidelines for the safe reuse of excreta in agriculture.

Key words: Latrine; decomposition; pathogens; adding material.

Nhận ngày 25/7/2014, chỉnh sửa ngày 18/8/2014, chấp nhận đăng 10/9/2014



1. Đặt vấn đề

Việc tái sử dụng phân người và phân động vật trong sản xuất nông nghiệp và ngư nghiệp là một tập quán lâu đời. Việc sử dụng “phân tươi” không tuân thủ quy trình kỹ thuật khiến cho một lượng lớn các vi sinh vật có hại cho sức khỏe con người còn tồn đọng trong mẫu đất, nước và rau quả. Ở Việt Nam, ước tính các bệnh liên quan tới nước và vệ sinh chiếm 7,5% số ca bệnh [10], trong đó gánh nặng chủ yếu là các bệnh tiêu chảy, nhiễm ký sinh trùng đường ruột và tình trạng suy dinh dưỡng. Trên toàn quốc ước tính có khoảng 60 triệu người nhiễm giun đũa, 40 triệu người nhiễm giun tóc và 20 triệu người nhiễm giun móc. Tỷ lệ nhiễm phối hợp 2, 3 loại giun ở miền Bắc rất cao tới 60% [6].

Theo số liệu khảo sát của Trung tâm Quốc gia nước sạch và Vệ sinh Môi trường Nông thôn năm 2011 có khoảng 54,3% hộ dân sống ở khu vực nông thôn có nhà tiêu hợp vệ sinh và trong số đó có khoảng 42% số hộ dân có nhà tiêu đạt quy chuẩn theo Thông tư 27/2011 của Bộ Y tế [1].

¹ThS, Khoa Kỹ thuật Môi trường. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: honganh_dhxd@yahoo.com.

²PGS. TS, Khoa Kỹ thuật Môi trường. Trường Đại học Xây dựng.

³TS, Viện Vi sinh vật và Công nghệ sinh học. Đại học Quốc gia, Hà Nội.

⁴KS, Khoa Kỹ thuật Môi trường. Trường Đại học Xây dựng.

Theo hướng dẫn của Tổ chức Y tế Thế giới, để đảm bảo an toàn thì chất thải của con người cần được ủ trong thời gian từ 1 - 2 năm trước khi đem tái sử dụng [11]. Trong điều kiện khí hậu của Việt Nam cùng với tập quán bổ sung chất độn (tro vôi,...) Bộ Y tế có yêu cầu đối với nhà tiêu hợp vệ sinh là phân người cần được ủ tối thiểu 6 tháng nhằm tiêu diệt các mầm bệnh trước khi đem bón ruộng [4]. Trong thực tế tại những khu vực chuyên canh trồng rau và hoa màu thì thời gian ủ nói trên thường không được tuân thủ, do đó nguy cơ phơi nhiễm rất cao. Bên cạnh đó, do tập quán bổ sung tro và vôi vào hố tiêu sau mỗi lần sử dụng khiến cho hố tiêu nhanh chóng bị đầy và người dân sẽ có nhu cầu lấy phân sớm hơn thời gian khuyến cáo nói trên. Một khảo sát của nhóm nghiên cứu thuộc Viện Khoa học và Kỹ thuật Môi trường (IESE), Trường Đại học Xây dựng và Trường Đại học Vệ sinh và Y tế nhiệt đới London (LSHTM) với 90 hộ gia đình sử dụng loại xí khô tại khu vực nông thôn thuộc Đồng bằng Sông Hồng cho thấy 66% số hộ được hỏi tiến hành lưu giữ phân dưới 6 tháng và 33% số hộ sử dụng phân bón trực tiếp [8]. Toàn bộ chất thải trong hố tiêu sau khi lấy ra thường được đóng bao và để tại ruộng từ 2 đến 4 tuần rồi đem bón ruộng.

Với mục đích nghiên cứu kiểm chứng hướng dẫn sử dụng của Bộ Y tế từ đó xác định được sự cần thiết và định hướng cải thiện quá trình phân hủy chất thải nhà tiêu nhóm nghiên cứu tiến hành đánh giá quá trình phân hủy và tiêu diệt mầm bệnh trong một số nhà tiêu khô loại một ngăn tại khu vực nông thôn Đồng bằng Sông Hồng. Thông tin cần thu thập là sự thay đổi về thể tích đồng ủ, các thông số hóa - lý và các chỉ tiêu vi sinh vật theo thời gian.

Việc đánh giá quá trình phân hủy chất thải trong nhà tiêu tại hiện trường gặp nhiều khó khăn. Chất thải trong nhà tiêu thường chỉ được lưu vài tháng, sau đó được đưa ra đồng (bón trực tiếp hoặc ủ thêm bên ngoài trước khi bón ruộng). Việc theo dõi độ sệt (thể tích) của đồng phân ủ trong nhà tiêu khó thực hiện do đồng ủ không có hình dáng xác định, chất thải mới cùng với một lượng tro đáng kể được bổ sung hằng ngày, một số hộ còn gạt phân ra xung quanh thường xuyên để sử dụng hết thể tích ngăn chứa phân trước khi đầy nên khó lấy mẫu và đo đạc theo chiều sâu đồng ủ,... Để khắc phục khó khăn này, mẫu phân trong nhà tiêu hộ gia đình được vận chuyển về phòng thí nghiệm tại Viện Khoa học và Kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Xây dựng để tiến hành thí nghiệm với mục đích theo dõi đánh giá sự giảm thể tích và sự thay đổi các yếu tố hóa lý và vi sinh vật theo thời gian lưu giữ trong điều kiện môi trường tương tự như trong hố ủ của các nhà tiêu.

