



Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

Số chuyên đề: Nông nghiệp

website: [sj.ctu.edu.vn](http://sj.ctu.edu.vn)



DOI:10.22144/ctu.jsi.2018.069

## SẢN XUẤT VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ PHÂN HỮU CƠ VI SINH TỪ Bùn THẢI NHÀ MÁY SẢN XUẤT BIA VÀ NHÀ MÁY CHẾ BIẾN THỦY SẢN TRÊN NĂNG SUẤT CÂY RAU

Nguyễn Thị Phương<sup>1\*</sup>, Nguyễn Mỹ Hoa<sup>2</sup> và Đỗ Thị Xuân<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Kỹ thuật và công nghệ, Trường Đại học Đồng Tháp

<sup>2</sup>Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Thị Phương (email: [ntpnuongdtu@gmail.com](mailto:ntpnuongdtu@gmail.com))

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 21/05/2018

Ngày nhận bài sửa: 18/06/2018

Ngày duyệt đăng: 03/08/2018

### Title:

Production and assessment efficiency of microbial-organic fertilizers from beer and seafood factories' sludge on vegetable yield

### Từ khóa:

Bùn thải bia, bùn thải thủy sản, cây rau, năng suất, phân hữu cơ vi sinh

### Keywords:

Beer sludge, microbial-organic fertilizers, seafood sludge, vegetables, yield

### ABSTRACT

The objective of the research was the reuse of sludge from beer (BS), seafood (SS) factory and sugarcane filter cake for composting to produce microbial-organic fertilizer (bioF). The experiments were (i) evaluation of the composting process and quality of the mature composts in 0.5 m<sup>3</sup> composting scale, and (ii) effects of bioF on yield of vegetables. The results showed that the microbial-organic fertilizers from BS and SS had high qualities with 2.83-2.85% N; 5.6-6.63% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2.1-2.11% K<sub>2</sub>O, and 35.21-40.98% C, respectively. Heavy metal contaminants and pathogen (*Salmonella* and *Escherichia coli*) were under the allowable limit. The population of *Trichoderma* met required standard with 7.14x10<sup>7</sup> to 7.82x10<sup>7</sup> CFU/g. Vegetable yields in the treatments amended with NPK recommended rate (RR) and 5 tons/ha of bioF made from BS and SS mixed with sugarcane filter cake increased statistically higher than those with NPK farmer rate (FR) and RR. Mustard yield amended with RR and 5 tons/ha of bioF doubled up treatments of FR and RR. Okra yield increased by 50.73% compared to RR and 40.91% compared to FR. Cucumber yield was about 17 tons/ha, 35% higher than that of FR and 10% compared to RR. Winter melon yield increased by 18% compared to RR and 25% compared with FR. Therefore, microbial-organic fertilizer composting from BS and SS mixed with sugarcane filter cake at ratio of 20:80 can be used to improve vegetable yields.

### TÓM TẮT

Mục tiêu nghiên cứu là nhằm tái sử dụng bùn thải từ quá trình xử lý nước thải của nhà máy bia (BB), nhà máy chế biến thủy sản (BTS) và bùn mía làm phân hữu cơ vi sinh (HCVS). Nghiên cứu đã thực hiện các thí nghiệm ủ phân từ các nguồn bùn thải bia và thủy sản với bùn mía tỉ lệ 20:80, qui mô 0,5 m<sup>3</sup> và hiệu quả phân HCVS bùn thải-bùn mía trên cải tùa xài, đậu bắp, dưa leo và bí đao trên các ruộng nông dân. Kết quả cho thấy phân HCVS sau ủ đạt chất lượng cao với 2,83-2,85%N; 5,6-6,63% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 2,1-2,11% K<sub>2</sub>O, và 35,21-40,98% C. Hàm lượng kim loại nặng, mật số *Salmonella* và *Escherichia coli* đều đạt dưới ngưỡng cho phép. Mật số *Trichoderma* sau ủ đạt tiêu chuẩn với 7,14x10<sup>7</sup>-7,82x10<sup>7</sup>CFU/g. Năng suất cây rau tăng có ý nghĩa thống kê ở tất cả các thí nghiệm đồng ruộng khi bón 5 tấn/ha HCVS từ hai nguồn bùn thải-bùn mía + NPK khuyến cáo (KC) so với bón theo nông dân (ND) và KC. Trên cải tùa xài, năng suất tăng 2 lần so với ND và KC; trên đậu bắp năng suất tăng hơn 50,73% so với KC và hơn 40,91% so với ND; trên dưa leo năng suất đạt khoảng 17 tấn/ha, cao hơn 35% so với ND và 10% so với KC; trên bí đao năng suất tăng 25% so với KC và 18% so với ND. Do đó, phân HCVS có thể ủ từ nguồn BB và BTS và bã bùn mía ở tỉ lệ 20:80 để làm phân bón cải thiện năng suất rau trong canh tác cây trồng.

Trích dẫn: Nguyễn Thị Phương, Nguyễn Mỹ Hoa và Đỗ Thị Xuân, 2018. Sản xuất và đánh giá hiệu quả phân hữu cơ vi sinh từ bùn thải nhà máy sản xuất bia và nhà máy chế biến thủy sản trên năng suất cây rau. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 54(Số chuyên đề: Nông nghiệp): 81-89.

## 1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Bùn thải từ quá trình xử lý nước thải nhà máy sản xuất bia (bùn thải bia-BB) và nhà máy chế biến thủy sản (bùn thải thủy sản-BTS) đang thải ra môi trường với số lượng ngày càng gia tăng. Lượng bùn thải từ ngành sản xuất bia trung bình cả nước là 6 triệu tấn/năm (Bộ Công Thương, 2009; Bộ Công Thương, 2016; Fillaudeau *et al.*, 2006), trong đó Đồng bằng sông Cửu Long chiếm 10% tổng lượng cả nước (Bộ Công Thương, 2016). Đối với ngành thủy hải sản, lượng bùn thải cả nước trung bình hàng năm khoảng 313.170 tấn.

