

## Efficacy of bokashi-composting methods and quality assessment of organic fertilizers on spinach (*Spinacia oleracea* L.)

Binh T. Nguyen, Tien D. Tran, Nghi T. H. Nguyen, Truong Q. Pham,  
Phuc T. Diep<sup>1</sup>, Thao T. Mai, & Binh T. Nguyen\*

Faculty of Agronomy, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

### ARTICLE INFO

#### Research Paper

Received: May 17, 2023

Revised: June 25, 2023

Accepted: July 11, 2023

#### Keywords

Bokashi

Compost

Corn stalk

Organic

Watercress

#### \*Corresponding author

Nguyen Thanh Binh

Email:

binh.ngthanh@hcmuaf.edu.vn

### ABSTRACT

Raw materials of corn stalk and Japanese watercress at four volumetric ratios of 4:1, 3:1, 2:1, 1:2 were composted for 40 days using compost (PP compost) and bokashi (PP bokashi) methods. The quality of organic fertilizer products as solid ( $R_{Comp}$ ) and liquid ( $L_{Comp}$  &  $L_{Boka}$ ) was analyzed for physico-chemical properties and initially evaluated for spinach (*Spinacia oleracea* L.) in a pot study. The single-factor experiment was arranged in a completely randomized design with seven treatments and three replications. The treatments differed in application rates, types and dilution of liquid organic fertilizers. The PP compost had a thermophilic phase ( $t > 40^{\circ}\text{C}$ ) lasting for 15 days, which was three times longer than the PP bokashi. Accordingly,  $R_{Comp}$  (2:1) had a high EC (electrical conductivity) value (3.8 mS/cm) and organic matter (77.7%), and macronutrient concentrations of total N, available phosphorus and potassium were 26.3 g/kg, 13.6 g  $\text{P}_2\text{O}_5$ /kg and 63.0 g  $\text{K}_2\text{O}$ /kg, respectively. Total aerobic plate counts in  $L_{Comp}$  (2:1) reached  $2.5 \times 10^7$  CFU/mL. Meanwhile,  $L_{Boka}$  (1:2) had an EC value of 19.8 mS/cm, and nutrient concentrations of total N, available phosphorus and potassium were 0.35 g N/kg, 0.09 g  $\text{P}_2\text{O}_5$ /kg and 9.93 g  $\text{K}_2\text{O}$ /kg, respectively. Total humic and fulvic acids in  $L_{Boka}$  (1:2) reached 2,300 mg/kg. The results of the trial rate of 0.5 kg  $R_{Comp}$ /m<sup>2</sup> as a single or combined application with  $L_{Comp}$  (2:1) and  $L_{Boka}$  (1:2) at diluted concentrations of total dissolved solids (TDS) 500 ppm gave a similar performance of plant heights, number of leaves, and yields of 1,278.9 - 1,425.7 g/m<sup>2</sup>, and were significantly different from those of the control treatment (526.8 g/m<sup>2</sup>).

**Cited as:** Nguyen, B. T., Tran, T. D., Nguyen, N. T. H., Pham, T. Q., Diep, P. T., Mai, T. T., & Nguyen, B. T. (2023). Efficacy of bokashi-composting methods and quality assessment of organic fertilizers on spinach (*Spinacia oleracea* L.). *The Journal of Agriculture and Development* 22(5), 1-11.

## Nghiên cứu phương pháp ủ bokashi, compost và đánh giá chất lượng phân bón hữu cơ trên cải bó xôi (*Spinacia oleracea* L.)

Nguyễn Thái Bình, Trần Dương Tiến, Nguyễn Thị Hồng Nghi, Phạm Quốc Trường,

Diệp Trọng Phúc, Mai Thị Thảo & Nguyễn Thanh Bình\*

Khoa Nông Học, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

### THÔNG TIN BÀI BÁO

#### Bài báo khoa học

Ngày nhận: 17/05/2023

Ngày chỉnh sửa: 25/06/2023

Ngày chấp nhận: 11/07/2023

#### Từ khóa

Bokashi

Compost

Hữu cơ

Rau cải xoong

Thân lá bắp

#### \*Tác giả liên hệ

Nguyễn Thanh Bình

Email:

binh.ngthanh@hcmuaf.edu.vn

### TÓM TẮT

Nguyên liệu thân lá bắp và rau cải xoong phối trộn theo bốn tỷ lệ 4:1, 3:1, 2:1, 1:2 (v/v) được ủ làm phân bón hữu cơ (PHC) trong thời gian 40 ngày bằng phương pháp compost (PP compost) và phương pháp bokashi (PP bokashi) nhằm (i) xác định tỷ lệ phối trộn phù hợp. Sản phẩm PHC dạng rắn ( $R_{Comp}$ ) và dạng lỏng ( $L_{Comp}$  và  $L_{Boka}$ ) được phân tích lý hóa tính và (ii) đánh giá sơ bộ chất lượng phân bón trên cây cải bó xôi (*Spinacia oleracea* L.) trồng chậu. Thí nghiệm đơn yếu tố được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên, gồm bảy nghiệm thức (NT) và ba lần lặp lại. Các NT khác nhau về lượng, loại phân bón và nồng độ pha loãng. Phương pháp compost có giai đoạn ưa nhiệt ( $t > 40^{\circ}C$ ) kéo dài 15 ngày, hơn 03 lần so với PP bokashi. Theo đó,  $R_{Comp}(2:1)$  có giá trị EC (electrical conductivity, 3,8 mS/cm) và hàm lượng chất hữu cơ cao 77,7%; thành phần dinh dưỡng đa lượng gồm 26,3 g  $N_{ts}$ /kg, 13,6 g  $P_2O_{5hh}$ /kg và 63,0 g  $K_2O_{hh}$ /kg; tổng số vi sinh vật hiếu khí trong mẫu  $L_{Comp(2:1)}$  đạt  $2,5 \times 10^7$  CFU/mL.  $L_{Boka}(1:2)$  có EC 19,8 mS/cm, hàm lượng dinh dưỡng  $N_{ts}$ ,  $P_2O_{5hh}$  và  $K_2O_{hh}$  lần lượt là 0,35 g/kg; 0,09 g/kg và 9,93 g/kg; tổng axit humic và axit fulvic đạt 2.300 mg/kg. Kết quả bón thử nghiệm  $R_{Comp}$  ở mức 0,5 kg/m<sup>2</sup> bón đơn hoặc bón kết hợp với hai loại dịch chiết  $L_{Comp}$ ,  $L_{Boka}$  pha loãng ở nồng độ chất rắn hòa tan 500 ppm đều cho hiệu quả như nhau và làm tăng chiều cao, số lá, cho năng suất rau thu hoạch từ 1.278,9 - 1.425,7 g/m<sup>2</sup>, khác biệt có ý nghĩa thống kê so với đối chứng không bón (526,8 g/m<sup>2</sup>).

