

SẢN XUẤT THỦ PHÂN BÓN HỮU CƠ VI SINH TỪ Bùn AO NUÔI Tôm THẺ CHÂN TRẮNG THÂM CANH MẬT ĐỘ CAO BẰNG CÔNG NGHỆ CHẾ BIẾN VI SINH

NGUYỄN PHÚ BẢO^{1*}, NGÔ XUÂN HUY², PHẠM HỒNG NHẬT³

¹ Viện Nhiệt đới môi trường, Trung tâm Nghiên cứu Môi trường và Xã hội

² Trường Đại học Công nghiệp TP. Hồ Chí Minh

³ Trường Đại học Văn Lang

Tóm tắt:

Sự chuyển đổi từ mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng truyền thống sang mô hình nuôi thâm canh mật độ cao (mật độ 200 – hơn 500 con/m² mặt nước) đã dẫn đến lượng bùn thải ao nuôi ngày càng nhiều. Tuy nhiên, thành phần chất hữu cơ, chất dinh dưỡng trong bùn ao nuôi tôm là khá cao nên có thể xem như là một nguồn tài nguyên, có thể sử dụng cho sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh. Công nghệ vi sinh lên men ướt là đã được áp dụng để sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh. Phân bón hữu cơ vi sinh được sản xuất có chất lượng đạt QCVN 01-189:2019/BNNPTNT. Ngoài ra, kết quả đánh giá hiệu quả của phân bón đối với giống lúa OM18 cho thấy, sự gia tăng năng suất từ 10,45% đến 16,72% và tăng giá trị kinh tế khoảng 4,6%...

Từ khóa: Phân bón hữu cơ vi sinh, bùn ao nuôi tôm, tôm thẻ chân trắng, công nghệ vi sinh lên men ướt, tỉnh Trà Vinh. Ngày nhận bài: 20/01/2025; Ngày sửa chữa: 15/2/2025; Ngày duyệt đăng: 31/3/2025.

Production of organic fertilizer from mud of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) raising pond by microbial technology

Abstract:

The conversion from the traditional white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) farming model to a intensive farming model (density of 200 - more than 500 shrimp/m² of water surface) has led to an increasing amount of pond sludge. However, the organic and nutrients content in pond mud is quite high, so it can be considered a resource that can be used for the production of organic fertilizers. The wet fermentation technology was applied for organic fertilizers production. The organic fertilizers quality meet QCVN 01-189:2019/BNNPTNT. In addition, the effectiveness evaluation results of fertilize for the OM18 rice variety also shown increase in productivity from 10.45% to 16.72% and an increase in economic value of about 4.6%...

Keywords: organic fertilizer, pond mud, *Litopenaeus vannamei*, wet fermentation technology, Tra Vinh province.

JEL Classifications: Q51, Q57, Q55.

1. MỞ ĐẦU

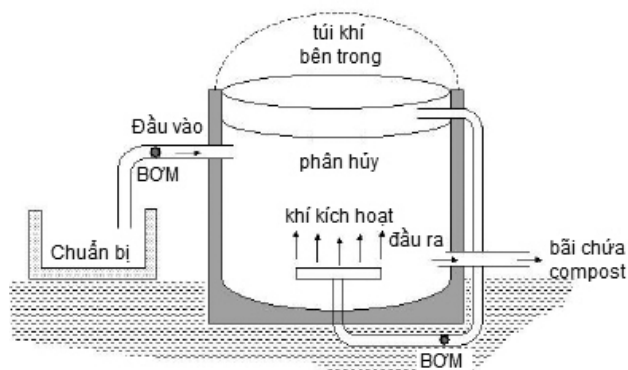
Từ năm 2016, quy trình nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh mật độ cao được bắt đầu áp dụng ở tỉnh Trà Vinh và một số tỉnh ở đồng bằng sông Cửu Long do năng suất tăng khoảng 150 - 200% so với mô hình nuôi tôm truyền thống. Xu hướng chuyển đổi từ các mô hình khác (nuôi ao đất thâm canh đối với tôm thẻ chân trắng, thâm canh, bán thâm canh, quảng canh đối với tôm sú) sang nuôi tôm thâm canh mật độ cao trong khu vực đã gia tăng đáng kể trong những năm gần đây.

Hiện nay, diện tích nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh mật độ cao là rất nhiều như ở Bến Tre có hơn 3.110 ha ao nuôi (Bảo N., 2024), Trà Vinh có hơn 500 ha ao nuôi (Bảo N. P., 2022)... Các nghiên cứu cho thấy, bùn chiếm khoảng 17 – 20% lượng nước thải xả đáy ao từ xi phông và có chứa nhiều chất hữu cơ, chất dinh dưỡng do trong thành phần chủ yếu là

phân tôm, thức ăn nuôi tôm thừa nên có thể sử dụng làm nguyên liệu tốt cho sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh. Khối lượng bùn sinh ra từ thức ăn dư thừa chiếm khoảng 20% lượng thức ăn nuôi tôm (FCR: 1,22), tương đương 0,6% trọng lượng tôm và có chứa nhiều chất ô nhiễm như EDTA, vi sinh vật, các hóa chất khử trùng, hàm lượng chất hữu cơ khoảng 30 - 40%. Mặc dù vậy, hiện nay, người nuôi tôm vẫn xử lý bùn bằng cách bơm trực tiếp kênh tiếp nhận nước thải và chưa có doanh nghiệp, đơn vị nào thực hiện công tác thu gom, xử lý bùn ao nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh mật độ cao. Dựa trên cơ sở khoa học và thực tiễn về nguồn nguyên liệu bùn ao nuôi tôm và kỹ thuật ủ phân hữu cơ vi sinh, nghiên cứu đã thực hiện sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh (HCVS) bằng công nghệ vi sinh lên men ướt liên tục (R&D Project P1-311, 2002). Kết quả nghiên cứu là sẽ góp phần vào việc bảo vệ môi trường, tái sử dụng tài nguyên bùn ở ao nuôi tôm thẻ



chân trắng thâm canh mật độ cao. Khi ứng dụng thành công, kết quả nghiên cứu sẽ góp phần cung cấp phân hữu cơ vi sinh cho khoảng 3.963,7 nghìn ha đất trồng lúa ở đồng bằng sông Cửu Long (Cục thống kê, 2021).