Bên cạnh việc khảo sát các nhà tiêu có bổ sung chất độn, nhóm nghiên cứu tiến hành song song khảo sát quá trình phân hủy chất thải với chất thải nhà tiêu không bổ sung chất độn trong quá trình sử dụng với mục đích so sánh hiệu suất quá trình phân hủy giữa hai cách sử dụng này.



2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1 Nghiên cứu khảo sát thực địa

Đối tượng nghiên cứu được lựa chọn dựa trên cơ sở khảo sát các hộ gia đình có cùng mức sống, chế độ dinh dưỡng, số người sử dụng, có sử dụng cùng một loại nhà tiêu - hố xí khô xây nổi, loại nhà tiêu được sử dụng phổ biến tại vùng nông thôn và có nhu cầu tái sử dụng chất thải cho mục đích nông nghiệp. Nhóm nghiên cứu đã lựa chọn và khảo sát 50 nhà tiêu hộ gia đình trong đó có 47 nhà tiêu loại 1 ngăn hoặc 2 ngăn sử dụng đồng thời và 3 nhà tiêu hai ngăn sử dụng luân phiên thuộc hai xã Hoàng Tây và Nhật Tân, huyện Kim Bảng, tỉnh Hà Nam.

Khảo sát lấy mẫu theo chiều sâu được tiến hành tại 22 nhà tiêu trong đó bao gồm 12 nhà tiêu không tách nước tiểu và 10 nhà tiêu tách nước tiểu. Các nhà tiêu này đã có thời gian lưu giữ phân từ 3 đến 6 tháng với mục đích tìm hiểu quá trình phân hủy xảy ra theo chiều sâu của đồng ủ. Quá trình khảo sát được tiến hành vào tháng 3 và tháng 4 năm 2011.



Hình 1. Nhà tiêu khô một ngăn không tách nước tiểu



Hình 2. Dụng cụ lấy mẫu theo chiều sâu (Auger)

Mẫu chất thải từ lỗ tiêu phía trên được thu thập bằng thiết bị lấy mẫu rắn chuyên dụng (auger) tại các mức phân tầng mỗi 15 cm theo chiều sâu đồng ử. Mẫu sau khi lấy ra khỏi hố tiêu sẽ được đo pH và nhiệt độ bằng thiết bị đo nhanh HI 99121 (hãng sản xuất HANNA). Sau đó mẫu được đóng gói vào bao nylon dán kín, bảo quản lạnh và vận chuyển về phòng thí nghiệm, phân tích các chỉ tiêu TS, VS, COD tổng số (COD_t), COD hoà tan (COD_s), N-NH₄, P-PO₄. Một phần mẫu được đưa vào ống facol và bảo quản lạnh để phân tích ADN của các nhóm vi sinh vật. 50 nhà tiêu lựa chọn được thỏa thuận sẽ không lấy phân ra trong thời gian 1 năm (từ tháng 3 năm 2011 đến tháng 3 năm 2012) để tiến hành theo dõi độ sụt của đồng ử trong nhà tiêu.

2.2 Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm

Vật liệu thí nghiệm

Trong số 28 nhà tiêu còn lại của 50 nhà tiêu lựa chọn, nhóm nghiên cứu tiến hành chọn ra 10 nhà tiêu loại 1 gần trong đó có 5 nhà tiêu tách nước tiểu (Sep) và 5 nhà tiêu không tách nước tiểu (Non), để tiến hành lấy mẫu và đưa về phòng thí nghiệm, đây là loại nhà tiêu được sử dụng phổ biến ở khu vực khảo sát. Các nhà tiêu được lựa chọn dựa trên tiêu chí số người sử dụng và thời gian lưu giữ chất thải tương đương nhau, chất thải được bổ sung tro và vôi sau mỗi lần sử dụng, các hộ gia đình đều có nhu cầu tái sử dụng chất thải cho mùa vụ.

5 kg chất thải ở lớp trên cùng và 5 kg chất thải ở lớp dưới cùng của từng hố tiêu được lấy ra ngoài qua cửa lấy phân. Một phần nhỏ mẫu của từng lớp được đưa vào túi nylon và ống facol riêng biệt, dán kín, bảo quản lạnh và đem về phòng thí nghiệm để phân tích các chỉ tiêu hóa lý (TS, VS, COD_t, COD_s, N-NH₄, P-PO₄), E. Coli và trứng giun. Phần còn lại được đưa vào bao tải riêng biệt có lót nylon bên trong buộc chặt.

Tiếp tục lấy 10 kg nguyên liệu còn lại trong nhà tiêu đưa vào bao tải và vận chuyển bằng xe máy kéo tới điểm tập trung tại xã Hoàng Tây. Tại đây lượng nguyên liệu lấy từ 10 nhà tiêu (10 bao tải với 10 kg tương đương với 100 kg nguyên liệu của 10 nhà tiêu) được đưa vào máy trộn bê tông trộn đều trong 20 phút. Sau khi được trộn đều tiến hành lấy mẫu vào túi nylon và ống facol để phân tích các chỉ tiêu hoá lý, E.coli và trứng giun, bảo quản lạnh và vận chuyển về phòng thí nghiệm. Phần hỗn hợp nguyên liệu còn lại được đưa vào các xô nhựa có nắp đậy và dán kín miệng. Toàn bộ các bao tải đựng nguyên liệu của 10 nhà tiêu và xô nhựa đựng hỗn hợp chất thải được đưa lên xe tải chở về phòng thí nghiệm của IESE tại Hà Nội ngay trong ngày.