### 1. Đặt Vấn Đề

Tái sử dụng phế phụ phẩm nông nghiệp thành các sản phẩm phân hữu cơ (PHC) được xem là một trong những giải pháp bền vững trong phát triển kinh tế nông nghiệp tuần hoàn. Việt Nam có điều kiện thuận lợi về nguồn nguyên liệu để sản xuất PHC. Theo số liệu của Tổng cục Thống kê năm 2020, cả nước có trên 156,8 triệu tấn phụ

phẩm, trong đó rơm lúa chiếm khối lượng lớn (42,8 triệu tấn), thân cây bắp (10 triệu tấn), rau và quả (3,6 triệu tấn) và các loại khác (6,1 triệu tấn). Tuy nhiên, tỷ lệ thu gom và tái sử dụng phụ phẩm trên chỉ đạt khoảng 52% (GSO, 2020).

Việc xây dựng các quy trình nhằm tận dụng tối đa nguồn nguyên liệu sẵn có tại địa phương có ý nghĩa quan trọng nhằm giảm sự lệ thuộc vào

nguồn phân bón hóa học và PHC thương mại. Ủ compost được biết là một trong những phương pháp đơn giản và hiệu quả trong việc tái chế nguồn chất thải hữu cơ tạo thành các sản phẩm có giá trị như phân bón. Đây là quá trình lên men các hợp chất hữu cơ trong điều kiện hiếu khí, ngược lại, trong điều kiện yếm khí hay không khí hạn chế thì được gọi là ủ bokashi. Cả hai phương pháp trên đều tạo ra các loại sản phẩm phân bón dạng rắn hoặc lỏng có hàm lượng dinh dưỡng cao (Olle, 2021). Phân bón dạng rắn sử dụng bón lót trước khi trồng, sản phẩm có thể dùng để chiết dịch tạo phân bón dạng lỏng để tưới gốc hoặc phun qua lá. Kết quả nghiên cứu bước đầu của nhóm tác giả Phạm & Nguyễn (2022) cho thấy, sử dụng dịch trích compost và bokashi giúp tăng năng suất rau cải xoong Nhật từ 1.327,3 - 1.362,5 kg/1.000 m<sup>2</sup>. Tuy nhiên với tính chất đa dạng của nguồn nguyên liệu, việc làm rõ các quy trình sản xuất và chế biến PHC để tạo ra nhiều loại sản phẩm đáp ứng tốt hơn nhu cầu sử dụng là rất cần thiết.

Mục tiêu của nghiên cứu nhằm: 1) xác định tỷ lệ phối trộn nguyên liệu phù hợp giữa thân lá bắp (TLB) và rau cải xoong (RCX) theo PP compost và PP bokashi và 2) xác định thành phần dinh dưỡng và đánh giá hiệu quả sử dụng phân bón qua bón thử nghiệm cho cải bó xôi (*Spinacia oleracea* L.) trồng chậu.

## 2. Vật Liệu và Phương Pháp

### 2.1. Nguyên liệu ủ và thông tin các nghiệm thức

Nguyên liệu TLB và RCX thu thập từ Trại thực nghiệm Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM được phối trộn theo các tỷ lệ 4:1, 3:1, 2:1, 1:2 (v/v). Theo đó, hỗn hợp được ủ bằng PP compost và PP bokashi trong thời gian 40 ngày. Tổng cộng có 16 thùng ủ (2 PP × 4 tỷ lệ × 2 LLL) được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên. Đặc điểm của nguyên liệu đơn và hỗn hợp sau phối trộn được trình bày trong Bảng 1.

**Bảng 1.** Đặc điểm lý-hóa của nguyên liệu đơn và hỗn hợp

Đặc điểm	TLB	RCX	TLB : RCX (v/v)			
			4:1	3:1	2:1	1:2
Dung trọng <sup>1</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	230	460				
Độ ẩm (%)	65 - 70	86 - 88	70	80	80	80
pH H <sub>2</sub> O (1:10)	7,57	7,26	5,35	5,40	5,31	5,42
EC (mS/cm)	2,39	1,95	1,62	1,94	1,69	2,00
NaCl (%)	0,11	0,11	0,08	0,09	0,08	0,15
N <sub>ts</sub> (g/kg)	13,72	3,26				

<sup>1</sup>Tính trên đơn vị vật liệu tươi sau xay nhuyễn.