Do chi phí xử lý bùn thải chiếm khoảng 40% tổng chi phí trong qui trình xử lý nước thải của các nhà máy (Vriens *et al.*, 1989), nên lượng bùn thải này được nhiều quốc gia trên thế giới chọn cách đốt bỏ hoặc chôn lấp, chỉ một lượng nhỏ là tái sử dụng cho mục đích nông nghiệp (Przewrocki *et al.*, 2004; Senthilraja *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2008). Đối với Việt Nam, việc chôn lấp chiếm khoảng 50-75%, chỉ khoảng 25-35% là tái sử dụng trong hoạt động canh tác nông nghiệp (Trần Thị Kim Hạnh, 2013). Vì thế, nghiên cứu biện pháp xử lý bùn thải thân thiện với môi trường là rất cần thiết để các hợp chất dinh dưỡng trong bùn thải có thể được tái sử dụng (Wang *et al.*, 2008). Trên thế giới, nguồn bùn thải này đã được nghiên cứu để sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau như: sử dụng trực tiếp làm phân hữu cơ (Kanagachandran và Jayaratne, 2006), làm giá thể nhân mật số vi sinh vật có lợi để sản xuất chế phẩm sinh học phục vụ cho sản xuất nông nghiệp (Rebah *et al.*, 2002), ủ phối trộn với nguồn vật liệu hữu cơ khác để sản xuất phân hữu cơ (Stocks *et al.*, 2002; Võ Phú Đức, 2013). Nhưng các nghiên cứu trên chưa nghiên cứu đánh giá toàn diện trong qui trình ủ phân hữu cơ như: chưa nghiên cứu trên nhiều vật liệu với các tỉ lệ khác nhau, đánh giá toàn diện về đặc tính ban đầu của bùn thải và chất lượng phân hữu cơ sau ủ về Ca, Mg, kim loại nặng, vi lượng, lý học và các vi sinh vật gây bệnh trên người theo yêu cầu của bùn thải và phân bón theo qui định. Thêm vào đó, kết quả nghiên cứu ủ phân hữu cơ vi sinh ở qui mô túi ủ của nhóm tác giả Nguyễn Thị Phương và *ctv.* (2017a) và Nguyễn Thị Phương và *ctv.* (2017b) cho thấy phân hữu cơ vi sinh ủ từ BB, BTS được ủ phối trộn với bùn mía tỉ lệ 20:80 đều đạt tiêu chuẩn theo Nghị định 108/2017/NĐ-CP về dinh dưỡng nhưng trong nghiên cứu trước nhóm tác giả chưa phân tích toàn diện các đặc tính phân hữu cơ vi sinh như hàm lượng kim loại nặng trong phân hữu cơ sau ủ và chưa đánh giá hiệu quả của phân hữu cơ vi sinh từ bùn thải trên năng suất cây rau. Vì thế, mục tiêu của nghiên cứu này là ủ phân hữu cơ vi sinh từ bùn thải và bùn mía qui mô khối ủ 0,5 m<sup>3</sup> để giảm gánh nặng ô nhiễm môi trường và đánh giá

hiệu quả của việc sử dụng phân hữu cơ vi sinh từ BB, BTS lên năng suất một số cây rau như cải tùa xại, cây đậu bắp, dưa leo và bí đao để đánh giá khả năng sử dụng phân hữu cơ vi sinh (HCVS) từ nguồn bùn thải này trong tăng năng suất cây trồng.

## 2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Vật liệu nghiên cứu

Các mẫu BB thu tại nhà máy bia Tiền Giang, BTS được thu tại nhà máy chế biến cá Hậu Giang. Bùn mía (BM) được thu tại nhà máy mía đường Vị Thanh, Hậu Giang. Cây trồng bao gồm cải tùa xại (giống TN108 của công ty Trang Nông), đậu bắp (giống đậu bắp cao sản VA.78.79 của công ty Việt A), dưa leo (giống VL 636F1 của công ty Hoa Sen), và bí đao (giống F1 TN 88 của công ty Trang Nông). Kết quả đặc tính bùn thải về dinh dưỡng, hàm lượng vi lượng và kim loại nặng được phân tích trong nghiên cứu của Nguyễn Thị Phương và *ctv.* (2016).

### 2.2 Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1 Thí nghiệm ủ phân hữu cơ vi sinh

Thí nghiệm được bố trí trên cơ sở tiếp tục thí nghiệm ủ phân hữu cơ vi sinh của Nguyễn Thị Phương và *ctv.* (2017a) và Nguyễn Thị Phương và *ctv.* (2017b) nhưng thực hiện với qui mô khối ủ 0,5 m<sup>3</sup> đối với tỉ lệ ủ được xác định phù hợp là phối trộn bùn thải:bùn mía với tỉ lệ 20:80. Khu bố trí thí nghiệm có mái che bằng tôn để tránh mưa tác động trực tiếp vào khối ủ. Các đồng ủ được thực hiện trong hộc ủ bằng cách dùng tấm bạt bao quanh giữ cố định bằng khung tre với chiều cao x chiều dài x chiều rộng là 1 m x 1 m x 0,5 m. Ủ theo phương pháp xếp lớp có xới đảo, chế phẩm sinh học *Trichoderma*-Đại học Cần Thơ được chủng với tổng liều lượng sử dụng là 200 g/khối ủ với mật số 10<sup>8</sup> bào tử/g nấm. Giữa các đồng ủ cách nhau 0,5 m để thuận tiện trong quá trình theo dõi các chỉ tiêu, đồng thời tránh lây nhiễm giữa các đồng ủ. Mỗi thí nghiệm thức được thực hiện với 3 lần lặp lại.

#### 2.2.2 Thí nghiệm đánh giá hiệu quả phân hữu cơ vi sinh từ hai nguồn bùn thải trên năng suất cây rau cải tùa xại, đậu bắp, dưa leo, và bí đao

Tất cả 4 loại rau đều được bố trí dạng khối hoàn toàn ngẫu nhiên với 6 thí nghiệm thức (NT) và 3 lặp lại cho mỗi thí nghiệm thức được liệt kê như sau:

NT1: Bón NPK theo nông dân (ND) (theo liều lượng của nông dân tại địa điểm thí nghiệm)

NT2: Bón NPK theo khuyến cáo (KC)

NT3: Bón 5 tấn/ha phân HCVS bùn bia-bùn mía+ KC;

NT4: Bón 5 tấn/ha phân HCVS bùn bia-bùn mía + 2/3 KC;

NT5: Bón 5 tấn/ha phân HCVS bùn thủy sản-bùn mía + KC;

NT6: Bón 5 tấn/ha phân HCVS bùn thủy sản-bùn mía + 2/3 KC.

Phân HCVS từ BB-BM và BTS-BM là kết quả từ thí nghiệm ở mục 2.2.1. Thí nghiệm trồng cải tùa xại, dưa leo và bí đao được bố trí tại phường Long Xuyên, quận Bình Thủy, thành phố Cần Thơ. Cây cải tùa xại được trồng theo luống, hàng cách hàng là 30 cm, cây cách cây là 40 cm. Khoảng cách giữa 2 liếp là 46 cm, độ sâu từ liếp đến mặt ruộng là 25 cm. Diện tích mỗi lô là 10,5m<sup>2</sup> (1 x 10,5 m). Thí nghiệm dưa leo được trồng theo luống, lượng hạt gieo là 0,945 kg/ha, hàng cách hàng là 1,5 m, cây cách cây là 40 cm. Khoảng cách giữa 2 liếp là 50 cm, chiều rộng liếp là 2,3 m, chiều dài là 10,5 m. Diện tích mỗi lô là 24,15 m<sup>2</sup>. Thí nghiệm bí đao được trồng theo luống, cây con được trồng khoảng 4 ngày tuổi hàng cách hàng là 2,6 m, cây cách cây là 40 cm. Khoảng cách giữa 2 liếp là 60 cm, Chiều rộng liếp là 2,6 m, chiều dài là 8,5 m. Diện tích mỗi lô là 25 m<sup>2</sup>. Thí nghiệm trên đậu bắp được bố trí tại xã Mỹ Hoà, huyện Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long. Diện tích mỗi lô thí nghiệm là 22,5 m<sup>2</sup> (15 x 1,5 m).

### 2.2.3 Các chỉ tiêu khảo sát và phương pháp phân tích, thống kê xử lý số liệu

**Phân hữu cơ vi sinh sau ủ được khảo sát các chỉ tiêu:** nhiệt độ, ẩm độ, các bon tổng, N, P, K tổng, Ca, Mg, vi lượng (Mn, Cu, Zn), kim loại nặng (As, Cd, Hg, và Pb), mật số nấm *Trichoderma*, vi sinh vật gây bệnh (*Escherichia coli* (*E.coli*) và *Salmonella*).