Phương pháp nghiên cứu

Nguyên liệu sau khi trộn đều được đổ lần lượt vào 10 ống cylinder có đường kính 160 mm với chiều cao 700 mm, bên trong ống có gắn vạch chia đo độ cao, bên trên có thước định vị để đo khoảng cách từ miệng ống tới lớp vật liệu ử, mỗi ống cylinder tương ứng với 1 nhà tiêu ngoài hiện trường. Qua khảo sát thực tế thì các tiêu khô thường được xây nổi và có chiều cao hố chứa phân từ 0,5 đến 0,7 m. Sở dĩ kích thước của các cylinder được lựa chọn như trên là do mục đích của thí nghiệm là khảo sát sự thay đổi về thể tích (độ sụt hay chiều cao) của vật liệu ử, các thông số hóa lý và vi sinh vật theo thời gian, mỗi một cylinder sẽ mô tả một nhà tiêu theo chiều sâu. Sau khi nguyên liệu được nạp vào ống tiến hành gạt phẳng với chiều cao lớp vật liệu ử trong ống là 500 mm. Với 10 ống này chất thải trong ống được theo dõi chiều cao theo thời gian trong vòng 12 tháng bằng máy đo laze Bosch.



Hình 3. Các ống cylinder thí nghiệm



Hình 4. Tiến hành lấy mẫu thí nghiệm

Hỗn hợp nguyên liệu của 10 nhà tiêu được nạp vào 6 ống cylinder với thể tích 15 lít chất thải cho mỗi ống, sau đó gạt phẳng lớp nguyên liệu trong ống. Tiến hành đo chiều cao lớp vật liệu ủ, lấy mẫu và phân tích các chỉ tiêu hóa lý (TS, VS, COD_l, COD_s), E. coli và trứng giun sau 2, 3, 4, 5, 7, 9 tháng.

2.3 Nghiên cứu với chất thải không bổ sung chất độn tại hiện trường

Chọn 2 hộ gia đình sử dụng nhà tiêu loại 1 ngăn tách nước tiểu (No1 và No2), hố tiêu xây bằng gạch và lát nền xi măng, yêu cầu hộ gia đình không bổ sung chất độn trong quá trình sử dụng. Các hộ gia đình được lựa chọn trong nghiên cứu này có mức sống, chế độ dinh dưỡng và số người sử dụng tương đương với các hộ được lựa chọn ở nghiên cứu với chất thải có bổ sung chất độn (tro, vôi). Chất thải nhà tiêu được quây thành từng đồng, cứ 3 tháng đồng phân mới lại được gạt về góc hố tiêu và quây kín bằng các tấm thép không gỉ. Thời gian theo dõi là 12 tháng. Tiến hành lấy mẫu và phân tích các chỉ tiêu hoá lý (TS, VS, COD_l, T-N, P-PO₄) chỉ tiêu E.coli và trứng giun tại các thời điểm 0, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 12 tháng.

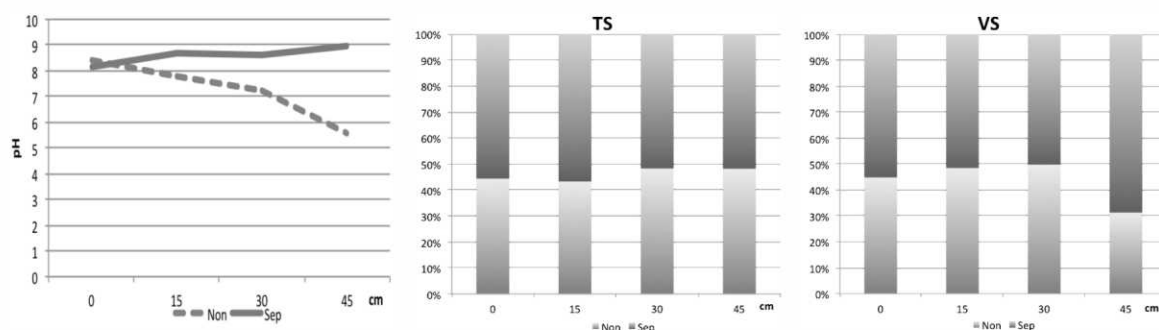
Các chỉ tiêu hóa lý được phân tích theo Tiêu chuẩn phân tích mẫu nước và nước thải Standard methods [7], chỉ tiêu E. coli được phân tích theo tiêu chuẩn TCVN 6187-2:1996 bằng phương pháp MPN (Most Probable Number: số có xác suất nhiều nhất) [5]. Chỉ tiêu trứng giun được phân tích theo phương pháp Romanenko, sử dụng dung dịch NaOH 5_{0/00} và dung dịch NaNO₃ bão hòa làm nổi trứng và đếm bằng kính hiển vi [2].



3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

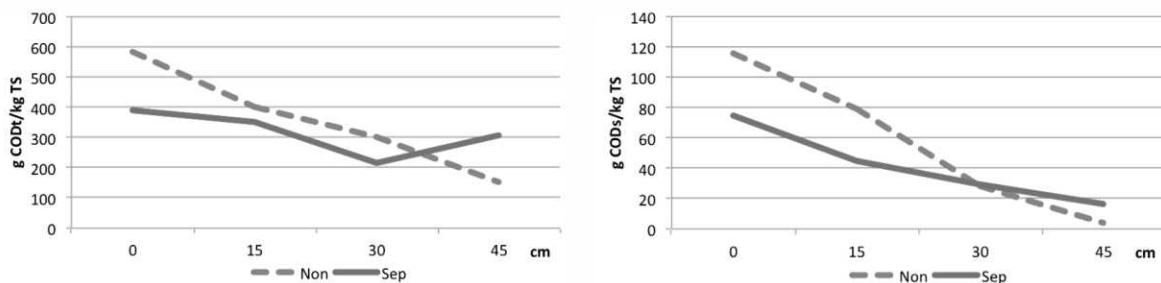
3.1 Nghiên cứu hiện trường

Hình 5, 6, 7, dưới đây mô tả sự thay đổi của các giá trị trung bình của pH, TS, VS, COD_l, COD_s, N-NH₄, P-PO₄ theo chiều sâu đồng ủ của 22 nhà tiêu khảo sát hiện trường.