TLB: thân lá bắp; RCX: rau cải xoong; EC: electrical conductivity; N<sub>ts</sub>: nitơ tổng số.

**Bảng 2.** Thông tin về các nghiệm thức phân bón trong thí nghiệm

Nghiệm thức <sup>2</sup>	$R_{Comp}$ (g/chậu)	$L_{Comp}$ , $L_{Boka}$ (mL/chậu)	Tỷ lệ pha loãng	TDS sau pha loãng (ppm)	Lượng dung dịch phun qua lá (mL/chậu)	Lượng nguyên chất (kg/1.000 m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>		
						$N_{ts}$	$P_2O_{5hh}$	$K_2O_{hh}$
NT <sub>1</sub>	0	0	-	-	5.000	0	0	0
NT <sub>2</sub>	210	0	-	-	5.000	10,77	5,55	25,82
NT <sub>3</sub>	420	0	-	-	5.000	21,54	11,10	51,64
NT <sub>4</sub>	210	2.500	1:2	500	5.000	11,39	5,55	32,25
NT <sub>5</sub>	210	5.000	1:1	1.000	5.000	12,01	5,55	38,68
NT <sub>6</sub>	210	250	1:20	500	5.000	10,98	5,61	31,73
NT <sub>7</sub>	210	500	1:10	1.000	5.000	11,19	5,66	37,64

<sup>1</sup>Lượng  $P_2O_{5hh}$  chứa bao gồm phần bổ sung từ  $L_{Comp}$ .

<sup>2</sup>NT<sub>1</sub>: đối chứng không bón; NT<sub>2</sub> = 0,5 kg  $R_{Comp}/m^2$  + nước lã; NT<sub>3</sub> = 1,0 kg  $R_{Comp}/m^2$  + nước lã; NT<sub>4</sub> = 0,5 kg  $R_{Comp}/m^2$  +  $L_{Comp500ppm}$ ; NT<sub>5</sub> = 0,5 kg  $R_{Comp}/m^2$  +  $L_{Comp1000ppm}$ ; NT<sub>6</sub> = 0,5 kg  $R_{Comp}/m^2$  +  $L_{Boka500ppm}$ ; và NT<sub>7</sub> = 0,5 kg  $R_{Comp}/m^2$  +  $L_{Boka1000ppm}$ .

TDS: Tổng số chất rắn.

Từ thí nghiệm ủ phân bón chọn ra tỷ lệ phối trộn nguyên liệu phù hợp theo từng phương pháp dựa trên sản phẩm cho kết quả EC cao hơn, sau đó mẫu gộp được phân tích một số thành phần dinh dưỡng chính. Sản phẩm thu được từ PP compost gồm: phân bón dạng rắn ( $R_{Comp}$ ) và phân bón dạng lỏng ( $L_{Comp}$ ) - sản phẩm được chiết từ  $R_{Comp}$  bằng nước sạch (tỷ lệ chiết 1:20, w/v) sau thời gian 24 giờ. Sản phẩm thu được từ PP bokashi là dịch bokashi ( $L_{Boka}$ ). Các mẫu  $R_{Comp}$  và  $L_{Comp}$ ,  $L_{Boka}$  lần lượt được sử dụng để bón qua rễ và phun qua lá cải bó xôi trồng chậu. Kích thước chậu gỗ dài 70 cm × rộng 60 cm × cao 20 cm chứa 57 kg giá thể cát sạch và lượng phân bón chia theo từng NT. Thí nghiệm đơn yếu tố được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên gồm bảy NT và ba lần lặp lại. Các NT khác nhau về loại, lượng phân bón và nồng độ pha loãng, trong đó: NT<sub>1</sub> = đối chứng không bón; NT<sub>2</sub> = 0,5 kg  $R_{Comp}/m^2$  + phun nước lã; NT<sub>3</sub> = 1,0 kg  $R_{Comp}/m^2$  + phun nước lã; NT<sub>4</sub> = 0,5 kg  $R_{Comp}/m^2$  + phun  $L_{Comp500ppm}$ ; NT<sub>5</sub> = 0,5 kg  $R_{Comp}/m^2$  + phun  $L_{Comp1000ppm}$ ; NT<sub>6</sub> =