**Các chỉ tiêu dinh dưỡng của phân hữu cơ vi sinh sau ủ được phân tích theo các phương pháp sau:** Nhiệt độ, ẩm độ đo 1 tuần/lần, hàm lượng các bon tổng trong phân được phân tích theo phương pháp nung ở 830°C; N tổng số xác định bằng phương pháp chưng cất Kjeldahl sau khi vô cơ hóa mẫu bằng hỗn hợp sulfuric-salixylic và H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; lân tổng số được vô cơ hoá mẫu bằng hỗn hợp sulfuric-salixylic và H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> và so màu trên máy quang phổ ở bước sóng 880 nm; kali tổng số được xác định bằng cách vô cơ hoá mẫu bằng hỗn hợp sulfuric-salixylic và H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> và đo trên máy hấp thụ nguyên tử. Hàm lượng Ca, Mg

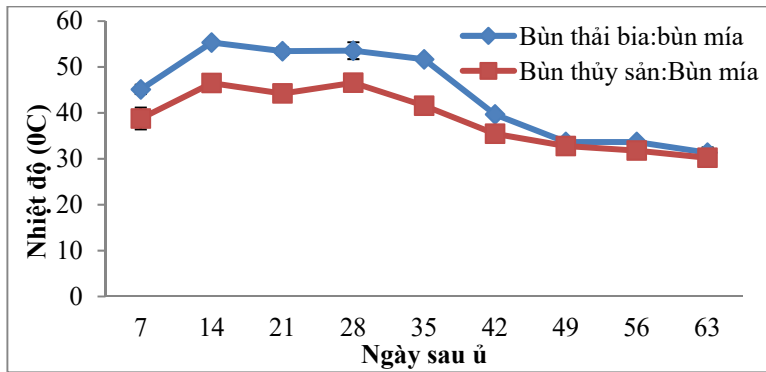
và vi lượng được vô cơ hóa bằng hỗn hợp acid H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> đậm đặc + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> và đo trên máy hấp thụ nguyên tử. Hàm lượng kim loại nặng được vô cơ hóa bằng hỗn hợp acid HNO<sub>3</sub> đậm đặc + HClO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> đậm đặc và đo trên máy hấp thụ nguyên tử. Mật số vi sinh vật gây bệnh được xác định bằng phương pháp đếm khuẩn lạc và mật số nấm *Trichoderma* được xác định bằng phương pháp sử dụng môi trường chuyên biệt cho nấm *Trichoderma* (TSM-*Trichoderma Selective medium*) của Elad *et al.* (1981) và Singh *et al.* (2014).

Năng suất (tấn/ha) cây rau được xác định lúc thu hoạch và được xác định bằng cách cân toàn bộ trên diện tích thí nghiệm. Các số liệu được tổng hợp, tính toán bằng phần mềm Excel và được kiểm định ANOVA bằng phần mềm thống kê SPSS 16.0 và sử dụng phép thử Duncan mức ý nghĩa 1% và 5% để đánh giá mức độ khác biệt ý nghĩa.

## 3 KẾT QUẢ THẢO LUẬN

### 3.1 Diễn biến nhiệt độ, ẩm độ của phân HCVS bùn thải-bùn mía

Lúc mới bắt đầu thí nghiệm, nhiệt độ khối ủ bằng với nhiệt độ môi trường, sau đó tăng dần sau 14 ngày ủ với nhiệt độ tương ứng 47°C cho BTS-BM và 55°C cho BB-BM. Theo nhận định của Misra *et al.* (2016), nhiệt độ tối ưu trong giai đoạn đầu của quá trình ủ là khoảng 50 - 70°C. Giai đoạn từ 21-42 ngày sau ủ (NSU), nhiệt độ có sự giảm nhẹ và đạt cực đại lúc 28 NSU với nhiệt độ khoảng 47-53°C, đạt thấp hơn nghiên cứu của nhóm tác giả Dương Minh Viễn *et al.* (2011) ủ phân hữu cơ từ bã BM có nhiệt độ dao động 60-75°C. Tuy nhiên, nhiệt độ được ghi nhận cao hơn kết quả ủ phối trộn BB với mạt cưa tỉ lệ 1:1 ở qui mô ủ 0,5 m<sup>3</sup> của Kalatzki *et al.* (2016) cho nhiệt độ cao nhất lúc 30 NSU là 39°C và ổn định 25°C vào thời điểm 45 NSU. Tương tự, ủ phân gà và thân cây cà chua có bổ sung thêm 1% biochar cho nhiệt độ biến động 30-56°C trong 37 ngày ủ (Wei *et al.* (2014)). Cũng tương đương với Lê Thị Kim Oanh và Trần Thị Mỹ Diệu (2016), ủ bùn thải cá với rơm (3:7) cũng cho nhiệt độ cao nhất vào ngày thứ 20 với 50°C, và giảm dần đến kết thúc quá trình ủ (30°C). Nhiệt độ khối ủ đạt giá trị ổn định ở giai đoạn từ 49 - 63 NSU với nhiệt độ khối ủ tương đương với nhiệt độ môi trường bên ngoài khoảng 30-31°C nên có thể cho thấy quá trình ủ đã kết thúc (Hình 1).



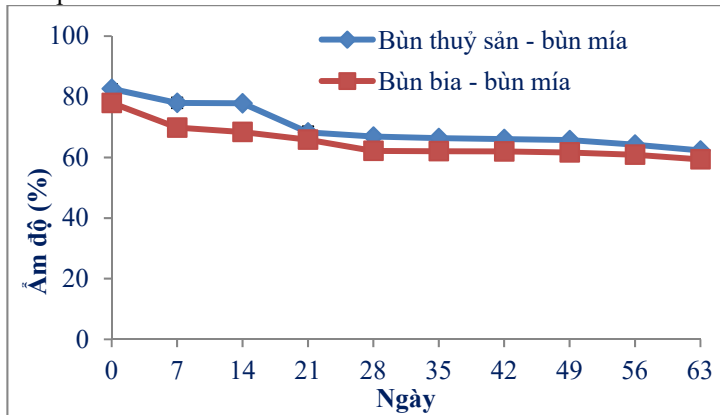
Hình 1: Diễn biến nhiệt độ theo thời gian ủ

Ấm độ lúc mới ủ ở 2 nghiệm thức BTS-BM và BB-BM khá cao lần lượt là 82,62% và 77,96% (Hình 2), với ẩm độ này thì quá trình ủ ban đầu chưa hiệu quả vì theo de Bertoldi *et al.* (1983), nếu vật liệu hữu cơ có sự phối trộn với bùn thải, thì ẩm độ yêu cầu là đạt khoảng 65-67%, khi đó quá trình ủ đạt hiệu quả và ẩm độ này cũng được cho là thích hợp cho vi khuẩn hiếu khí hoạt động (Lê Hoàng Việt và Nguyễn Hữu Chiêm, 2013; Rudat *et al.*, 1999).