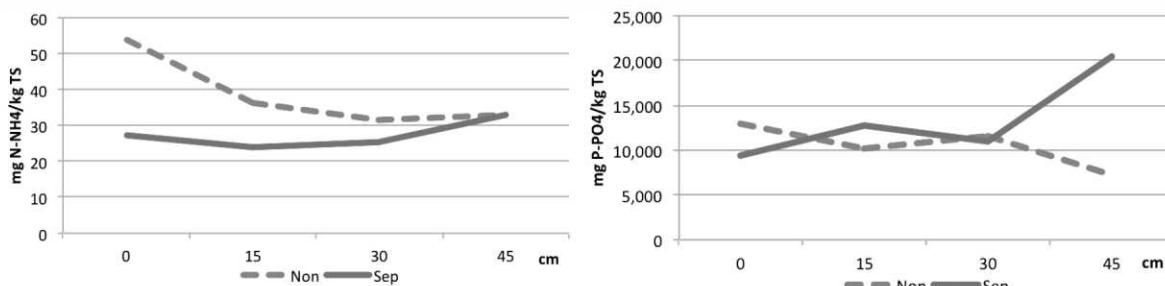


Hình 5. Sự thay đổi về độ pH, TS, VS theo chiều sâu đồng ủ

Hình 5 cho thấy pH trong nhà tiêu không tách nước tiểu giảm theo chiều sâu đồng ủ còn trong nhà tiêu tách nước tiểu thì gần như không đổi thậm chí có xu hướng tăng lên. Đối với nhà tiêu tách nước tiểu tổng lượng chất rắn TS và lượng chất hữu cơ bay hơi (VS) giảm dần theo chiều sâu đồng ủ. Đối với nhà tiêu không tách nước tiểu thì TS và VS lại có xu hướng tăng dần theo chiều sâu, TS tăng có thể do lượng nước bay hơi và VS giảm chứng tỏ có xảy ra quá trình phân hủy chất thải theo thời gian.



Hình 6. Sự thay đổi về chỉ tiêu COD_l và COD_s theo chiều sâu đồng ủ



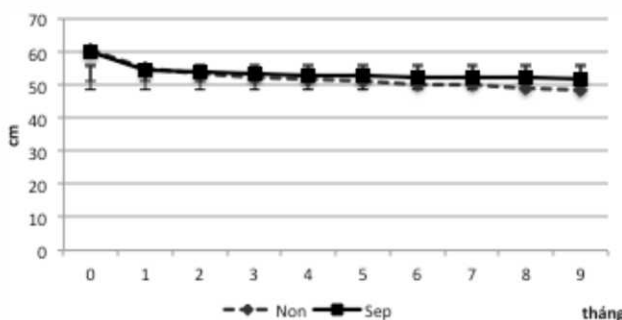
Hình 7. Sự thay đổi về chỉ tiêu N-NH₄ và P-PO₄ theo chiều sâu đồng ủ

Hình 6 cho thấy không có sự thay đổi rõ ràng về hàm lượng các hợp chất hữu cơ theo chiều sâu đồng ủ, đặc biệt là nhà tiêu không tách nước tiểu, COD_l lớp trên cùng (chất thải mới) gần như tương đương với lớp dưới cùng (chất thải đã được lưu giữ sau một thời gian). Hình 7 thể hiện sự thay đổi của giá trị N-NH₄ và P-PO₄ theo chiều sâu đồng ủ. Lượng P-PO₄ theo chiều sâu đồng ủ hầu như không giảm và thậm chí còn cao hơn so với lớp trên cùng có thể do vị trí lấy mẫu có ít chất độn. Tuy nhiên, lượng Nitơ amon lại có sự thay đổi đáng kể giữa lớp trên cùng và lớp dưới cùng, có khoảng hơn 90% lượng Nitơ amon bị mất đi trong mẫu của nhà tiêu tách nước tiểu và hơn 80% trong mẫu nhà tiêu không tách nước tiểu khi so sánh giữa lớp trên cùng và lớp dưới cùng. Điều này có thể được giải thích do môi trường pH cao khiến cho Nitơ amon dễ bay hơi hoặc chuyển thành hợp chất Nitơ dạng khác.

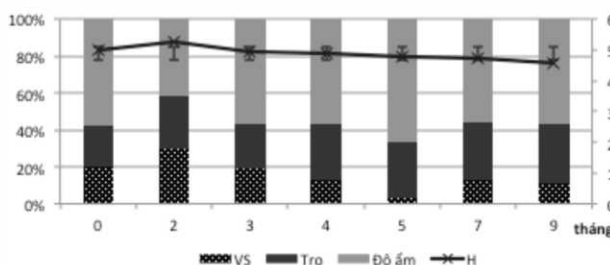
3.2 Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm

Kết quả cho thấy, trong 10 ống cylinder mô phỏng 5 nhà tiêu tách nước tiểu và 5 nhà tiêu không tách nước tiểu, chiều cao đồng ủ không thấy sự thay đổi rõ rệt, sau 9 tháng chiều cao đồng ủ của nhà tiêu không tách nước tiểu giảm trung bình khoảng 20% và đồng ủ của nhà tiêu tách nước tiểu giảm trung bình 13,6%.