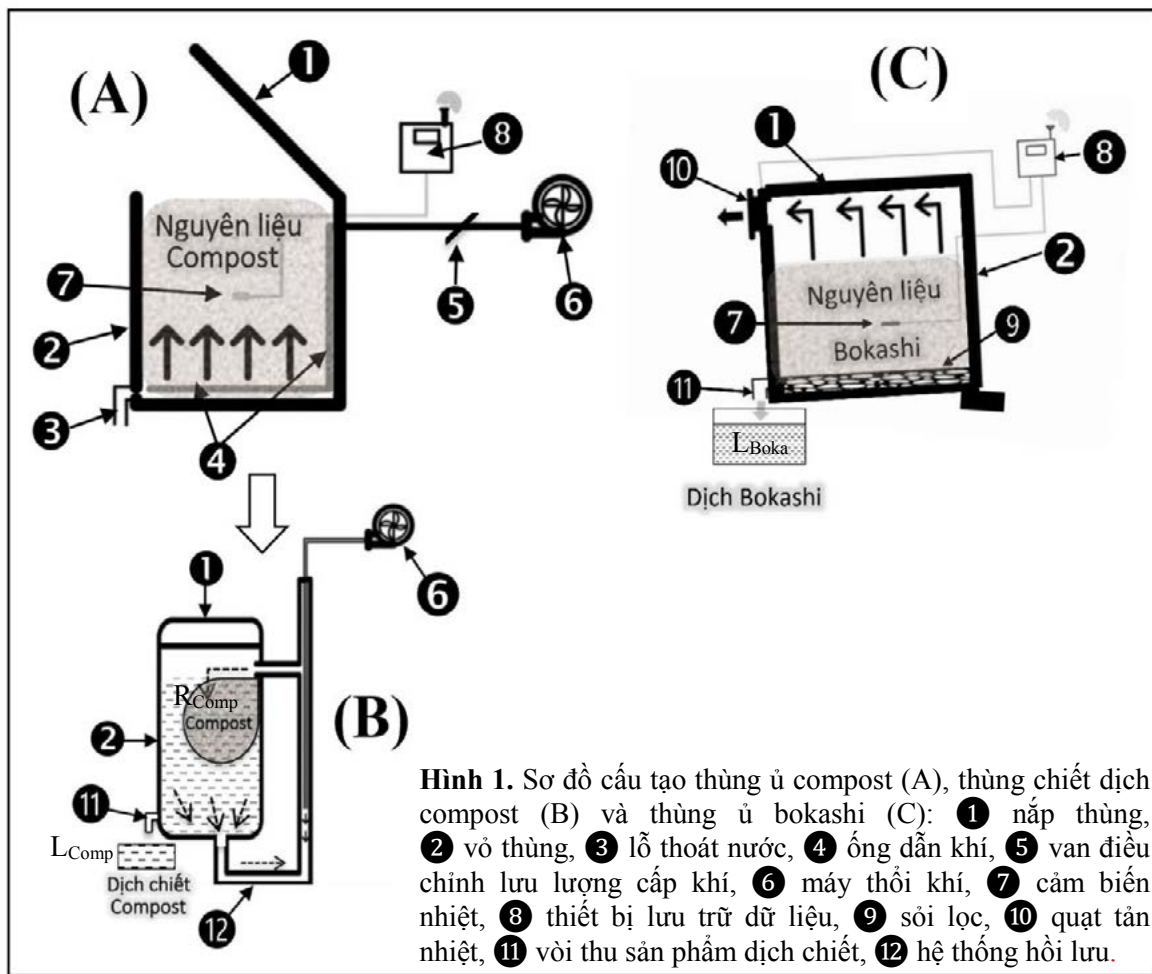
0,5 kg  $R_{Comp}/m^2$  + phun  $L_{Boka500ppm}$ ; và NT<sub>7</sub> = 0,5 kg  $R_{Comp}/m^2$  + phun  $L_{Boka1000ppm}$ . Toàn bộ lượng  $R_{Comp}$  được lót ở lớp giá thể từ 0 - 5 cm; lượng  $L_{Comp}$  và  $L_{Boka}$  pha loãng ở hai nồng độ có tổng chất rắn hòa tan (TDS) là 500 ppm và 1.000 ppm. Dung dịch sau pha loãng chia thành 05 lượt bón qua lá tại các thời điểm 15, 22, 29, 36 và 43 ngày sau gieo (NSG). Thông tin về các nghiệm thức phân bón trong thí nghiệm được tổng hợp trong Bảng 2.

## 2.2. Phương tiện ủ phân bón

Thùng ủ compost (A) cấu tạo dạng thường mở, kích thước dài 42 cm × rộng 43 cm × cao 52 cm, được cấp khí từ đáy với lượng 6,3 L/phút/kg nguyên liệu tươi. Thùng B dùng để chiết dịch compost từ thùng A cấu tạo bằng nhựa PE thể tích 30 L có thiết kế ống hồi lưu, qua đó dịch trích được tuần hoàn trong hệ thống.

Thùng ủ bokashi (C) có cấu tạo dạng thường đóng, thể tích như thùng A, được trang bị quạt tản nhiệt. Phần đáy được lót lớp sỏi dày 5 cm để lọc thô phần dịch chiết. Tất cả thùng A và C đều được gắn cảm biến nhiệt DS18B20 để thu thập

dữ liệu nhiệt độ ở giữa vùng chứa nguyên liệu cũng như kết nối với bộ điều khiển đóng ngắt relay. Sơ đồ cấu tạo thùng A, B và C được mô tả chi tiết trong Hình 1.



### 2.3. Chỉ tiêu theo dõi và phân tích

Đối với phân bón, nhiệt độ phân ủ được thu thập hằng ngày. Phân bón dạng lỏng được phân tích các chỉ tiêu pH (TCVN 13263-9:2020), EC, độ mặn NaCl (thiết bị chuyên dụng),  $N_{is}$  (TCVN 8557:2010),  $P_2O_{5hh}$  (TCVN 8559:2010),  $K_2O_{hh}$  (TCVN 8560:2010), tổng axit humic và axit fulvic (TCVN 8561:2010), tổng số vi sinh vật hiếu khí (ISO 4833-1:2013/Amd 1:2022), phân

bón dạng rắn phân tích hàm lượng chất hữu cơ (TCVN 9294:2012) và tỷ lệ C/N,  $P_2O_{5hh}$  và  $K_2O_{hh}$ .