Hình 1. Hệ thống phân hủy ướt trong bể phản ứng hình trụ đứng trong nghiên cứu (R&D Project P1-311, 2002)

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp chuẩn bị nguyên liệu

Nghiên cứu kế thừa quy trình sản xuất phân bón HCVS đã được thực hiện bởi nhóm nghiên cứu (Bảo, 2016). Tuy nhiên do điều kiện nuôi và chất lượng bùn ao nuôi thê chân trắng thâm canh mật độ cao là cũng có sự khác biệt nên các chất dinh dưỡng, vi sinh vật, vi lượng bổ sung cũng đã được nghiên cứu, xác định phù hợp, cụ thể như sau:

2.1.1. Nguyên liệu và vi sinh vật cho phân hữu cơ (compost microorganisms)

Nguyên liệu chính: Bùn ao nuôi tôm thê chân trắng thâm canh mật độ cao được lấy tại bể lắng bùn từ xi phông thải vào.

Bã mía: Được lấy từ xe ép mía và xay nhuyễn.

Vi sinh vật: Bao gồm các chủng vi sinh vật hữu hiệu đã được tuyển chọn và phân lập có những đặc điểm phù hợp với điều kiện chịu mặn (Kim, 2004; Bảo N. P., 2010) (Bảng 1).

Bùn ao nuôi tôm thê chân trắng được kiểm tra độ mặn và yêu cầu độ mặn nhỏ hơn 0,23%. Nếu độ mặn lớn hơn 0,23% thì nhất thiết cần phải thực hiện giảm mặn.

Bùn trước khi giảm mặn được xác định hàm lượng chất hữu cơ và tổng nitơ phục vụ cho tính toán cân bằng C/N.

2.1.2. Phương pháp giảm độ mặn trong bùn ao nuôi tôm thê chân trắng

Dựa vào tính chất hóa học của axit Oxalic là có khả năng tác dụng với một số ion kim loại mạnh như Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ trong dung dịch để tạo thành các tinh thể muối Oxalate. Bên cạnh đó, tốc độ phản ứng tạo thành muối Oxalate phụ thuộc vào nồng độ NaCl có trong dung dịch nên khi nồng độ muối NaCl càng cao thì tốc độ phản ứng (Levanov, Isaikina, Azizova, Kharlanov, & Lunin, 2020) tạo thành tinh thể Oxalate càng nhanh.

Phương pháp được sử dụng để giảm độ mặn trong bùn bằng axit Oxalic được kế thừa từ kết quả nghiên cứu trước đây của tác giả (Bảo, 2016). Cơ chế sự giảm mặn bằng axit Oxalic như sau:

Các muối Oxalate có độ tan thấp hơn so với các muối thuộc loại có liên kết ion hoàn toàn (như NaCl) nên nồng độ tổng chất rắn hòa tan (TDS) trong bùn giảm (Bảng 2).

2.1.3. Phương pháp phân tích chất hữu cơ và tổng Nitơ

Để phân hủy các chất thải hữu cơ, vi khuẩn hữu hiệu sử dụng carbon (C) làm năng lượng và nitơ (N)

Bảng 1. Các chủng vi sinh nổi trội trong bùn ao nuôi tôm thê chân trắng được phân lập, tuyển chọn (Bảo, 2016)

STT	Thành phần vi khuẩn	Thuộc chi	Tính năng	Khả năng chịu NaCl
1	Nấm sợi	Aspergillus	Phân giải tinh bột và xenluloza	< 0,3%
2	Vi khuẩn	Lactobacillus Bacillus	Phân giải protein và tinh bột	< 0,5%
3	Xạ khuẩn	Streptomyces	Phân giải tinh bột và xenluloza	< 0,3%
4	Nấm men	Saccharomyces	Sinh trưởng nhanh trong môi trường hiếu khí hay yếm khí	< 0,3%

Bảng 2. Kết quả so sánh về độ tan của các muối (Bảo, 2016)

Muối	NaCl	$Na_2C_2O_4$	CaCl	CaC_2O_4
Độ tan (g/100ml nước) ở 20°C	35,9	3,41	74,5	Không tan

để tổng hợp Protein. Thông thường tỷ lệ C:N lý tưởng để tạo điều kiện thuận lợi cho các loài vi sinh vật phân hủy các chất hữu cơ ở các giai đoạn đầu hoạt động mạnh là 30:1 (Chongrak, 2007).

Phương pháp xác định hàm lượng chất hữu cơ: Theo TCVN 8941:2011.

Phương pháp xác định hàm lượng tổng Nitơ: Theo TCVN 6498:1999.

2.1.4. Phương pháp lựa chọn chất độn

Dựa vào điều kiện thực tế ở tỉnh Trà Vinh, chất độn được lựa chọn sử dụng trong nghiên cứu là bã mía. Trong bã mía chứa trung bình 49% là nước, 48% là xơ (trong đó chứa 45 – 55% xenlulo), 2,5% là chất hòa tan (khoáng chất) và các axit amin. Bên cạnh đó, do đặc tính của bùn ao nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh là có độ ẩm cao, hàm lượng chất hữu cơ và một số chất dinh dưỡng khác là tương đối lớn nên việc chọn tỷ lệ chất độn khi đưa vào nguyên liệu chính cũng được nghiên cứu xác định.