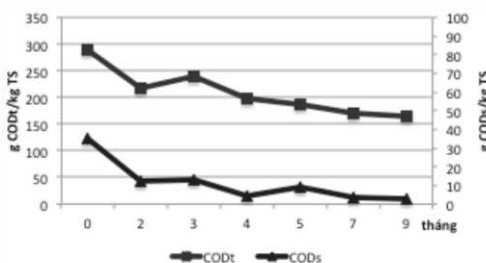
Các biểu đồ dưới đây biểu thị sự thay đổi về các chỉ tiêu hóa lý, vi sinh vật và trứng giun trong 6 ống cylinder với vật liệu ủ là hỗn hợp chất thải của 10 nhà tiêu.



Hình 8. Sự thay đổi chiều cao vật liệu ủ theo thời gian thí nghiệm



Hình 9. Sự thay đổi của VS theo thời gian



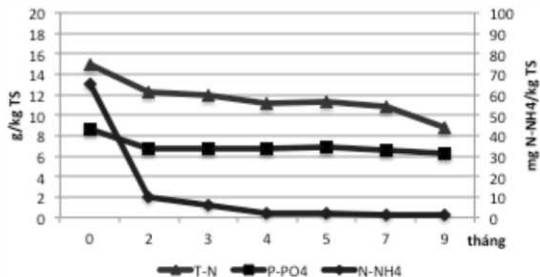
Hình 10. Sự thay đổi của COD_l và COD_s

Kết quả thu được cho thấy có sự thay đổi về tổng lượng chất rắn TS (tương đương với tổng của chất tro và VS) và chất hữu cơ bay hơi (VS) sau thời gian 9 tháng thí nghiệm (Hình 9). Lượng chất hữu cơ (VS) giảm 45% (từ 20% trong mẫu tươi xuống còn 11% - trong mẫu sau 9 tháng ủ) và COD_l giảm 41% (từ 290 g/kgTS xuống 163 g/kgTS) cho thấy quá trình phân hủy các hợp chất hữu cơ trong ống thí nghiệm xảy ra ở mức độ thấp.

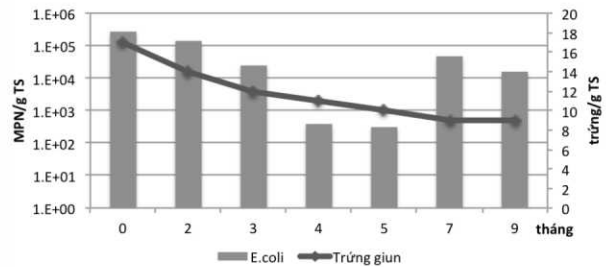
Độ ẩm của vật liệu ủ trong ống thí nghiệm dao động từ 45% đến 66%, tương đối đảm bảo cho sự phát triển của vi sinh vật. Tuy nhiên, theo kết quả phân tích vi sinh vật dựa trên trình tự gen ribosom ADN do nhóm nghiên cứu thuộc trường Đại học Vệ sinh và Y tế nhiệt đới London (LSHTM) thực hiện đối với các mẫu chất thải từ nhà tiêu ở Việt Nam (nhà tiêu nổi, xây bằng gạch, lát nền bằng gạch có trát vữa) và mẫu chất thải từ

nhà tiêu ở Tanzania (nhà tiêu đào chìm, xây bằng gạch, không trát đáy) thì thấy rằng vi sinh vật trong mẫu của Việt Nam kém đa dạng hơn mẫu của Tanzania (Hình 14). Việc bổ sung tro và vôi trong quá trình sử dụng có liên quan mật thiết đến sự phát triển hạn chế của các vi sinh vật trong đồng phân ủ và dẫn đến ức chế quá trình phân hủy chất thải, đồng ủ nhà tiêu nhanh chóng bị đầy và có nhu cầu được lấy ra, chính vì vậy mà việc lưu giữ thường không đảm bảo thời gian theo như khuyến cáo.

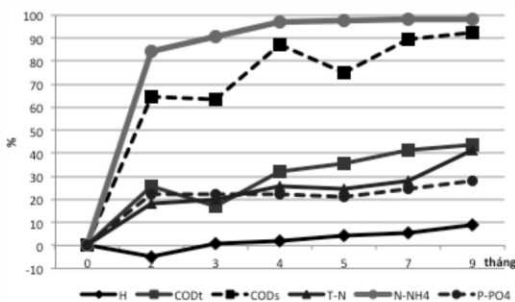
Giá trị COD_s trong vật liệu ủ giảm 64% sau 2 tháng đầu và giảm 89,3% và 92,3% sau 7 và 9 tháng thí nghiệm. Tuy nhiên, tỷ lệ chất rắn trong mẫu lại không thay đổi nhiều, TS có xu hướng tăng theo thời gian thí nghiệm chứng tỏ tỷ lệ chất độn (chất trơ - tro) trong đồng ủ cao và nước đã bị bay hơi một phần. Đây cũng là nguyên nhân dẫn đến mức thay đổi không đáng kể về chiều cao (thể tích) của vật liệu ủ sau 9 tháng theo dõi (Hình 8), chiều cao của vật liệu ủ trong ống thí nghiệm chỉ giảm khoảng 4,3 cm tương đương với 10% (Hình 13). Sự sụt giảm này có thể do quá trình phân hủy tạo các chất khí CH_4 , CO_2 và có sự bay hơi của nước.