Ấm độ bắt đầu giảm từ 21-49 NSU, ẩm độ duy trì trong khoảng từ 61 – 66%, tương tự kết quả của Trần Ngọc Hữu và *ctv.* (2014) với ẩm độ sau 7 tuần ủ rom có chủng nấm *Trichoderma* dao động trong khoảng từ 64% đến 75%. Kết quả này tương tự báo cáo của Vũ Hải Yên (2015) khi nghiên cứu ủ phân compost từ bã cà phê sau 69 ngày ủ và Nguyễn Đắc Kiên và *ctv.* (2016) khi ủ phân hữu cơ từ bùn thải ao

nuôi tôm sau 49 ngày ủ, độ ẩm lần lượt là từ 44,74%-62,44% và 60%. Kết quả cũng được ghi nhận tương tự như Kalatzi *et al.* (2016), ủ BB với mạt cưa cũng có ẩm độ ban đầu của bùn thải đạt 70-80% và sau 45 ngày ủ, ẩm độ vẫn còn cao 55%. Ẩm độ đạt tương đương với nghiên cứu của Võ Phú Đức (2013), ủ bùn thải cá với tro qui mô 2 tấn cũng cho ẩm độ sau 49 ngày ủ đạt 60%. Kết quả nghiên cứu cũng tương tự kết quả ủ phân hữu cơ từ bùn thải cá và mạt cưa tỉ lệ 30:70 của Lê Thị Kim Oanh và Trần Thị Mỹ Diệu (2016), ẩm độ sau 32 ngày ủ là 60%.

Nhìn chung, ẩm độ của các kết quả nghiên cứu đều vượt so với tiêu chuẩn của Nghị định 108/2017/NĐ-CP. Do đó, sau khi quá trình ủ kết thúc, phân HCVS thu được cần để khô hoặc phơi nắng hoặc được sấy nhẹ nếu muốn sử dụng dưới dạng phân bón HCVS thương phẩm.



Hình 2: Diễn biến ẩm độ theo thời gian ủ

**3.2 Hàm lượng dưỡng chất phân hữu cơ vi sinh sau ủ**

Hàm lượng đạm tổng số ( $N_{ts}$ ) sau 49 ngày ủ ở cả 2 nghiệm thức BTS-BM là 2,85% và BB-BM là 2,83% N (Bảng 1). Kết quả này cao hơn kết quả nghiên cứu ủ bùn công thải của Lê Nguyễn Trung Khanh (2013) có hàm lượng đạm tổng số sau 45 ngày ủ dao động từ 2,32 – 2,58%N, cao hơn nghiên

cứ ủ phân từ bùn thải đô thị của Dadi *et al.* (2012) sau 80 ngày ủ %  $N_{ts}$  từ 1,05 – 1,13 %N, của Kalatzi *et al.* (2016) sản xuất phân hữu cơ từ bùn thải bia với trộn với than bùn, mùn cưa và cỏ khô sau 60 ngày ủ đạm hữu cơ khoảng 1%. Điều này cho thấy phân HCVS BB-BM và BTS-BM có chất lượng phân sau ủ tốt để tái sử dụng làm phân hữu cơ bón cho cây trồng trong sản xuất nông nghiệp.



**Bảng 1: Hàm lượng đạm tổng số, lân tổng số, kali tổng số, Ca, Mg, %C, và C/N**

Phân HCVS	N tổng số (%)	P tổng số (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	K tổng số (%K <sub>2</sub> O)	%C	C/N	Ca (% CaO)	Mg (% MgO)
BTS-BM	2,85	6,63	2,11	40,98	14,41 <sup>b</sup>	2,49	1,11
BB-BM	2,83	5,60	2,10	35,21	12,44 <sup>b</sup>	2,77	0,94

Ghi chú: BTS-BM: phân HCVS bùn thủy sản-bùn mía, BB-BM: phân HCVS bùn bia-bùn mía

Lân tổng số (P<sub>ts</sub>) của phân HCVS BTS-BM và BB-BM sau ủ lần lượt là 6,63% và 5,6% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, đạt tương đương kết quả nghiên cứu ủ phân hữu cơ vi sinh bã BM phối trộn với xác mía và phân heo của Dương Minh Viễn và *ctv.* (2011) với P<sub>ts</sub> là 5,78% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Ngoài ra, kết quả này cao hơn nghiên cứu của Trần Phương Đông (2013) sử dụng chế phẩm Biomix ủ bùn công thải phối trộn với vật liệu hữu cơ có hàm lượng P<sub>ts</sub> dao động trong khoảng 0,52 – 1,56% và cao hơn nghiên cứu của Dadi *et al.* (2012), Kalatzi và *ctv.* (2016) với hàm lượng P<sub>ts</sub> sau ủ lần lượt là 0,45 – 0,51% và 0,4 – 1% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Kết quả trình bày ở Bảng 1 cho thấy hàm lượng kali tổng số (K<sub>ts</sub>) trong phân hữu cơ vi sinh sau 49 ngày ủ ở nghiệm thức ủ BTS-BM là 2,11% và BTB-BM là 2,10%. Kết quả này cao hơn kết quả nghiên cứu ủ phân hữu cơ từ bùn công thải của Lê Nguyễn Trung Khanh (2013) có hàm lượng K<sub>ts</sub> dao động trong khoảng 1,12 – 1,56% và cao hơn trong phân hữu cơ bã BM của Dương Minh Viễn và *ctv.* (2011) là 1,05%. Kết quả này cho thấy hàm lượng kali trong phân HCVS BB-BM và BTS-BM cũng đạt cao phù hợp để làm phân hữu cơ vi sinh.

Hàm lượng carbon hữu cơ (%C) sau 49 ngày ủ của các nghiệm thức dao động khoảng 35,21-40,98% (Bảng 1). Kết quả nghiên cứu tương tự báo cáo của Brito *et al.* (2010) khi nghiên cứu ủ phân thải cá:BM:chất thải nông nghiệp sau 126 ngày ủ cho hàm lượng các bon hữu cơ tổng dao động 37,6-47%. Việc giảm hàm lượng carbon trong quá trình ủ là do vi sinh vật phân huỷ chất hữu cơ phức tạp thành đơn giản, giải phóng một phần CO<sub>2</sub> giúp cho nguyên liệu trở nên tơi xốp. Tuy nhiên, kết quả cho giá trị cao hơn báo cáo của Đỗ Thủy Tiên (2013) về ủ phân hữu cơ từ bùn thải đô thị (với % C=14,47), cũng đạt cao hơn nghiên cứu của (Lê Thị Thanh Chi và *ctv.*, 2010) sử dụng dung dịch và chất cặn hầm ủ biogas với rơm và bã BM để sản xuất phân hữu cơ đã cho % C sau 100 ngày ủ biến động 26,12%-32,65%.

Tỉ số C/N sau ủ trong tất cả các nghiệm thức dao động trong khoảng 12,41 (BB-BM) - 14,41 (BTS-BM) (Bảng 1), phù hợp với Shilev *et al.* (2007) và Dương Minh Viễn và *ctv.* (2011) khi cho rằng tỉ lệ C/N sau khi kết thúc quá trình ủ tỉ lệ C/N nên đạt khoảng 10/1-20/1 vì với tỉ lệ này thì phân hữu cơ sẽ ổn định và bền. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Trần Phương Đông (2013) sử dụng

chế phẩm Biomix ủ bùn công thải phối trộn với vật liệu hữu cơ, nghiên cứu của Hà Thanh Toàn và *ctv.* (2010a) khi ủ rác sinh hoạt với nấm *Trichoderma* và của Đoàn Thị Trúc Linh (2012) ủ bùn công thải với vật liệu hữu cơ và nấm *Trichoderma* thì tỉ lệ C/N đều giảm dần theo thời gian ủ.