2.1.5. Phương pháp cân bằng tỷ lệ C/N trong nguyên liệu

Do tỷ lệ C/N trong các thành phần nguyên liệu là khác nhau và không đạt được tỷ lệ lý tưởng (C/N 30:1) nên cần phải được hiệu chỉnh bằng cách bổ sung dưỡng chất tương ứng. Áp dụng công thức tính khối lượng chất độn bổ sung (Chongrak, 2007).

$$X * \frac{\%C1 + \%C2}{\%N1 + \%N2} = \frac{30}{1} \quad (C1)$$

Trong đó: X: khối lượng nguyên liệu được bổ sung (Hỗn hợp bùn – bã mía).

C1: hàm lượng chất hữu cơ của bùn ao nuôi tôm thẻ chân trắng.

C2: hàm lượng chất hữu cơ của bã mía.

N1: hàm lượng tổng Nitơ của bùn ao nuôi tôm thẻ chân trắng.

N2: hàm lượng tổng Nitơ của bã mía.

2.1.6. Xác định độ trộn đều của nguyên liệu

Hỗn hợp nguyên liệu cần được trộn đều trước khi ủ. Quy trình xác định độ trộn đều của nguyên liệu được thực hiện như sau:

Chất xác định phân bố đều trong nguyên liệu: Với nồng độ Kali ban đầu của bùn ao nuôi tôm khoảng 1,63% và nồng độ Kali khi được trộn đều (70% bùn với 30% chất độn, độ tin cậy P=0,95) thì hàm lượng dự kiến nằm trong khoảng 1,08 - 1,20%.

Phương pháp xác định độ trộn đều: Áp dụng phương pháp tối ưu hóa thực nghiệm (Trí, 2005) với điều kiện thực nghiệm 02 yếu tố toàn phần:

Tốc độ trộn: 5, 10, 15 vòng/phút.

Thời gian trộn: 5 - 7,5 - 10 - 12,5 - 15 phút.

Thiết bị trộn: Thùng trộn nằm ngang, thùng quay.

Xác định điều kiện trộn tối ưu

Tổng số thí nghiệm khảo sát sự trộn đều: 16 thí nghiệm.

Thiết bị trộn: Thùng quay, nằm ngang.

Điều khiển tốc độ: Tự động điều tốc.

Các giá trị của kết quả thực nghiệm được tính toán và phân tích phương sai (Analysis of Variance) bằng phần mềm excel (Giáp, 1997).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp kiểm soát nhiệt độ, pH, độ ẩm

1) *Kiểm soát độ ẩm*: Trong quá trình ủ (composting), nước được bổ sung để đạt được độ hoạt tính tối ưu của vi sinh vật. Độ ẩm tối ưu của quá trình ủ phân vi sinh yếm khí dao động trong khoảng 50 - 60% được tính theo công thức (2) (Ken, 2000).

$$\text{Độ ẩm (H}_2\text{O)} = \frac{(a * x) + (b * y) + (c * z)}{x + y + z} \quad (C2)$$

Trong đó:

	Độ ẩm (%)	Tỷ lệ (%)
Bùn ao nuôi tôm thẻ chân trắng	a = 78,5	x = 70
Chất độn bã mía	b = 11,0	y = 30
Hỗn hợp vi sinh - chất dinh dưỡng	c = 1,0	z = 2,82

Độ ẩm được lấy mẫu và phân tích hàng ngày theo TCVN 9297:2012. Nếu độ ẩm có xu hướng giảm (thấp hơn 40%) thì phun hơi nước với thể tích 05 lít/lần.

2) *Kiểm soát độ pH, nhiệt độ*: Giá trị pH tối ưu để vi sinh vật phát triển dao động trong khoảng 6,5 - 7,5. Nếu pH lớn hơn 9,0 hoặc thấp hơn 4,5 thì các phân tử axit yếu hoặc bazơ yếu có thể khuếch tán dễ dàng hơn vào tế bào so với các ion hydro và hydroxyt, do đó làm thay đổi pH nội bào và phá hủy tế bào.

Nhiệt độ và độ pH trong quá trình ủ được đo hàng ngày vào lúc 16h00 cùng với việc lấy mẫu xác định độ ẩm.

Thiết bị đo nhiệt độ, pH: Sử dụng thiết bị HI99121 (Hana, Mỹ).

2.2.2. Kiểm soát quá trình ủ phân bón hữu cơ vi sinh

Một số thông số có ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả của quá trình chuyển hóa các chất hữu cơ, dinh dưỡng và phát triển vi sinh vật là được kiểm soát, gồm:

Theo dõi độ mặn: Tần suất 07 ngày/lần. Xác định theo TCVN 8727:2012.

Theo dõi nhiệt độ, pH, độ ẩm: Đo trực tiếp hàng ngày.



Theo dõi hàm lượng chất hữu cơ và dinh dưỡng, vi sinh vật: Tần suất 7 ngày/lần. Xác định theo TCVN 9294:2012, TCVN 8557:2010 và TCVN 6168:2002 tương ứng.

Cấp khí: Hàng ngày, mỗi lần cấp 1 giờ vào buổi sáng.

Bổ sung vi sinh vật: Tần suất 1 lần/tuần, mỗi lần 5 lít với dung dịch 1%.

2.2.3. Phương pháp kiểm tra chất lượng phân bón HCVS:

Các phương pháp được sử dụng cho phân tích chất lượng phân bón HCVS theo QCVN 01-189:2019/BNNPTNT bao gồm: Hàm lượng chất hữu cơ (TCVN 9294:2012), Độ ẩm (TCVN 9297:2012), pH_{H₂O} (Ref. TCVN 5979:2007), As (TCVN 11403:2016), Cd (TCVN 9291:2018), Pb (TCVN 9290:2018), Hg (TCVN 10676:2015), Bacillus spp (KNPB/HD/101), Bacillus subtilis (KNPB/HD/101), Độ mặn (TCVN 8727:2012), E. coli (Ref. TCVN 6846:2007) và Salmonella spp (Ref. TCVN 10780-1:2017).

2.2.4. Phương pháp đánh giá ảnh hưởng của phân bón hữu cơ vi sinh đối với sự phát triển của cây lúa

1) **Mục đích đánh giá:** Đánh giá chất lượng phân bón phục vụ cho nghiên cứu, không sử dụng cho mục đích được công nhận lưu hành.