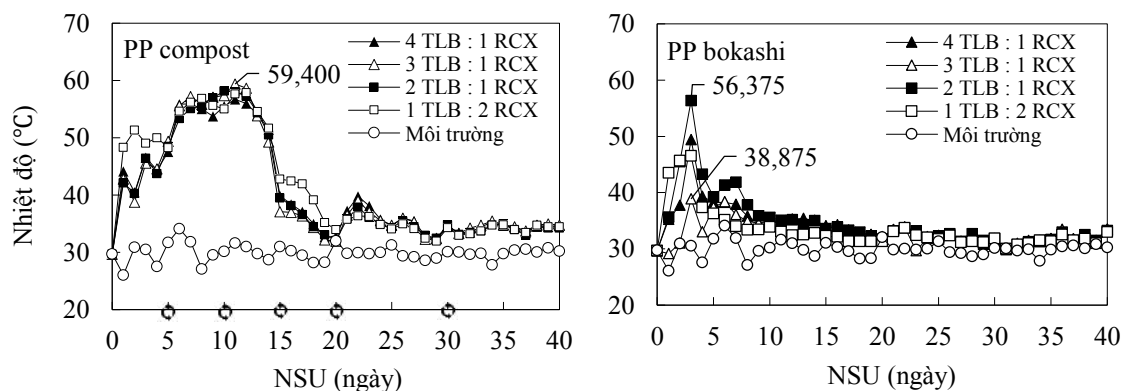
Đối với cây trồng, mỗi ô cơ sở chọn ngẫu nhiên 07 cây để theo dõi các chỉ tiêu về chiều cao cây, số lá, năng suất lý thuyết (NSLT), năng suất thực thu (NSTT) và bội thu năng suất (BTNS) theo các phương pháp tiêu chuẩn. Số liệu được phân tích ANOVA, xử lý thống kê và trắc nghiệm phân hạng LSD bằng phần mềm R 4.1.3.

### 3. Kết Quả và Thảo Luận

#### 3.1. Diễn biến nhiệt độ phân ủ

Nhiệt độ môi trường dao động từ 26 - 34°C trong thời gian thực hiện thí nghiệm. Ở PP compost, ngoại trừ tỷ lệ 1 TLB: 2 RCX có mức gia tăng nhiệt độ cao hơn ở giai đoạn 0 - 5 NSU, các NT còn lại có diễn biến nhiệt độ tương tự nhau: đều tăng nhiệt độ sau khi ủ, đạt cao nhất ở 59,4°C

(11 NSU), sau đó giảm dần đến 20 NSU trước khi cân bằng với nhiệt độ môi trường. Ở PP bokashi, diễn biến nhiệt độ trong 5 ngày đầu có sự chênh lệch rõ hơn giữa các tỷ lệ phối trộn, trong đó mức nhiệt cao nhất vào ngày thứ 3 ở tỷ lệ 2:1 (56,4°C) và thấp nhất ở tỷ lệ 3:1 (38,9°C). Mức chênh lệch nhiệt độ được thu hẹp từ 07 NSU nhờ hoạt động của hệ thống tản nhiệt (Hình 2).

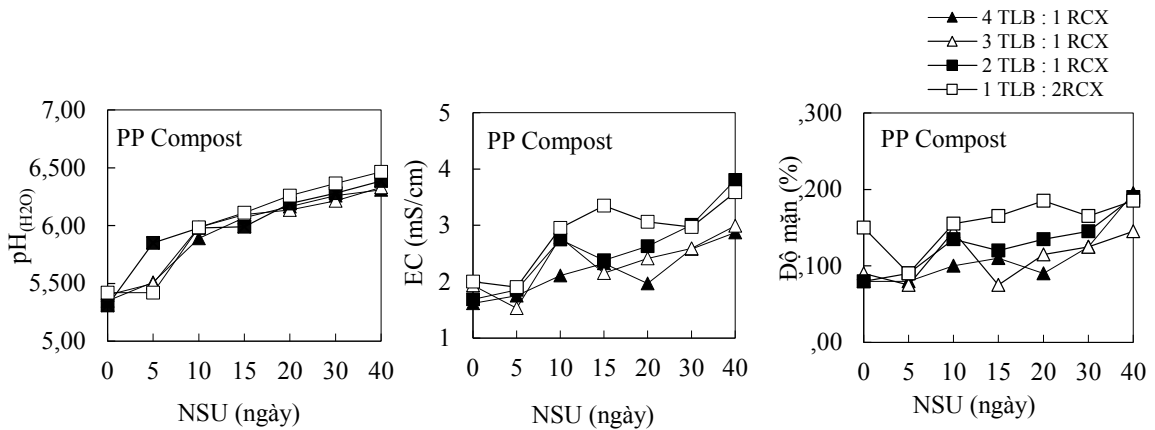


**Hình 2.** Diễn biến nhiệt độ phân ủ theo PP compost và bokashi; ◯: ngày đảo trộn, NSU: ngày sau ủ; TLB: thân lá bắp; RCX: rau cải xoong.

Nhìn chung, PP compost có giai đoạn ưa nhiệt *thermophilic* ( $t > 40^{\circ}\text{C}$ ) kéo dài trong 15 ngày gấp 03 lần so với PP bokashi. Burge & ctv. (1978) cho rằng, nhiệt độ ủ compost trong hệ thống cần được duy trì ở mức tối thiểu 55°C trong khoảng thời gian ít nhất ba ngày liên tục nhằm hạn chế mầm bệnh và cỏ dại trong nguồn nguyên liệu. Ngược lại, nhiệt độ gia tăng ở PP bokashi cần được khống chế và rút ngắn nhằm tối ưu hóa năng suất thu hồi sản phẩm (Faozi & ctv., 2018).