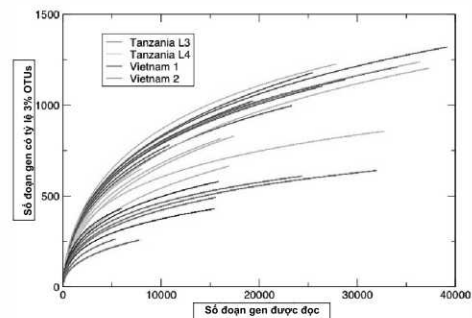
Hình 11. Sự thay đổi của T-N, N-NH₄, P-PO₄



Hình 12. Sự thay đổi của E. coli và trứng giun



Hình 13. Hiệu quả của quá trình phân hủy chất thải trong ống cylinder



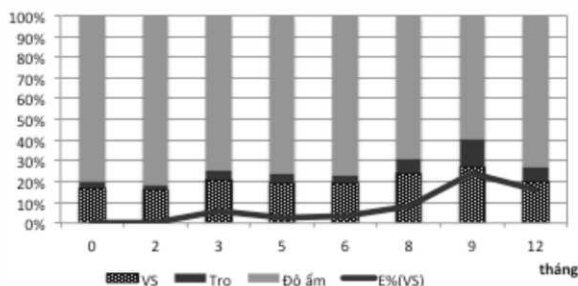
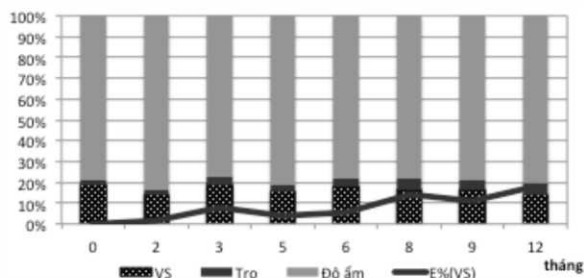
Hình 14. Kết quả phân tích ADN của các nhóm vi sinh vật trong chất thải nhà tiêu tại Việt Nam so với tại Tanzania [9]

Có thể thấy N-NH₄ trong ống thí nghiệm giảm mạnh (98%) theo thời gian trong khi đó chỉ tiêu Nitơ tổng chỉ giảm 41%. Có thể tập quán bổ sung tro và vôi khi sử dụng của các hộ gia đình đã làm cho N-NH₄ giảm mạnh, một phần bay hơi (trong điều kiện pH = 8), một phần chuyển thành hợp chất khác chứa Nitơ. Tương tự như T-N, hàm lượng P-PO₄ giảm không nhiều, từ 8,64 g/kgTS xuống còn 6,2 g/kgTS, tương ứng với 28%. Có thể thấy hàm lượng P-PO₄ trong vật liệu ủ hầu như không thay đổi theo thời gian thí nghiệm. Lượng PO₄-P và T-N chỉ giảm tương ứng là 28% và 41% trong các ống thí nghiệm cho thấy phân được ủ sau 9 tháng vẫn có giá trị dinh dưỡng cao.

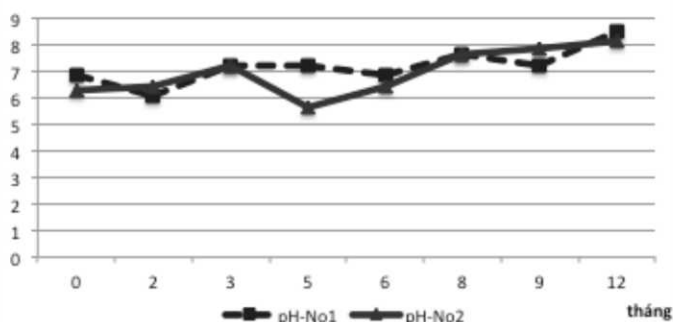
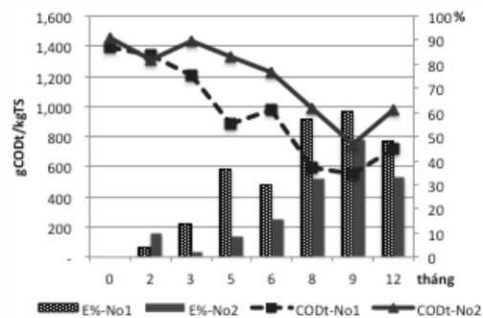
Số lượng vi sinh vật gây bệnh và trứng giun cũng giảm đáng kể theo thời gian, thể hiện ở hình 10. Tuy nhiên, nhận thấy có sự tăng trưởng trở lại của vi khuẩn gây bệnh và độ ẩm thích hợp (60%) cũng như điều kiện nhiệt độ của môi trường bên ngoài tăng có thể là nguyên nhân dẫn đến hiện tượng này. Sau 9 tháng ủ trong phòng thí nghiệm lượng E. coli còn ở mức $4,9 \times 10^4$ MPN/g TS, chưa đạt tiêu chuẩn theo hướng dẫn của WHO (E. coli < 1000 MPN/g TS) [11]. Chỉ tiêu về trứng giun cũng chưa đạt tiêu chuẩn theo hướng dẫn của WHO năm 2006 (<1 trứng/g TS) về tái sử dụng an toàn chất thải người trong nông nghiệp.

3.3 Nghiên cứu với chất thải không bổ sung chất độn

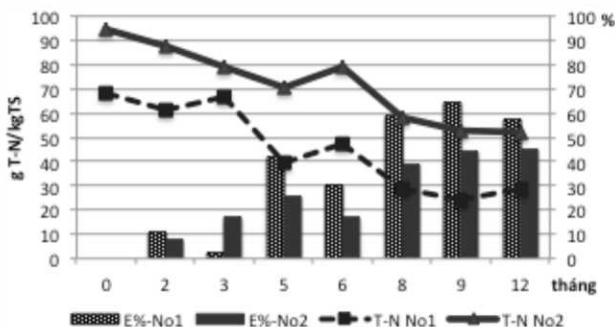
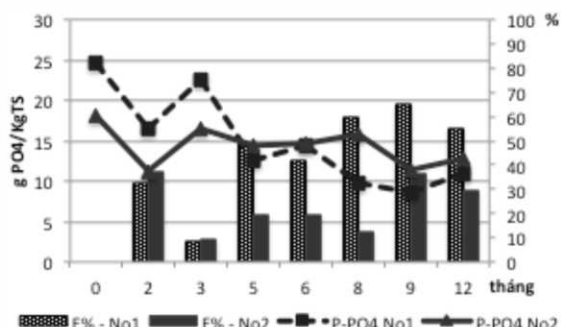
Quá trình phân hủy chất thải trong nhà tiêu tách nước tiểu không có bổ sung chất độn được biểu thị ở Hình 15, 16, 17, 18, 19, 20 và 21 dưới đây.