Hàm lượng Ca tổng số (Ca<sub>ts</sub>) ở nghiệm thức BTS-BM, BB-BM lần lượt là 2,49% và 2,77%, hàm lượng Mg tổng số (Mg<sub>ts</sub>) tổng số là 1,11% (BTS-BM) và 0,94% (BB-BM). Kết quả này cao hơn kết quả nghiên cứu của Võ Hoài Chân (2008), cho kết quả Ca<sub>ts</sub> dao động trong khoảng 0,25-1,16%, Mg<sub>ts</sub> từ 0,09 - 0,22%. Kết quả nghiên cứu của Tăng Thanh Nhân (2010), sản xuất phân trùn từ rế lục bình và phân gia súc có hàm lượng Ca<sub>ts</sub> dao động 0,54-4,34%, Mg<sub>ts</sub> từ 0,4- 1,62% (Bảng 1).

### 3.3 Hàm lượng kim loại nặng, vi lượng, mật số nấm *Trichoderma* và vi sinh vật gây bệnh trong phân HCVS

Từ kết quả phân tích ở Bảng 2, nghiệm thức ủ BTS-BM, BB-BM có hàm lượng Cd lần lượt là 1,109 mg/kg và 1,085 mg/kg. Nhìn chung, các mẫu đều đạt tiêu chuẩn cho phép theo Nghị định 108/2017/NĐ-CP về hàm lượng gây hại của Cd (<5mg/kg Cd) có trong phân hữu cơ. Kết quả này tương tự kết quả nghiên cứu ủ phân từ bùn thải nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt của Moretti *et al.* (2016) với Cd trong phân sau ủ là 1,2 mg/kg.

Kết quả phân tích trong Bảng 2 cho thấy, hàm lượng Pb trong phân HCVS sau ủ của hai loại bùn thải BTS và BB có phối trộn với BM đạt giá trị lần lượt là 11,74 mg/kg và 25,23 mg/kg. Kết quả này cho tương tự như báo cáo của Lê Nguyễn Trung Khanh (2013) với hàm lượng Pb dao động từ 20,97–25,57 mg/kg. Phân HCVS từ BTS-BM cho giá trị thấp hơn BB và đạt thấp hơn nghiên cứu của Moretti *et al.* (2016) với hàm lượng Pb sau ủ đạt 19,7 mg/kg. Tuy nhiên, cả hai loại phân HCVS sản xuất được đều phù hợp theo qui định ngưỡng gây hại của các kim loại nặng có trong các loại phân bón hữu cơ của Nghị định 108/2017/NĐ-CP với mức cho phép là Pb <200 mg/kg nên phân HCVS sản xuất được đáp ứng được yêu cầu.

Hàm lượng As của phân HCVS từ BTS-BM, BB-BM lần lượt là 0,558 mg/kg và 0,151 mg/kg, đạt dưới ngưỡng gây hại cho phép theo Nghị định

108/2017/NĐ-CP quy định ngưỡng gây hại của các kim loại nặng có trong các loại phân bón hữu cơ (As < 10mg/kg). Kết quả này thấp hơn kết quả nghiên cứu ủ phân từ bùn thải nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt của Moretti *et al.* (2015) với As trong phân hữu cơ sau ủ là 1 mg/kg (Bảng 2).

Hàm lượng thủy ngân sau ủ ở cả hai nghiệm thức BTS-BM, BB-BM đều không phát hiện và đạt yêu cầu so với Nghị định 108/2017/NĐ-CP quy định ngưỡng gây hại của các kim loại nặng có trong các loại phân bón hữu cơ (Bảng 2).

Hàm lượng Cu, Zn, Mn tổng số ở nghiệm thức BTS-BM lần lượt là 214 mg/kg, 305 mg/kg, 1.103 mg/kg và BB-BM là 119 mg/kg, 646 mg/kg, 1.030 mg/kg (Bảng 2). Hàm lượng Cu và Zn đều nằm trong khoảng nghiên cứu của Tăng Thanh Nhân (2010), cho kết quả hàm lượng Cu là 29 -666 ppm, Zn là 12-744 ppm và nghiên cứu của Võ Hoài Chân (2008), với hàm lượng Cu dao động trong khoảng 3,25- 23,2 mg/kg, Zn từ 25,6- 88,9 mg/kg. Hàm lượng Zn ở 2 nghiệm thức đều dưới ngưỡng nguy hại theo 10TCN 526-2002 (Zn <750 mg/kg). Hàm lượng Mn cao hơn nghiên cứu của Kalatzi *et al.* (2016) với Mn dao động từ 479-672 mg/kg.

**Bảng 2: Hàm lượng kim loại nặng và vi lượng trong phân HCVS sau ủ**

Phân HCVS	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	As (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cu	Zn	Mn
BTS-BM	1,11	11,74	0,56	KPH	214	305	1103
BB-BM	1,09	25,23	0,15	KPH	119	646	1030
Ngưỡng gây hại (mg/kg)	<5	<200	<10	<2		<750	

Mật số nấm *Trichoderma* 49 NSU ở nghiệm thức BTS-BM là  $7,82 \times 10^7$  (CFU/g chất khô), BB-BM là  $7,14 \times 10^7$  (CFU/g chất khô). Nhìn chung, mật số nấm *Trichoderma* ở cả 2 nghiệm thức đều đạt chỉ tiêu về chất lượng phân HCVS với nguồn vi sinh là nấm *Trichoderma* đạt ngưỡng mật số là  $>10^6$  CFU/g theo Nghị định 108/2017/NĐ-CP (Bảng 3), vì theo qui định được thể hiện trong Nghị định 108/2017 phân HCVS là dạng phân bón hữu cơ có ít nhất một loài vi sinh vật có ích.

Qua kết quả phân tích ở Bảng 3, phân HCVS từ BTS-BM, BB-BM sau ủ không phát hiện *E.coli* và *Salmonella* do trong quá trình ủ nhiệt độ tăng cao ở 14 NSU và duy trì khoảng 2 tuần tiếp theo. Kết quả *E.coli* của nghiệm thức ủ đạt thấp hơn nghiên

cứ sản xuất phân hữu cơ từ bùn thải bia với trộn với than bùn, mùn cưa và cò khô của Kalatzi *et al.* (2016) sau 60 ngày ủ *E.coli* từ 68 -1292 CFU/g chất khô. Kết quả nghiên cứu cũng đạt thấp hơn nghiên cứu của Nartey *et al.* (2017) khi nghiên cứu ủ phân hữu cơ từ bùn thải rắn hữu cơ với phế phẩm nông nghiệp với mật số *E.coli* đạt 0,2 CFU/g chất khô. Tuy nhiên, với kết quả về mật số vi khuẩn gây bệnh *E.coli* và *Salmonella* đều dưới ngưỡng quy định cho phép về chất lượng phân HCVS sau ủ theo 10TCN 526:2002, TCVN 7185/2002/BNNPTNT và Nghị định 108/2017/NĐ-CP nên phân HCVS sản xuất được đã đáp ứng được yêu cầu về chất lượng phân HCVS theo qui định.