2) **Đối tượng được đánh giá:** Giống lúa OM18 với mật độ là 7 kg giống/1.000 m².

3) **Loại đất canh tác:** Đất thịt với một số chỉ tiêu cơ bản như cát (45%, limon (40%), sét (15%), chất hữu cơ (1,1%), pH_{H₂O}(4,9), nitơ tổng số (0,11%), P₂O₅ tổng (0,04 -1,10%), K₂O tổng (0,55%).

4) **Thiết kế thí nghiệm:** Thí nghiệm được thiết kế theo phương pháp thí nghiệm đồng ruộng kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB), gồm 04 công thức và 03 lần

nhắc lại. Trong đó, CT0 là công thức đối chứng, 03 công thức còn lại là công thức thí nghiệm.

Diện tích mỗi ô thí nghiệm: 150m². Tổng diện tích thí nghiệm 150m² x 4 x 3 = 1.800 m², được bố trí trên cùng một thửa đất (Bảng 3).

5) **Chế độ canh tác:** Định lượng và loại phân bón nền được sử dụng như Bảng 4.

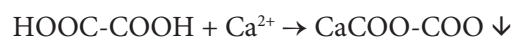
6) **Phương pháp thử nghiệm:** Quy trình thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của phân bón hữu cơ vi sinh đối với sự phát triển của cây lúa là được thực hiện theo hướng dẫn của nghị định 84/2019/NĐ-CP với qui mô thí nghiệm 1.000m² và thời gian thực hiện trong 01 vụ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Chuẩn bị nguyên liệu

3.1.1. Giảm độ mặn của bùn nuôi tôm thẻ chân trắng

Khi cho axit oxalic vào trong nguyên liệu bùn ở dạng lỏng, phản ứng giữa axit Oxalic với Na⁺ và ion Ca²⁺ được diễn ra như sau:



Theo phương trình cân bằng khối lượng phản ứng, để giảm 1% độ mặn trong bùn thì cần thêm 0,65% axit oxalic.

3.1.2. Xác định tỷ lệ C/N tối ưu và bổ sung chất dinh dưỡng, vi sinh vật

1) Lượng chất hữu cơ thêm vào

Carbon cung cấp cả nguồn năng lượng và sinh khối cơ bản để hình thành tế bào vi sinh vật. Nitơ là thành phần quan trọng của protein, axit nucleic, axit amin, enzyme và đồng enzyme cần thiết cho sự phát triển và chức năng của tế bào. Kết quả phân tích hàm lượng

Bảng 3. Sơ đồ bố trí thí nghiệm

Nhắc lại 1	CT1	CT2	CT0 (Đ/c)	CT3
Nhắc lại 2	CT0(Đ/c)	CT1	CT3	CT3
Nhắc lại 3	CT3	CT0(Đ/c)	CT2	CT1

Bảng 4. Lượng phân bón và thời gian bón phân trên cây lúa của các công thức

Tên phân bón		Tổng lượng phân bón (kg/ha/vụ)	Bón lót (kg/ha/vụ)	Bón lần 1 (kg/ha/vụ)	Bón lần 2 (kg/ha/vụ)	Bón lần 3 (kg/ha/vụ)	Bón lần 4 (kg/ha/vụ)
Phân bón nền	Lân	125	125				
	DAP	275	15	65	65	65	65
	URE	260		65	65	65	65
	Kali	260		65	65	65	65
Phân bón thí nghiệm theo 03 công thức		CT1: 700		200	200	200	100
		CT2: 550		150	150	150	100
		CT3: 850		250	250	250	100

Bảng 5. Kết quả kiểm định Anova quá trình trộn đều

ANOVA	df	SS	MS
Regression	2	0,004	0,002
Residual	13	0,011	0,001
Total	15	0,015	
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>
Intercept	1,178	0,028	40,271
X Variable 1	0,004	0,002	1,883
X Variable 2	-0,002	0,002	-1,061

Nguồn: Kết quả nghiên cứu

chất hữu cơ, tổng Nitơ và tỷ lệ C/N trong các thành phần nguyên liệu được nghiên cứu như sau:

Tỷ lệ C/N của bùn = 25,41:1.

Tỷ lệ C/N của chất độn = 24,89:1.

Cân bằng tỷ lệ C/N = 30:1. Áp dụng công thức:

$$X * \frac{\% C1 + \% C2}{\% N1 + \% N2} = \frac{30}{1}$$

Kết quả tính: X = 1,59.

Tỷ lệ chất hữu cơ cần thêm vào là 1,59%. Lượng chất hữu cơ được bổ sung bằng thành phần rỉ đường, có tỷ lệ chất hữu cơ chiếm 76%. Lượng rỉ đường thêm vào hỗn hợp nguyên liệu là 2,10%.

2) Lượng chất dinh dưỡng, vi sinh vật bổ sung

Vi sinh vật có chức năng chính trong quá trình ủ là phân giải xenlulo và cố định đạm do đó lượng vi sinh vật đặc thù bổ sung tương đương với hàm lượng nitơ có sẵn là 1,41%. Vi sinh vật đặc thù được phân lập từ bùn ao nuôi tôm thẻ chân trắng và được nuôi cấy trong môi trường phù hợp tương ứng với từng chủng vi sinh. Các vi sinh vật được bổ sung là *Aspergillus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Streptomyces*, *Saccharomyces*. Mật độ vi sinh vật 1,0x10⁶ CFU/g và lượng vi sinh vật bổ sung cho từng loại là 0,282%.

Chất dinh dưỡng: bổ sung cho quá trình chuyển hóa vi sinh vật, tăng cường sự hoạt động của vi sinh vật, chuyển hóa chất hữu cơ thành dạng carbon tế bào, dễ hấp thu. Lượng dinh dưỡng được bổ sung tương đương với lượng vi sinh vật thêm tương ứng là 1,41%. Loại chất dinh dưỡng được bổ sung là N 41%, P 46%, K 72% với tỷ lệ 0,47% trong hỗn hợp nguyên liệu ủ phân hữu cơ vi sinh.