#### 3.2. Diễn biến pH, EC và độ mặn

Kết quả diễn biến pH ở PP compost cho thấy đều có mức độ gia tăng tương tự nhau trong quá trình ủ (Hình 3). Tuy nhiên, EC và độ mặn được ghi nhận cao hơn ở tỷ lệ 2:1 và 1:2, nhưng nhìn chung sự chênh lệch là không đáng kể, đa phần tăng ở cuối tiến trình ủ so với thời điểm ban đầu. Chỉ số EC tăng cho thấy mức độ phân hủy của các hợp chất hữu cơ tạo ra muối và khoáng được tham khảo để chọn ra sản phẩm sử dụng trong thí nghiệm sau. Thứ tự sắp xếp theo chiều giảm dần chỉ số EC trong phân ủ lần lượt là 2 TLB: 1 RCX  $\geq$  1 TLB : 2 RCX  $>$  3 TLB: 1 RCX  $\geq$  4 TLB: 1 RCX.



**Hình 3.** Diễn biến pH, EC (electrical conductivity) và độ mặn của phân ủ compost. TLB: thân lá bắp; RCX: rau cải xoong.

**3.3. Nguyên liệu đầu vào và đầu ra sản phẩm**

Thống kê nguyên liệu đầu vào và đầu ra sản phẩm cung cấp nhiều thông tin trong quy trình sản xuất và chế biến phân bón. Kết quả Bảng 3 cho thấy với cùng một thể tích thùng ủ (94 L), PP compost có thể nạp từ 22,1 - 30,6 kg nguyên liệu tươi, thấp hơn ở tỷ lệ 4:1 và cao hơn ở tỷ lệ 1:2 do sự chênh lệch về

đặc tính nguyên liệu tươi ban đầu (Bảng 1). Sản phẩm R<sub>Comp</sub> thu được từ 2,4 - 3,6 kg, thấp nhất ở tỷ lệ 2:1 và cao nhất ở tỷ lệ 1:2. Với lượng sản phẩm R<sub>Comp</sub> như trên, thể tích phần dịch trích L<sub>Comp</sub> đạt năng suất từ 48 - 72 L. Như vậy ở hầu hết các tỷ lệ phối trộn, khối lượng sản phẩm phân bón dạng rắn đều giảm 1/10 so với nguyên liệu đầu vào với tỷ lệ thu hồi từ 9,8 - 11,8%.

**Bảng 3.** Khối lượng đầu vào, đầu ra, lượng nước bổ sung và tỷ lệ thu hồi sản phẩm

Thông số	PP compost				PP bokashi			
	4:1	3:1	2:1	1:2	4:1	3:1	2:1	1:2
<b>Nguyên liệu đầu vào<sup>1</sup></b>								
TLB <sub>-in</sub> (kg)	14,7	13,8	12,3	6,1	7,4	6,9	6,1	3,0
RCX <sub>-in</sub> (kg)	7,4	9,2	12,3	24,5	3,7	4,6	6,1	12,2
Σ <sub>TLB+RCX</sub> (kg)	22,1	23,0	24,6	30,6	11,1	11,5	12,2	15,2
H <sub>2</sub> O <sub>-in</sub> (L)	3,2	2,7	2,4	2,0	13,4	13,7	13,8	12,2
<b>Sản phẩm đầu ra<sup>1</sup></b>								
R <sub>Comp-out</sub> (kg)	2,5	2,6	2,4	3,6				
	[11,3%]	[11,3%]	[9,8%]	[11,8%]				
L <sub>Comp-out</sub> (L)	50	52	48	72				
L <sub>Boka-out</sub> (L)					0,7	0,6	2,0	1,2
					[5,2%]	[4,4%]	[14,5%]	[9,8%]

<sup>1</sup>Tính trên đơn vị vật liệu tươi sau xay nhuyễn; giá trị trong [ ] là tỷ lệ % thu hồi sản phẩm tính trên tổng khối lượng nguyên liệu đầu vào (PP compost) hoặc tổng lượng nước bổ sung (PP bokashi).

TLB: thân lá bắp; RCX: rau cải xoong; H<sub>2</sub>O: nước sạch.

Đối với PP bokashi, hỗn hợp nguyên liệu cần được nén chặt nhằm giảm thể tích phần rỗng, do đó đã hạn chế lượng nạp liệu ít hơn khoảng  $\frac{1}{2}$  so với các thùng compost ở cùng tỷ lệ phối trộn. Trong PP bokashi, lượng nước sử dụng trong toàn bộ quy trình là 12,2 - 13,4 L, nhiều hơn từ 4 - 6 lần so với PP compost. Tuy nhiên, sản phẩm  $L_{Boka}$  thu được chỉ từ 0,6 - 2,0 L, thấp nhất ở tỷ lệ 3:1 và cao nhất ở tỷ lệ 2:1, tỷ lệ thu hồi đạt từ 4,4 - 14,5% (Bảng 3).

### 3.4. Thành phần dinh dưỡng của sản phẩm phân bón

Bảng 4 cho thấy các sản phẩm  $R_{Comp}$  có pH( $H_2O$ ) từ 6,3 - 6,5; độ ẩm từ 18 - 24% (số liệu không thể hiện qua bảng), EC từ 2,9 - 3,8 (mS/cm), chất hữu cơ từ 77,7 - 85,6 (%) và tỷ lệ C/N từ 13,2 - 15,6. Hàm lượng  $N_{ts}$  của  $R_{Comp}$  cao hơn ở công thức có tỷ lệ TLB nhiều hơn, kết quả này phù hợp với hàm lượng  $N_{ts}$  của nguyên liệu đầu vào (Bảng 1).