**Bảng 3: Mật số nấm *Trichoderma* và vi sinh sau ủ**

Phân HCVS	<i>Trichoderma</i> (CFU/g chất khô)	<i>E.coli</i> (CFU/g chất khô)	<i>Salmonella</i> (CFU/g chất khô)
BTS-BM	$7,82 \times 10^7$	KPH	KPH
BB-BM	$7,14 \times 10^7$	KPH	KPH
Ngưỡng qui định	$1 \times 10^6$	$< 1,1 \times 10^3$	KPH

**3.4 Hiệu quả phân HCVS trên năng suất một số cây rau**

Kết quả ghi nhận năng suất được trình bày trong Bảng 4 cho thấy, năng suất ở tất cả cây rau khi bón 5 tấn phân HCVS bùn thải-BM kết hợp 100% NPK theo KC đều cho năng suất tăng có ý nghĩa so với bón theo ND và KC. Năng suất cải tùa xại khi bón 5 tấn phân HCVS + 100% KC đạt  $13.47 \pm 1.11$  tấn/ha -  $14.03 \pm 2.54$  tấn/ha, tăng hơn 45% so với ND và hơn 42% so với KC. Nghiệm thức bón 5 tấn phân HCVS bùn thải-BM + 70% KC cho năng suất dao động

trong khoảng 9,37-10,54 tấn/ha, và không khác biệt ý nghĩa thống kê so với ND (7,5 tấn/ha) và KC (7,93 tấn/ha). Như vậy, việc bón bổ sung phân HCVS bùn thải-BM kết hợp bón 100% phân NPK theo khuyến cáo làm tăng năng suất cho cải tùa xại. Như vậy, khi bón phân HCVS BB-BM, BTS-BM có thể giúp giảm hơn 30% lượng phân bón hóa học mà không làm giảm năng suất cải tùa xại (Bảng 4).

Khi bón 5 tấn/ha HCVS từ hai nguồn bùn thải-BM +KC cho năng suất đậu bắp đạt 13,65-14,92 tấn/ha tăng hơn 50,73% so với nghiệm thức KC và

hơn 40,91% so với ND. Kết quả đạt cao hơn báo cáo của Ibrahim và Fadni (2013) khi bón phân hữu cơ với lượng 10 tấn/ha thì năng suất cà chua tăng so với đối chứng (phân NPK) là 1,31 lần (tăng từ 10 tấn/ha lên 21,5 tấn/ha). Kết quả đạt tương tự như báo cáo của Mehdizadeh *et al.* (2013) khi bón 20 tấn/ha phân hữu cơ từ bùn thải đô thị cho năng suất cà chua đạt 27 tấn/ha, cao khác biệt so với nghiệm thức không sử dụng phân bón. Thêm vào đó, việc bón phân HCVS bùn thải-BM kết hợp 70% KC cho năng suất cao hơn 1,8 lần so với ND và 2,12 lần so với

KC. Nghiệm thức bón KC + 5 tấn BTS-BM đạt năng suất là 9,94 tấn/ha cao hơn khác biệt có ý nghĩa thống kê 1% so với nghiệm thức bón KC + 5 tấn BB-BM (9,1 tấn/ha). Nguyên nhân có thể là do hàm lượng dưỡng chất trong phân HCVS từ BTS-BM đạt giá trị cao hơn so với BB-BM (Bảng 1 và 2). Tuy nhiên, kết quả này cho thấy việc bón phân hữu cơ từ BB-BM và BTS-BM có tác dụng gia tăng năng suất của cây đậu bắp so với bón theo nông dân và khuyến cáo.

**Bảng 4: Hiệu quả của phân hữu cơ vi sinh bùn thải trên năng suất một số cây rau**

Nghiệm thức	Năng suất (tấn/ha) ±SD			
	Cải tùa xại	Đậu bắp	Dưa leo	Bí đao
ND	7,50±1,48 <sup>b</sup>	8,42±0,58 <sup>c</sup>	15,13±0,38 <sup>b</sup>	34,85±3,97 <sup>b</sup>
KC	7,93±0,51 <sup>b</sup>	7,02±0,73 <sup>f</sup>	10,92±0,38 <sup>d</sup>	32,06±3,93 <sup>c</sup>
KC+ 5 tấn/ha HCVS BB-BM	13,47±1,11 <sup>a</sup>	13,65±0,76 <sup>b</sup>	17,00±0,51 <sup>a</sup>	44,71±2,55 <sup>a</sup>
2/3KC+5 tấn/ha HCVS BB-BM	9,37±1,10 <sup>b</sup>	10,63±0,28 <sup>d</sup>	13,62±0,25 <sup>c</sup>	34,22±3,33 <sup>c</sup>
KC+5 tấn/ha HCVS BTS-BM	14,03±2,54 <sup>a</sup>	14,92±0,32 <sup>a</sup>	16,57±0,54 <sup>a</sup>	40,78±3,49 <sup>a</sup>
2/3KC+5 tấn/ha HCVS BTS-BM	10,54±0,81 <sup>b</sup>	12,00±0,82 <sup>c</sup>	13,69±0,82 <sup>c</sup>	34,65±2,85 <sup>b</sup>
F	*	**	*	*

Ghi chú: Trung bình± SD, các kí tự khác nhau trong cùng một cột là khác biệt thống kê mức ý nghĩa 5% (\*) và 1% (\*\*). ND: bón theo nông dân, KC: bón theo khuyến cáo, HCVS BTS-BM: phân hữu cơ vi sinh bùn thải thủy sản-bùn mía, HCVS BB: phân hữu cơ vi sinh bùn thải bia-bùn mía

Kết quả năng suất dưa leo được trình bày qua Bảng 4 cho thấy bón 5 tấn phân HCVS BB-BM + 100% KC cho giá trị năng suất dưa leo đạt cao nhất khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% so với các NT còn lại với giá trị lần lượt là 17,00±0,51 tấn/ha và 16,57±0,54 tấn/ha, cao gấp 1,1 lần so với ND và gấp 1,6 lần so với KC. Nghiệm thức (NT) bón 5 tấn/ha phân HCVS bùn thải-BM + 70%KC có năng suất đạt khoảng 14 tấn/ha, cao hơn so với KC (13,62±0,25 tấn/ha) nhưng đạt thấp hơn so với bón theo nông dân (15,13±0,38 tấn/ha). Kết quả nghiên cứu đạt tương đương với Mahmoud *et al.* (2009) khi bón 75% phân chuồng + 25% phân N cho năng suất dưa leo là 19,5 tấn/ha. Kết quả đạt tương tự với việc bón 10 tấn/ha phân HCVS bã BM + 75% NPK theo KC (140N-90P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-80K<sub>2</sub>O) với năng suất dưa leo là 16 tấn/ha (Võ Thị Gương, 2010). Nhưng kết quả nghiên cứu đạt thấp hơn báo cáo của Eifediyi và Remison (2010) khi bón 5 tấn/ha phân chuồng + 100 kg/ha NPK 20:10:10 với năng suất dưa leo đạt là 22,6 tấn/ha. Điều này cho thấy năng suất dưa leo đạt hiệu quả khi bón theo khuyến cáo có bổ sung thêm 5 tấn phân HCVS từ hai nguồn bùn thải-BM, nếu giảm 30% lượng phân hóa học thì chưa mang lại hiệu quả trên năng suất dưa leo. Do đó, NT tối ưu để duy trì và ổn định năng suất dưa leo là bón 5 tấn/ha phân HCVS + 100% phân hóa học theo KC.