Hình 15. Sự thay đổi của VS, TS (nhà tiêu No1)

Hình 16. Sự thay đổi của VS, TS (nhà tiêu No2)

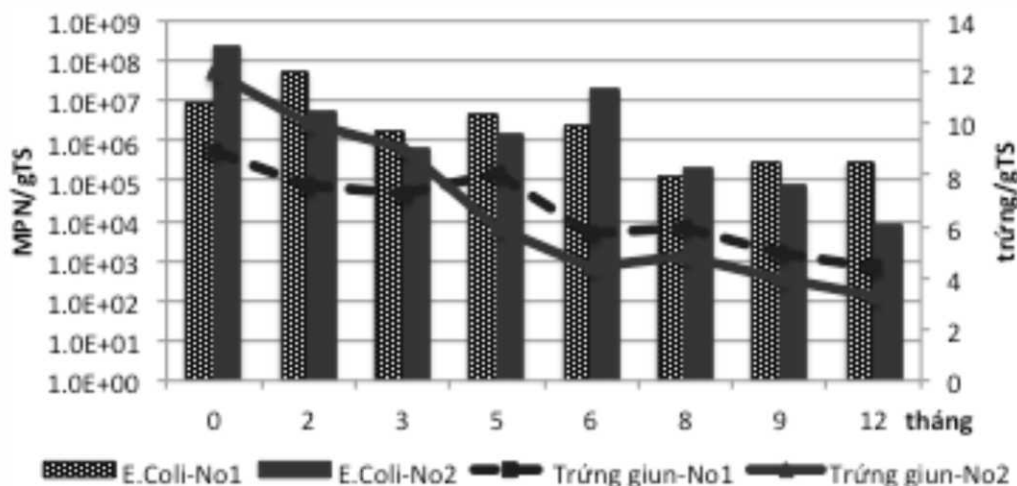
Kết quả cho thấy hầu như không có sự thay đổi về tổng lượng chất rắn (TS), lượng chất hữu cơ bay hơi (VS) có sự thay đổi không nhiều (17%-24%) sau 12 tháng theo dõi tại cả 2 nhà tiêu thí nghiệm (Hình 15 và 16). Bên cạnh đó, độ ẩm của chất thải tương đối cao từ 70% đến 80% cùng với điều kiện thoáng khí hạn chế, đồng ủ không được đảo trộn, hố tiêu không có ống thông hơi có thể là những điều kiện bất lợi cho sự hoạt động của vi sinh vật phân hủy chất thải mặc dù điều kiện pH của môi trường từ 6 đến 8 (Hình 17) nằm trong khoảng thích hợp cho vi sinh vật [3].


Hình 17. Sự thay đổi của pH theo thời gian

Hình 18. Sự biến thiên của CODt theo thời gian

Kết quả từ Hình 18 và Hình 19 cho thấy, CODt và T-N cũng giảm rõ rệt theo thời gian thí nghiệm sau 9 tháng, các chỉ tiêu này giảm tương ứng 60% và 64%. Kết quả này cho thấy hiệu suất phân hủy cao hơn so với thí nghiệm các ống cylinder với vật liệu ủ là chất thải nhà tiêu có bổ sung chất độn tro và vôi, 42% đối với CODt và 40% đối với T-N.


Hình 19. Sự thay đổi của T-N theo thời gian

Hình 20. Sự biến thiên của P-PO4 theo thời gian

Hiệu suất giảm P-PO4 cũng diễn ra tương tự như T-N, từ 18-24 g/kgTS xuống mức 11-12 g/kgTS tương ứng với từ 40 đến 50% điều này cũng cho thấy có sự tương đồng về mức độ giảm của T-N và P-PO4 với kết quả thí nghiệm của các ống cylinder. Với việc ủ phân không bổ sung chất độn thì lượng chất đạm và lân đã bị mất nhiều, điều này không có lợi cho việc tái sử dụng.



Hình 21. Sự thay đổi của *E. coli* và trứng giun theo thời gian

Sau 9 và 12 tháng, tốc độ tiêu diệt các vi sinh vật gây bệnh xảy ra đáng kể, hiệu suất xử lý theo chỉ tiêu *E. coli* giảm tương ứng được 3 và 4 số mũ (từ 10^8 xuống 10^3 và 10^4), tuy nhiên vẫn chưa đạt tiêu chuẩn của WHO. Chỉ tiêu về trứng giun vẫn còn cao ở mức 4 trứng/gTS, chưa đạt tiêu chuẩn của WHO về tái sử dụng an toàn chất thải người trong nông nghiệp.

4. Kết luận và kiến nghị

Việc bổ sung vôi và tro trong quá trình sử dụng nhà tiêu có thể hạn chế sự phân hủy các chất ô nhiễm và làm cho nhà tiêu nhanh chóng bị đầy.