**Bảng 4.** Thành phần dinh dưỡng và chỉ tiêu chất lượng phân bón trong sản phẩm

Sản phẩm	pH( $H_2O$ )	EC (mS/cm)	OM (%)	$N_{ts}$ (g/kg)	Tỷ lệ C/N	$P_2O_{5hh}$ (g/kg)	$K_2O_{hh}$ (g/kg)	Tổng số vi sinh vật hiếu khí (CFU/mL)	Tổng axit humic và axit fulvic (mg/kg)
$R_{Comp}$									
4:1	6,3	2,9	82,1	28,3	13,2				
3:1	6,3	3,0	85,6	28,2	13,8				
2:1	6,4	3,8	77,7	26,3	13,4	13,6	63,0		
1:2	6,5	3,6	77,9	22,6	15,6				
$L_{Comp}$ (2:1)	7,7	2,1		0,10			1,08	$2,5 \times 10^7$	
$L_{Boka}$									
4:1	7,6	13,4							
3:1	7,5	12,1							
2:1	7,4	17,5							
1:2	7,9	19,8		0,35		0,09	9,93		2.300

EC: electrical conductivity; OM: organic matter;  $N_{ts}$ : nitơ tổng.

Sản phẩm  $R_{Comp}$  (2:1) có giá trị EC cao nhất (3,8 mS/cm), hàm lượng dinh dưỡng gồm 26,3 g  $N_{ts}$ /kg, 13,6 g  $P_2O_{5hh}$ /kg và 63,0 g  $K_2O_{hh}$ /kg. Tổng số vi sinh vật hiếu khí trong mẫu  $L_{Comp}$  (2:1) đạt  $2,5 \times 10^7$  CFU/mL. Kết quả đo pH( $H_2O$ ) và EC của mẫu dịch chiết  $L_{Comp}$  (2:1) lần lượt là 7,7 và 2,1 (mS/cm). PP bokashi tạo ra các loại sản phẩm  $L_{Boka}$  dạng lỏng có pH( $H_2O$ ) từ 7,4 - 7,9; EC từ

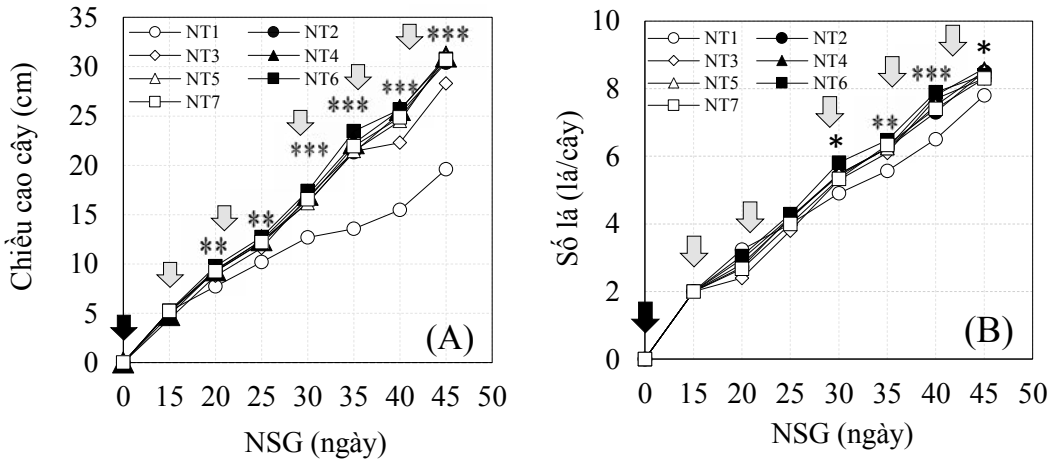
12,1 - 19,8 (mS/cm), cao hơn từ 4 - 6 lần so với các sản phẩm  $R_{Comp}$  và từ 6 - 9 lần so với  $L_{Comp}$ . Kết quả phân tích hàm lượng dinh dưỡng  $N_{ts}$ ,  $P_2O_{5hh}$  và  $K_2O_{hh}$  trong mẫu  $L_{Boka}$  (1:2) lần lượt là 0,35 g/kg; 0,09 g/kg và 9,93 g/kg, tổng axit humic và axit fulvic đạt 2.300 mg/kg (Bảng 4).



Từ các kết quả phân tích trên, tham chiếu quy chuẩn kỹ thuật quốc gia (QCVN 01-189:2019/BNNPTNT) quy định đối với PHC truyền thống,

các mẫu  $R_{Comp}$ ,  $L_{Comp}$  và  $L_{Boka}$  đáp ứng hầu hết các chỉ tiêu chất lượng để sử dụng bón gốc và bổ sung dinh dưỡng qua lá cho cây trồng.

### 3.5. Ảnh hưởng của phân bón đến chiều cao và số lá



**Hình 4.** Chiều cao cây (A) và số lá (B) ở các nghiệm thức; ký hiệu \*, \*\* và \*\*\* chỉ sự khác biệt ý nghĩa ở xác suất  $P < 0,05, 0,01$  &  $0,001$ ; NSG: ngày sau gieo, mũi tên ↓ chỉ thời điểm bón lót  $R_{Comp}$  và mũi tên ↓ chỉ thời điểm bón thúc  $L_{Comp}$  hoặc  $L_{Boka}$ .

Kết quả Hình 4 cho thấy chiều cao cây và số lá đều có sự tăng trưởng ổn định trong suốt thời gian theo dõi, theo đó các NT khác biệt rõ hơn từ 30 NSG. Kết quả thống kê cho thấy tại 45 NSG, chiều cao cây ở các nghiệm thức từ  $NT_4 - NT_7$  đạt cao nhất (30,6 - 31,0 cm), khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với  $NT_2$  (30,3 cm), tuy nhiên khác biệt rất ý nghĩa thống kê ( $P < 0,001$ ) so với  $NT_1$  (19,5 cm) và  $NT_3$  (28,3 cm). Kết quả tương tự đối với chỉ tiêu số lá.