Kết quả ghi nhận thể hiện năng suất thương phẩm bí đao đạt cao nhất là nghiệm thức bón phân theo khuyến cáo kết hợp bón 5 tấn phân HCVS BB-

BM và BTS-BM với giá trị lần lượt là 44,71±2,55 tấn/ha và 40,78±3,49 tấn/ha, cao khác biệt ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan mức 5% so với các NT còn lại. Như vậy, khi bón 5 tấn/ha HCVS từ hai nguồn bùn thải-BM + 100% KC cho năng suất bí đao tăng 24,83 % so với KC (32,06 tấn/ha) và 18,29% so với ND (34,85 tấn/ha). Kết quả đạt cao hơn báo cáo của Sarhan *et al.* (2011) khi bón 15 tấn phân chuồng cho năng suất bí đao đạt 12,39 tấn/ha. Kết quả cũng đạt cao hơn kết quả của Võ Thị Gương và *ctv.* (2016) khi bón 10 tấn phân HCVS bã BM + 75%KC (NPK:120-100-120) cho năng suất bí đao đạt 21,6 tấn/ha (Bảng 4). Kết quả cũng cho thấy việc người dân tưới phân ốc (NT1) cũng cho năng suất bí đao đạt cao hơn khác biệt ý nghĩa so với chỉ bón phân hóa học (NT2) với giá trị năng suất tương ứng 34,85±3,97 tấn/ha và 32,06±3,93 tấn/ha. Kết quả này chứng minh được rằng việc duy trì và bón kết hợp phân hữu cơ trong canh tác giúp tăng 27,27% năng suất thương phẩm của cây trồng nếu so với chỉ bón hoàn toàn phân hóa học (Bảng 4).

Kết quả này cũng cho rằng với lượng bón 5 tấn/ha phân HCVS có thể giúp duy trì và ổn định năng suất bí đao nếu so với bón hoàn phân vô cơ hoặc tưới hoàn toàn phân ốc theo nông dân.

#### 4 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Phân HCVS ủ từ BB, BTS phối trộn BM có hàm lượng đạm, lân và kali tổng số sau khi ủ cao và đạt chỉ tiêu về chất lượng phân HCVS theo Nghị định

108/2017/NĐ-CP và TCN 526/2002/BNNPTNT. Hàm lượng các vi lượng và kim loại nặng dưới ngưỡng cho phép. Mật số nấm *Trichoderma* của phân hữu cơ vi sinh từ BTS-BM là  $6,6 \times 10^7$ CFU/g chất khô, từ BB-BM là  $6,94 \times 10^7$ CFU/g chất khô. Tuy nhiên, cần theo dõi sự tích lũy Mn, Zn, Cu, Cd trong đất sau thời gian canh tác dài Không phát hiện *Salmonella* và *E. coli* trên phân HCVD từ 2 nguồn BB-BM và BTS-BM.

Khi bón 5 tấn phân HCVS BB/BTS-BM kết hợp 100% NPK theo KC cho năng suất của tất cả các cây rau đều tăng khác biệt so với ND và KC. Như vậy, việc bón bổ sung thêm 5 tấn phân HCVS từ 2 nguồn bùn thải có hiệu quả cao trong việc cải thiện năng suất cây rau; cần tiếp tục đánh giá hiệu quả của phân HCVS này trên các loại cây trồng khác để mở rộng qui mô sử dụng trên các loại cây trồng.

### LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Trường Đại học Đồng Tháp đã tạo điều kiện để thực hiện nghiên cứu này. Nhóm tác giả đồng cảm ơn sự giúp đỡ của các cán bộ phòng phân tích hóa, lý, sinh học đất Bộ môn Khoa học đất, Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bộ Công Thương, 2009. Quyết định số 2435/QĐ-BCT ngày 21 tháng 5 năm 2009 của Bộ Công Thương về Quyết định phê duyệt quy hoạch phát triển ngành Bia-Rượu-Nước giải khát Việt Nam đến năm 2015, tầm nhìn đến năm 2025. Hà Nội.

Bộ Công Thương, 2016. Quyết định số 3690/QĐ-BCT ngày 12 tháng 9 năm 2016 của Bộ Công Thương về Quyết định phê duyệt quy hoạch phát triển ngành bia, rượu, nước giải khát Việt Nam đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2035. Hà Nội,.

Brito, E., Bustamante, M., Paredes, C., Moreno-Caselles, J., Perez-Murcia, M., Perez-Espinosa, A., and Moral, R., 2010. Composting of brewery wastes with agricultural and forest residues, 14th Ramiran International Conference. [http://www.ramiran.net/ramiran2010/docs/Ramiran2010\\_0114\\_final.pdf](http://www.ramiran.net/ramiran2010/docs/Ramiran2010_0114_final.pdf).

Dadi, D., Sulaiman, H. and Leta, S., 2012. Evaluation of composting and the quality of compost from the source separated municipal solid waste. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 16(1): 5-10.

de Bertoldi, M.d., Vallini, G.e. and Pera, A., 1983. The biology of composting: a review. *Waste Management & Research*, 1(1): 157-176.

Đoàn Thị Trúc Linh, 2012. Nghiên cứu sử dụng nấm *Trichoderma* ủ bùn công thải phối trộn với vật liệu hữu cơ. Luận văn thạc sĩ Khoa học môi trường, Đại học Cần Thơ.

Dương Minh Viễn, Trần Kim Tính và Võ Thị Gương, 2011. Ủ phân hữu cơ vi sinh và hiệu quả

trong cải thiện năng suất cây trồng và chất lượng đất. Nxb. Nông nghiệp. 136 trang.

Eifediyi, E. and Remison, S., 2010. Growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) as influenced by farmyard manure and inorganic fertilizer. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 2(7): 216-220.

Elad, Y., Chet, I. and Henis, Y., 1981. A selective medium for improving quantitative isolation of *Trichoderma* spp. from soil. *Phytoparasitica*, 9(1): 59-67.

Fillaudeau, L., Blanpain-Avet, P. and Daufin, G., 2006. Water, wastewater and waste management in brewing industries. *Journal of Cleaner Production*, 14(5): 463-471.

Ibrahim, K.H. and Fadni, O., 2013. Effect of organic fertilizers application on growth; yield and quality of tomatoes in North Kordofan (sandy soil) Western Sudan. *Greener Journal of Agricultural Science*, 3(4): 299-304.

Kalatzi, E., Sazakli, E., Karapanagioti, H. and Leotsinidis, M., 2016. Composting of brewery sludge mixed with different bulking agents. 1-12.

Kanagachandran, K. and Jayaratne, R., 2006. Utilization Potential of Brewery Waste Water Sludge as an Organic Fertilizer. *Journal of the Institute of Brewing*, 112(2): 92-96.

Lê Hoàng Việt và Nguyễn Hữu Chiêm, 2013. Giáo trình quản lý và xử lý chất thải rắn. NXB. Đại học Cần Thơ, 520 pp.

Lê Thị Kim Oanh và Trần Thị Mỹ Diệu, 2016. Nghiên cứu sản xuất compost nhằm tái sử dụng bùn thải từ nhà máy xử lý nước thải chế biến cá da trơn. *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, 18(2M): 99-114.

Lê Thị Thanh Chi, Võ Thị Gương và Joachim Clemens, 2010. Tác dụng của phân hữu cơ từ hầm ủ biogas trong cải thiện độ phì nhiêu đất và năng suất cây trồng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 13: 160-169.

Mahmoud, E., El-Kader, N.A., Robin, P., Akkal-Corfini, N. and El-Rahman, L.A., 2009. Effects of different organic and inorganic fertilizers on cucumber yield and some soil properties. *World J. Agric. Sci*, 5(4): 408-414.

Mehdizadeh, M., Darbandi, E.I., Naseri-Rad, H. and Tobe, H., 2013. Growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as influenced by different organic fertilizers. *International journal of Agronomy and plant production*, 4(4): 734-738.