Tốc độ phân hủy chất thải trong các ống thí nghiệm xảy ra chậm, sau thời gian 9 tháng TS hầu như không thay đổi, COD_g giảm được 41% còn P-PO₄ và T-N chỉ giảm được 28% và 41%.

Sự kém đa dạng của quần thể vi sinh vật trong chất thải phản ánh tác dụng ức chế của các chất độn tro và vôi bột được bổ sung trong quá trình sử dụng. Một mặt các chất độn này giúp giảm thiểu vi sinh vật có hại và mầm bệnh, mặt khác lại ức chế hoạt động của các vi sinh vật tham gia quá trình phân hủy chất hữu cơ trong nhà tiêu.

Quá trình tiêu diệt mầm bệnh hiệu quả thấp, thời gian ủ (9 tháng) đối với chất thải có bổ sung chất độn (tro, vôi) và chất thải không bổ sung chất độn vẫn chưa đạt tiêu chuẩn theo Hướng dẫn của WHO về chỉ tiêu trứng giun và *E. coli*, thậm chí còn nhận thấy sự phát triển trở lại của vi sinh vật gây bệnh khi có điều kiện thuận lợi (WHO, 2006).

Khuyến cáo của Bộ Y tế về thời gian ủ trong nhà tiêu (tối thiểu 6 tháng) cần phải được nghiên cứu thêm, làm rõ trong điều kiện nào thì thời gian trên là đảm bảo an toàn, còn với hình thức ủ hiện nay đối với các nhà tiêu khô 1 ngăn là chưa đạt tiêu chuẩn.

Tốc độ phân hủy và khả năng tiêu diệt mầm bệnh trong đồng ủ theo cách thức ủ phân trong nhà tiêu hiện nay còn hạn chế, có liên quan mật thiết tới sự phát triển hạn chế của các vi sinh vật có ích trong đồng phân ủ (do nhà tiêu xây bằng gạch, nền xi măng cách ly với môi trường đất, đồng ủ không được đảo trộn, không có chế phẩm sinh học hay chất độn giàu vi sinh vật, trong khi đó người sử dụng luôn cho vôi và tro sau mỗi lần sử dụng, làm cho nhiều vi sinh vật có ích bị tiêu diệt hay bị kìm hãm phát triển).

Quá trình ủ chất thải nhà tiêu có và không có bổ sung chất độn (tro và vôi) theo cách ủ thông thường, không đảo trộn đều chưa đạt tiêu chuẩn an toàn cho việc tái sử dụng theo như khuyến cáo của Bộ Y tế và của Tổ chức Y tế Thế giới.

Để có thể rút ngắn thời gian ủ trong nhà tiêu và vẫn lấy phân ra tái sử dụng an toàn, cần phải có những tác động, can thiệp tích cực tới quá trình phân hủy và tiêu diệt mầm bệnh trong đồng phân ủ. Vì vậy cần thực hiện các nghiên cứu tiếp theo để làm sáng tỏ vấn đề trên.

Lời cảm ơn

Nhóm nghiên cứu xin cảm ơn sự hỗ trợ về mặt chuyên môn của nhóm chuyên gia thuộc trường Đại học Vệ sinh và Y tế nhiệt đới (LSHTM), Đại học Tổng hợp London. Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn tới Trường Đại học Xây dựng, tới Quý Bill and Melinda Gates và tập đoàn LIXIL (Nhật Bản) đã hỗ trợ kinh phí cho nghiên cứu này. Xin cảm ơn Viện Khoa học và Kỹ thuật Môi trường, trường Đại học Xây dựng, Cục Quản lý Môi trường Y tế, Bộ Y tế, Trung tâm Y tế Dự phòng tỉnh Hà Nam, chính quyền và các hộ gia đình xã Nhật Tân và Hoàng Tây, huyện Kim Bảng, tỉnh Hà Nam đã tạo điều kiện tiến hành nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ NN&PTNT (2012). *Số liệu thống kê*, Trung tâm Nước sạch và Vệ sinh Môi trường Nông thôn.
2. Lê Đình Công và cs (2000). *Kỹ thuật xét nghiệm, chuyên ngành ký sinh trùng và côn trùng*, Viện sốt rét và ký sinh trùng và côn trùng Trung ương, Hà Nội.
3. Nguyễn Lâm Dũng, Nguyễn Đình Quyến, Phạm Văn Ty (2000). *Vi sinh vật học*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
4. Quyết định 08/2005/QĐ-BYT (2005) về việc ban hành tiêu chuẩn ngành: tiêu chuẩn vệ sinh đối với các loại nhà tiêu, Bộ Y tế.
5. TCVN 6187-2 (1996), *Chất lượng nước - xác định - phát hiện và đếm vi khuẩn coliform, vi khuẩn coli form chịu nhiệt và escherichia giả định bằng phương pháp nhiều ống (số có xác suất cao nhất)*, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội.
6. Viện sốt rét và ký sinh trùng, côn trùng Trung ương (2012), *Tài liệu Hội nghị tổng kết công tác phòng chống giun sán giai đoạn 2006 - 2011 triển khai kế hoạch 2012 – 2015*, trang 10-11.
7. American Public Health Association - APHA (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, APHA, Washington, DC.
8. Gulliver, F. R. Z. (2013). *Use of night - soil in agriculture and the presence of soil transmitted helminthes ova on farmers' hands in Ha Nam province, Vietnam*. Master thesis, LSHTM: London, UK, page 14-17.
9. LSHTM (2012). *Cross-sectional study results*, Project on New Concepts in On-Site Sanitation; Extending the life of the Pit, London, UK.
10. Pruss-Ustun A., Bos R., Gore F. & Bartram J. (2008), *Safer water, better health*. WHO.
11. WHO (2006), *Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater*, Volume IV, France, page 60-69.