3.1.3. Kết quả tính toán độ trộn đều và trộn nguyên liệu

Kết quả phân tích hàm lượng Kali trong các ừng thí nghiệm được xử lý thống kê với độ tin cậy P=95%.

So sánh các kết quả thực nghiệm của nghiên cứu sự trộn đều với giá trị hệ số Student lý thuyết (xác suất p=0,95 và số bậc tự do f=15) được các kết quả như sau:

Hệ số hồi quy tự do b₀: có hệ số Student thực nghiệm (t_{tn} = 40,27) lớn hơn hệ số Student lý thuyết (t_{lt} = 1,753) nên hệ số b₀ có ý nghĩa.

Hệ số hồi quy Student thực nghiệm của tốc độ trộn (b₁) có giá trị là 1,883 lớn hơn hệ số Student lý thuyết (t_{lt} = 1,753) nên hệ số hồi quy b₁ có ý nghĩa.

Hệ số hồi quy Student của thời gian trộn (b₂) có giá trị tuyệt đối (1,06) là nhỏ hơn hệ số Student lý thuyết (t_{lt} = 1,753) nên hệ số hồi quy b₂ là không có ý nghĩa. Như vậy, sự trộn đều nguyên liệu trong khoảng thời gian 1-15 phút, không phụ thuộc tuyến tính vào thời gian trộn mà chỉ phụ thuộc tuyến tính vào tốc độ trộn (Bảng 5).

Phương trình hồi quy tuyến tính biểu diễn sự trộn đều nguyên liệu (Y) của máy trộn thùng quay phụ thuộc vào tốc độ trộn được xác định như sau:

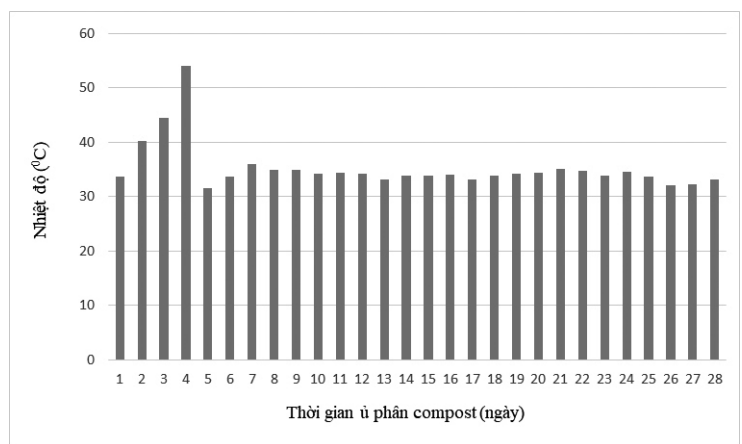
$$(Y) = 0,004X_1 + 1,116$$

Trong đó: X₁ là tốc độ trộn (5 - 15 vòng/phút)

Trong thực tế nghiên cứu sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh, tốc độ trộn biến động trong khoảng 6 - 8 vòng/phút và thời gian trộn khoảng 15 phút. Sau khi các nguyên liệu được trộn đều thì được đưa sang bồn ủ để đánh giá các yếu tố của quá trình ủ.

3.1.4. Kiểm soát quy trình ủ nguyên liệu trong quá trình ủ phân bón HCVS

Trong quá trình ủ phân bón hữu cơ vi sinh, các yếu tố về nhiệt độ, pH và độ ẩm là được quan trắc hàng ngày. Sau 2 - 4 ngày ủ, nhiệt độ tăng cao (40,2 - 54,1°C) và khí sinh ra nhiều, nắp bồn ủ được tháo để thoát nhiệt và khí. Sau khoảng thời gian 5 ngày, nhiệt độ ổn định trong khoảng 31,5 - 35,9°C trong suốt quá trình ủ. Kết quả nghiên cứu về sự biến độ nhiệt độ



Hình 2. Diễn biến nhiệt độ theo thời gian ủ compost

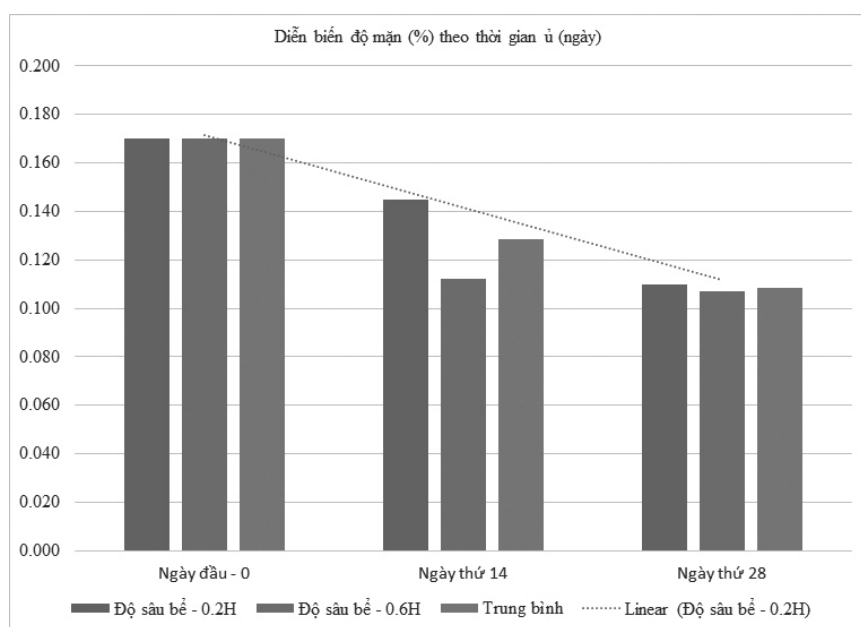


trong quá trình ủ cũng phù hợp với nghiên cứu của nước ngoài về ủ phân bón hữu cơ vi sinh (Ken, 2000).