Misra, R., Roy, R. and Hiraoka, H., 2016. On-farm composting methods. 1729-0554, Rome, Italy: UN-FAO.

Moretti, S.M.L., Bertoncini, E.I. and Abreu-Junior, C.H., 2015. Composting sewage sludge with green waste from tree pruning. *Scientia Agricola*, 72(5): 432-439.

Moretti, S.M.L., Bertoncini, E.I., Vitti, A.C., Alleoni, L.R.F. and Abreu-Junior, C.H., 2016.



- Concentration of Cu, Zn, Cr, Ni, Cd, and Pb in soil, sugarcane leaf and juice: residual effect of sewage sludge and organic compost application. *Environmental monitoring and assessment*, 188(3): 1-12.
- Nartey, E.G., Amoah, P., Ofori-Budu, G.K., Muspratt, A. and Pradhan, S.k., 2017. Effects of co-composting of faecal sludge and agricultural wastes on tomato transplant and growth. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 6(1): 23-36.
- Nguyễn Đắc Kiên, Nguyễn Quang Trung, Nguyễn Thị Duyên, Lê Thị Hoàng Oanh và Nguyễn Thị Hà, 2016. Tận dụng bùn thải ao nuôi tôm để sản xuất phân bón hữu cơ. *Tạp chí Khoa học Đại học quốc gia Hà Nội 1S(Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 32)*: 231-237
- Nguyễn Thị Phương, Lâm Ngọc Tuyết, Nguyễn Mỹ Hoa và Đỗ Thị Xuân, 2017a. Sử dụng bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải của nhà máy chế biến thủy sản trong ủ phân hữu cơ. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn 5(Kỳ 1 tháng 3/2017)*: 54-61.
- Nguyễn Thị Phương, Lâm Ngọc Tuyết, Nguyễn Mỹ Hoa và Đỗ Thị Xuân, 2017b. Sử dụng bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải của nhà máy sản xuất bia trong ủ phân hữu cơ. *Tạp chí Khoa học đất (Vietnam soil science), Hội Khoa học đất Việt Nam, 50/2017(Môi trường đất)*: 47-52.
- Nguyễn Thị Phương, Nguyễn Mỹ Hoa, Đỗ Thị Xuân, Lâm Ngọc Tuyết và Võ Thị Thu Trân, 2016. Đặc tính bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải của nhà máy sản xuất bia và chế biến thủy sản. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ 45A/2016(Phần A: Khoa học Tự nhiên, Công nghệ và Môi trường)*: 74-81.
- Przewrocki, P., Kulczycka, J., Wzorek, Z., Kowalski, Z., Gorazda, K., and Jodko, M., 2004. Risk analysis of sewage sludge-Poland and EU comparative approach. *Polish Journal of Environmental Studies*, 13(2): 237-244.
- Rebah, F.B., Tyagi, R.D., Prevost, D. and Surampalli, R.Y., 2002. Wastewater sludge as a new medium for rhizobial growth. *Water quality research journal of Canada*, 37(2): 353-370.
- Rudat, H., Sabel-Koschella, U. and Konstanczak, M., 1999. Utilisation of organic waste in (peri-) urban centres, Utilisation of organic waste in (peri-) urban centres. *GTZ*.
- Sarhan, T.Z., Mohammed, G.H. and Teli, J., 2011. Effect of bio and organic fertilizers on growth, yield and fruit quality of summer squash. *Sarhad Journal of Agriculture*, 27(3): 377-383.
- Senthilraja, K., Jothimani, P. and Rajannan, G., 2013. Effect of brewery wastewater on growth and physiological changes in maize, sunflower and sesame crops. *Int J Life Sci Educ Res*, 1(1): 36-42.
- Shilev, S., Naydenov, M., Vancheva, V. and Aladjadjyan, A., 2007. Composting of food and agricultural wastes, Utilization of By-Products and Treatment of Waste in the Food Industry. Springer, pp. 283-301.
- Singh, V.K., Dwivedi, B.S., Singh, S.K., Majumdar, K., Jat, M.L., Mishra, R.P., and Rani, M., 2014. Optimal physical parameters for growth of *Trichoderma* species at varying pH, temperature and agitation. *Virol Mycol*, 3(1): 1-7.
- Stocks, C., Barker, A. and Guy, S., 2002. The composting of brewery sludge. *Journal of the Institute of Brewing*, 108(4): 452-458.
- Tăng Thanh Nhân, 2010. Sản xuất phân trùn từ rế lục bình và phân gia súc và đánh giá hiệu quả trên năng suất rau và hoa. *Luận văn thạc sĩ ngành Khoa học đất, Đại học Cần Thơ*.
- Trần Ngọc Hữu, Đỗ Tấn Trung, Nguyễn Quốc Khương, Nguyễn Thành Hối và Ngô Ngọc Hưng, 2014. Thành phần dinh dưỡng NPK trong ủ phân hữu cơ vi sinh và hiệu quả trong cải thiện sinh trưởng và năng suất lúa. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ 3(Số chuyên đề: Nông nghiệp)*: 151-157
- Trần Thị Kim Hạnh, 2013. Nghiên cứu sử dụng bùn thải sinh học từ nước thải sản xuất bia để nuôi cấy vi khuẩn *Bacillus Thuringiensis* sinh độc tố diệt sâu. . *Luận văn thạc sĩ. Đại học Thái Nguyên*.
- Võ Phú Đức, 2013. Xây dựng quy trình sản xuất phân hữu cơ vi sinh từ nguồn bùn thải phát sinh trong quá trình chế biến cá tra. *Đề tài Khoa học và công nghệ tỉnh Đồng Tháp*.
- Võ Thị Gương (Editor), 2010. *Giáo trình chất hữu cơ trong đất. Phần 7. Hiệu quả của phân hữu cơ vi sinh bã bùn mía trong cải thiện năng suất dưa leo tại Long Xuyên và Thới Thuận. Cần Thơ. NXB. Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ*.
- Võ Thị Gương, Nguyễn Mỹ Hoa, Châu Minh Khôi, Trần Văn Dũng và Dương Minh Viễn, 2016. Quản lý độ phì nhiêu đất và hiệu quả sử dụng phân bón ở Đồng bằng sông Cửu Long. *Chương 4. Hiệu quả sử dụng phân hữu cơ trong cải thiện đặc tính đất và năng suất cây trồng ở ĐBSCL. NXB. Đại học Cần Thơ, 264 pp*.
- Vriens, L., Nihoul, R. and Verachtert, H., 1989. Activated sludges as animal feed: A review. *Biological Wastes*, 27(3): 161-207.
- Vũ Hải Yến, 2015. Nghiên cứu sản xuất phân bón hữu cơ – vi sinh từ bã cà phê. In: H.N. Bộ tài nguyên và Môi trường (Editor), *Kỷ yếu Hội nghị môi trường toàn quốc lần thứ IV ngày 29/09/2015*: 74-82.
- Wang, P., Zhang, S., Wang, C., Hou, J., Guo, P., and Lin, Z.P., 2008. Study of heavy metal in sewage sludge and in Chinese cabbage grown in soil amended with sewage sludge. *African Journal of Biotechnology*, 7(9): 1329-1334.
- Wei, L., Shutao, W., Jin, Z. and Tong, X., 2014. Biochar influences the microbial community structure during tomato stalk composting with chicken manure. *Bioresource technology*, 154: 148-154.