Các yếu tố nhiệt độ, pH và độ ẩm là được giữ ở mức độ khá ổn định và phù hợp với các khuyến nghị về điều kiện cho sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh. Sự khác biệt tương đối về giá trị của các yếu tố được quan trắc trong quá trình ủ phân là thấp, dao động trong khoảng 0,06 - 0,13%. Giá trị trung bình của các yếu tố được ghi nhận như nhiệt độ khoảng 35,22°C, pH khoảng 7,68 và độ ẩm khoảng 53,76% (Hình 2).

Kết quả nghiên cứu trong quá trình ủ phân hữu cơ vi sinh cũng cho thấy, có sự tương quan tuyến tính nghịch giữa pH với độ ẩm (H%), nghĩa là độ ẩm tăng thì pH giảm và ngược lại. Nghiên cứu đã xác định được phương trình tương quan hồi quy giữa pH và độ ẩm (H%) và được thể hiện trong phương trình (4) với khoảng xác định của độ ẩm là 49,03 - 58,98%.

$$pH = -0,10H\% + 12,95$$



Hình 3. Diễn biến độ ẩm của phân bón theo thời gian ủ

3.1.5. Theo dõi sự biến động các thành phần trong quá trình ủ

Như đã thể hiện trong cơ chế giảm độ mặn, phản ứng giữa axit oxalic với các ion kim loại kiềm (Na) và kiềm thổ (Ca) phụ thuộc nhiều vào thời gian và nhiệt độ theo phương trình lũy thừa của Areniut (Arrhenius). Do quá trình ủ phân được thực hiện theo cơ chế ủ yếm khí trong thời gian 28 ngày và nhiệt độ tăng trong quá trình ủ nên phản ứng tạo muối Oxalate

(không tan) theo chiều thuận và do đó góp phần làm giảm độ mặn trong quá trình ủ phân bón.

Hàm lượng chất hữu cơ trong phân bón tăng nhẹ do sự phân hủy các thành phần trong bùn bởi vi sinh vật. Với sự tác dụng của vi sinh vật, một số cacbon ở dạng vô cơ hoặc hữu cơ khó phân hủy chuyển sang dạng cacbon hữu cơ dễ phân hủy và dễ hấp thu. Trong quá trình ủ, hàm lượng N giảm là do chúng chuyển hóa một thành thành tế bào của các vi sinh vật, làm tăng mật độ vi sinh vật và tăng tính hữu hiệu của phân bón.

Như vậy, các thông số kỹ thuật của công nghệ đã được hoàn thiện và kiểm tra về kết quả và đáng tin cậy. Kết quả thực nghiệm đã tìm ra các mối quan hệ để điều chỉnh các thông số nhằm kiểm soát được quy trình sản xuất.

Thực nghiệm trong tính toán đã xác định được khối lượng tổng Nitơ bổ sung là 1,41% nên sau 07 ngày, tỷ lệ C/N là khoảng 12,2 và đạt yêu cầu của QCVN 01-189:2019/BNNPTNT đối với phân bón hữu cơ vi sinh.

3.2. Kết quả kiểm tra và đánh giá chất lượng phân bón hữu cơ vi sinh

Phân bón HCVS sau khi được sản xuất đã được kiểm nghiệm để đánh giá chất lượng của các thông số đã hoàn thiện cũng như đánh giá tính tin cậy của phương pháp kiểm nghiệm chất lượng phân bón. Xử lý số liệu về kết quả phân tích phân bón HCVS là được so sánh, đánh giá chất lượng so theo nghị định số 108/2017/NĐ-CP và QCVN 01-189:2019/BNNPTNT.

Bảng 6. Kết quả theo dõi chất lượng phân bón trong quá trình ủ

	Nguyên liệu thô	Nguyên liệu được ủ	Phân bón ủ 7 ngày	Phân bón ủ 21 ngày	Phân bón ủ 28 ngày
C (%)	13,30	21,19	22,2	25,9	28,1
N (%)	0,71	0,71	0,41	0,33	0,32
Tỷ lệ C/N (chưa bổ sung N)	19	30	54	78	88
Tỷ lệ C/N (có bổ sung N: 1,41%)	-	-	12,2	-	-

Bảng 7. Kết quả phân tích trung bình chất lượng phân bón HCVS qua các đợt thử nghiệm

STT	Thông số	Đơn vị	Kết quả phân tích trung bình mẫu phân bón hữu cơ vi sinh		
			M1 – Mẫu đối chứng*	M2 – Mẫu kiểm nghiệm vi sinh	M3 - Mẫu hoàn thiện công nghệ
1	Hàm lượng chất hữu cơ	%	29,1	27,8	24,8
2	Tỷ lệ C/N	-	27,0	29,7	30,2
3	Độ ẩm	%	27,7	27,0	29,3
4	pH	-	7,8	7,5	7,5
5	Độ mặn***	%	0,1	0,1	0,1
6	Hàm lượng As	mg/kg	0,7	0,6	0,6
7	Hàm lượng Cd	mg/kg	0,2	0,2	0,2
8	Hàm lượng Pb	mg/kg	0,8	0,7	0,9
9	Hàm lượng Hg	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01
10	E. coli	MPN/g	KPH	KPH	KPH
11	Salmonella spp	MPN/25g	KPH	KPH	KPH
12	Mật độ VSV cố định N	CFU/g	3,4 x10 ⁷	2,9 x10 ⁷ **	9,3 x10 ⁷
13	Mật độ VSV phân giải P	CFU/g	1,9 x10 ⁷	2,6 x10 ⁷ **	3,3 x10 ⁷
14	Mật độ VSV phân giải Xenlulo	CFU/g	6,3 x10 ⁷	6,5 x10 ⁷ **	4,3 x10 ⁷

Ghi chú:

*Trung tâm Kiểm nghiệm Phân bón quốc gia thực hiện.

** Trung tâm Dịch vụ Phân tích và Thí nghiệm (CASE) thực hiện.

*** Trung tâm Nghiên cứu và Dịch vụ công nghệ môi trường (ETC) thực hiện.

Phân bón HCVS được đánh giá bởi 02 thông số chính là hàm lượng chất hữu cơ (>15%) và mật độ vi sinh vật (>1,0*10⁶ CFU/g đối với mỗi loại vi sinh vật). Ngoài ra còn các thông số hạn chế như Hg, As, Cd, Pb và E.coli và Salmonella. Kết quả tự kiểm tra đánh giá về chất lượng phân bón hữu cơ vi sinh như được thể hiện trong Bảng 6.

Nhận xét: Phân bón HCVS được làm từ bùn ao nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh mật độ cao bởi công nghệ vi sinh là có chất lượng đạt QCVN 01-189:2019/ BNNPTNT đối với phân bón hữu cơ vi sinh.

Các kết quả nghiên cứu và kiểm chứng đều cho những giá trị khá ổn định, điều này chứng tỏ chất lượng nguyên liệu bùn ao nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh mật độ cao là tương đối ổn định về chất lượng.

Nhận xét: Ứng dụng công nghệ vi sinh cho sản xuất phân bón HCVS từ nguyên liệu bùn ao nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh mật độ cao là khả thi và hiệu quả như các kết quả quan trắc và đánh giá như đã được thể hiện ở trên.

3.3. Đánh giá ảnh hưởng của phân bón hữu cơ vi sinh tới sự sinh trưởng, phát triển và năng suất lúa OM18

3.3.1. Tình hình sinh trưởng, phát triển của cây lúa
Qua theo dõi và đánh giá ảnh hưởng của phân bón hữu cơ vi sinh tới sự sinh trưởng, phát triển và năng suất

lúa đã cho thấy, khả năng sinh trưởng của các công thức khảo nghiệm có phần phát triển tốt hơn so với công thức đối chứng. Ở các công thức khảo nghiệm, cây ra rễ nhiều và to, đẻ nhánh nhanh và nhiều hơn. Trong đó, ở công thức khảo nghiệm CT1 lá ra to và dày hơn các công thức còn lại.

3.3.2. Các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất thực thu và bội thu năng suất của cây lúa

So sánh các yếu tố cấu thành năng suất:

Số bông: Số bông của các công thức khảo nghiệm dao động từ 480 – 524 bông/1m², trong đó công thức thu được số bông cao nhất là CT1 đạt 524 bông/1m² cao hơn so với công thức đối chứng 44 bông/1m², công thức khảo nghiệm có số bông thấp nhất là CT2 với 506 bông/1m² cao hơn so với CT0(Đ/c) 25 bông/1m² và CT3 đạt 511 bông/1m² cao hơn so với CT0(Đ/c) 30 bông/1m².

Số hạt chắc trên bông: Trung bình số hạt chắc/bông của 04 công thức dao động từ 73-79 hạt. Trong đó CT0 đạt 73 hạt và công thức khảo nghiệm CT1 đạt 79 hạt, cao nhất trong các công thức và cao hơn so với công thức đối chứng 7 hạt/bông. Công thức khảo nghiệm CT2 và CT3 đạt 74 hạt/bông và cao hơn so với CT0 1 hạt/bông.

Khối lượng 1000 hạt: Khối lượng của 1000 hạt dao động khoảng 24,1 – 25,5gam. Trong đó, công thức



Bảng 8. Các yếu tố cấu thành năng suất của cây lúa

STT	Công thức	Số bông/1m ² (bông)	
		Số bông	Chênh lệch
1	CT0 (Đối chứng)	480	0
2	CT1	524	44
3	CT2	506	25
4	CT3	511	30
STT	Công thức	Số hạt chắc trên bông (hạt)	
		Số hạt	Chênh lệch
1	CT0 (Đối chứng)	73	0
2	CT1	79	5
3	CT2	74	1
4	CT3	74	1
STT	Công thức	Khối lượng 1000 hạt (gam)	
		Khối lượng hạt	Chênh lệch
1	CT0 (Đối chứng)	24,1	0,0
2	CT1	24,1	0,0
3	CT2	25,2	1,1
4	CT3	25,5	1,4

Bảng 9. Kết quả tính năng suất thực thu và bội thu của cây lúa

STT	Công thức	Năng suất thực thu (tạ/ha)	Bội thu năng suất	
			(tạ/ha)	%
1	CT0 (Đối chứng)	76,6	-	-
2	CT1	89,4	12,8	16,72
3	CT2	84,6	8,0	10,45
4	CT3	86,4	9,8	12,84
	CV (%)	5,0		
	LSD _{0,05}	8,4		

Bảng 10. Bảng so sánh sự khác biệt về năng suất giữa các công thức khảo nghiệm

Công thức	CT0 (Đối chứng)	CT1	CT2	CT3
CT0 (Đối chứng)	0	-12,8	-8,0	-9,8
CT1	12,8a	0	4,8	3,0
CT2	8,0	-4,8	0	-1,8
CT3	9,8 a	-3,0	1,8	0

Ghi chú : a - Sai khác có ý nghĩa

đối chứng CT3 có khối lượng cao nhất với 25,5 gam/1000 hạt, CT0 và CT1 có khối lượng 1000 hạt thấp nhất với 24,1 gam thấp hơn CT3 1,4gam. CT2 đạt 25,2 gam/1000 hạt thấp hơn CT3 khoảng 0,3 gam.

So sánh năng suất và bội thu năng suất: trong thực tế, năng suất thực thu thấp hơn so với năng suất được tính theo lý thuyết. Năng suất thực thu và bội thu năng suất được thể hiện như trong Bảng 8.

Các công thức sử dụng phân bón khảo nghiệm đều đạt năng suất cao hơn so với công thức đối chứng. Ở công thức khảo nghiệm CT1 cho ra năng suất thực thu cao nhất là 89,4 tạ/ha cao hơn so với công thức đối chứng (CT0: 76,6 tạ/ha), bội thu năng suất đạt 12,8 tạ/ha (tương đương 16,72%). Hai công thức khảo nghiệm còn lại CT2 đạt năng suất 84,6 tạ/ha và CT3 đạt năng suất 86,4 tạ/ha với bội thu năng suất so với CT0 lần lượt là CT2: 8 tạ/ha (tương đương 10,45%) và CT3: 9,8 tạ/ha (tương đương 12,84%).

Có sự khác biệt về mặt năng suất giữa các công thức. Ở 03 công thức khảo nghiệm đều cho năng suất cao hơn so với công thức đối chứng. Nhưng ở độ tin cậy 95%, CT1 cao hơn CT0 12,8 tạ/ha, CT2 cao hơn 8 tạ/ha và CT3 cao hơn 9,8 tạ/ha, cho thấy sai khác giữa CT1 và CT3 so với công thức đối chứng CT0 là có ý nghĩa.

Bên cạnh đó, khi so sánh sai khác giữa các công thức khảo nghiệm với nhau cho thấy CT1 cao hơn các công thức còn lại, tuy nhiên không có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%.

3.3.3. Đánh giá chất lượng sản phẩm

Về tình hình sinh trưởng: Rễ nhiều và to, đẻ nhánh nhanh và nhiều. Nhìn chung, cây phát triển tốt, lá xanh, to và dày.

Về tình hình sâu bệnh: Bệnh đạo ôn đối với lúa trong giai đoạn 30 - 40 ngày, bệnh sâu cuốn lá trong giai đoạn 35 - 45 ngày.

Về khả năng chống chịu điều kiện bất lợi của cây lúa ở thí nghiệm của phân hữu cơ vi sinh: Lúa chịu hạn tốt và chưa đánh giá được mức độ chống chịu do mưa bão do mùa thực nghiệm có đến gần 95% là nắng.

4. KẾT LUẬN

Quy trình sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh từ bùn ao nuôi tôm thể chân trắng thâm canh mật độ cao bằng công nghệ vi sinh đã được nghiên cứu hoàn thiện về công nghệ, công thức và được sản xuất thử nghiệm. Chất lượng



Thực hiện khảo nghiệm phân bón hữu cơ vi sinh

phân bón hữu cơ vi sinh đạt QCVN 01-189:2019/ BNNPTNT đối với phân bón HCVS.

Nghiên cứu cũng đã xác định được tỷ lệ tỷ lệ giảm mặn cho bùn (thêm 0,65% axit oxalic/giảm 1% độ mặn), các nguyên liệu bùn (70%), chất độn bã mía (30%), bổ sung ri đường (2,10%), các chất dinh dưỡng và vi sinh vật bổ sung (1,41%).

Hiệu quả của phân bón HCVS đối với giống lúa OM18 là gia tăng năng suất lên từ 10,45% đến 16,72% và tăng giá trị kinh tế khoảng 4,6%...

Kiến nghị: Do đa số các cơ sở nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh mật độ cao là nằm rải rác, không tập trung và có quy mô nhỏ nên việc ứng dụng sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh trực tiếp tại hộ nuôi tôm là có hiệu suất thấp. Do đó, kiến nghị nên nghiên cứu xây dựng phương án thu gom, sơ chế bùn ao nuôi tôm thẻ chân trắng mật độ cao tại các cơ sở nuôi tôm thành nguyên liệu và sản xuất phân bón HCVS tại cơ sở tập trung.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Trà Vinh ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bảo, N. (2024). Nghiên cứu xây dựng quy trình xử lý nước thải ao nuôi tôm siêu thâm canh tuần hoàn nước trên địa bàn tỉnh Bến Tre". Bến Tre: Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bến Tre.
2. Bảo, N. P. (2010). Nghiên cứu ứng dụng bùn ao nuôi tôm sú ở Trà Vinh để sản xuất phân bón vi sinh. Trà Vinh: Sở KHCN tỉnh Trà Vinh.
3. Bảo, N. P. (2016). Sản xuất thử nghiệm phân bón

hữu cơ vi sinh từ bùn ao nuôi tôm, bùn ao nuôi cá lóc và phụ phẩm nông nghiệp ở Trà Vinh. Trà Vinh: Sở KHCN tỉnh Trà Vinh.

4. Bảo, N. P. (2022). Xây dựng quy trình xử lý nước và chất thải từ ao nuôi tôm thẻ chân trắng siêu thâm canh bằng phương pháp sinh học tại tỉnh Trà Vinh. Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Trà Vinh.
5. Chongrak, P. (2007). *Organic Waste Recycling: Technology and Management*. Bangkok, Thailand: IWA Publishing.
6. Cục thống kê. (2021). *Niên giám thống kê Việt Nam năm 2020*. Hà Nội.
7. Giáp, Đ. V. (1997). *Phân tích dữ liệu khoa học bằng chương trình MS Excel*. Hà Nội: Nhà xuất bản giáo dục.
8. Ken, M. (2000). *The science and engineering of composting*. Cleveland, OH 44142: *Journal of Composting & Recycling*.
9. Kim, Đ. Đ. (2004). Nghiên cứu công nghệ xử lý bùn ao nuôi tôm góp phần làm sạch môi trường nuôi trồng thủy sản và sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh. Bắc Ninh: Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I.
10. Levanov, A. V., Isaikina, O. Y., Azizova, P. S., Kharlanov, A. N., & Lunin, V. V. (2020). Oxidation of Oxalic Acid in the Ozone-Chloride-Ion Reaction System in an Aqueous Solution. *Russian Journal of Physical Chemistry A*, 71-76.
11. R&D Project P1-311. (2002). *Processes and Plant for Waste Composting and other Aerobic Treatment*. Cambridgeshire: Environment Agency, UK.
12. Trí, B. M. (2005). *Xác suất Thống kê và Quy hoạch Thực nghiệm*. Hà Nội: Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.