### 3.6. Ảnh hưởng của phân bón đến NSLT, NSTT và BTNS

Bón thúc nghiệm cho cây trồng là bước cần thiết nhằm đánh giá sơ bộ chất lượng của phân bón. Kết quả Bảng 5 cho thấy NSLT và NSTT thấp nhất ở  $NT_1$ , cao nhất ở  $NT_4$ . Thứ tự sắp xếp theo chiều giảm dần của NSTT là:  $NT_4 \geq NT_6 \geq NT_2 = NT_5 \geq NT_7 = NT_3 \geq NT_1$ .

**Bảng 5.** Năng suất lý thuyết (NSLT), năng suất thực thu (NSTT) và bội thu năng suất (BTNS)

Nghiệm thức	NSLT (g/m <sup>2</sup> )	NSTT (g/m <sup>2</sup> )	BTNS (%)
NT <sub>1</sub> (đối chứng không bón)	591,8 <sup>b</sup>	526,8 <sup>b</sup>	–
NT <sub>2</sub> (0,5 kg R <sub>Comp</sub> /m <sup>2</sup> + nước lã)	1591,3 <sup>ab</sup>	1278,9 <sup>a</sup>	143
NT <sub>3</sub> (1,0 kg R <sub>Comp</sub> /m <sup>2</sup> + nước lã)	1525,8 <sup>ab</sup>	1034,4 <sup>ab</sup>	96
NT <sub>4</sub> (0,5 kg R <sub>Comp</sub> /m <sup>2</sup> + L <sub>Comp500ppm</sub> )	1832,2 <sup>a</sup>	1425,7 <sup>a</sup>	171
NT <sub>5</sub> (0,5 kg R <sub>Comp</sub> /m <sup>2</sup> + L <sub>Comp1000ppm</sub> )	1626,7 <sup>ab</sup>	1276,9 <sup>a</sup>	142
NT <sub>6</sub> (0,5 kg R <sub>Comp</sub> /m <sup>2</sup> + L <sub>Boka500ppm</sub> )	1492,6 <sup>ab</sup>	1310,8 <sup>a</sup>	149
NT <sub>7</sub> (0,5 kg R <sub>Comp</sub> /m <sup>2</sup> + L <sub>Boka1000ppm</sub> )	1457,2 <sup>ab</sup>	1102,5 <sup>ab</sup>	109
CV (%)	24,9	21,6	
F <sub>tính</sub>	3,6*	4,5**	

<sup>a-b</sup>Các giá trị trung bình trong cùng một cột theo sau bởi cùng một ký tự không khác biệt thống kê theo trắc nghiệm phân hạng LSD ở xác suất  $P > 0,05$ : ns, \* và \*\* lần lượt chỉ sự khác biệt có ý nghĩa, khác biệt lần lượt ở mức 0,05 và 0,01.

Như vậy, có thể thấy ở tất cả các NT có sử dụng PHC đều mang lại hiệu quả về BTNS cao hơn so với đối chứng. Tuy nhiên với lượng bón R<sub>Comp</sub> ở mức 0,5 kg/m<sup>2</sup>, bón đơn hoặc bón kết hợp bổ sung với hai loại dịch chiết L<sub>Comp</sub>, L<sub>Boka</sub> pha loãng với nồng độ TDS 500 ppm đều cho hiệu quả như nhau và làm tăng NSLT (1492,6 - 1832,2 g/m<sup>2</sup>), NSTT (1278,9 - 1425,7 g/m<sup>2</sup>) và BTNS so với đối chứng từ 143% - 171%. Các liều lượng bón gốc và phun qua lá cao hơn (như 1,0 kg R<sub>Comp</sub>/m<sup>2</sup> hoặc 0,5 kg R<sub>Comp</sub>/m<sup>2</sup> + L<sub>Boka1000ppm</sub>) đã làm giảm năng suất tuy nhiên mức giảm này là không có ý nghĩa thống kê (Bảng 5).

#### 4. Kết Luận

Nghiên cứu đã xác định tỷ lệ phối trộn nguyên liệu phù hợp giữa TLB và RCX theo PP compost (tỷ lệ 2:1) hoặc PP bokashi (tỷ lệ 1:2). Kết quả phân tích cho thấy sản phẩm phân hữu cơ thu được từ PP compost có giá trị EC 3,8 mS/cm, chất hữu cơ đạt 77,7%, hàm lượng dinh dưỡng đa lượng gồm 26,3 g N<sub>ts</sub>/kg, 13,6 g P<sub>2</sub>O<sub>5hh</sub>/kg và

63,0 g K<sub>2</sub>O<sub>hh</sub>/kg. Tổng số vi sinh vật hiếu khí trong mẫu L<sub>Comp</sub> đạt  $2,5 \times 10^7$  CFU/mL. Trong khi đó, sản phẩm dạng lỏng từ PP bokashi có EC cao (19,8 mS/cm), hàm lượng dinh dưỡng N<sub>ts</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5hh</sub> và K<sub>2</sub>O<sub>hh</sub> lần lượt là 0,35 g/kg; 0,09 g/kg và 9,93 g/kg; tổng axit humic và axit fulvic đạt 2.300 mg/kg. Sản phẩm sau ủ có thể bón trực tiếp hoặc chiết thành phân bón dạng lỏng để bổ sung dinh dưỡng cho cây trồng. Tuy nhiên, kết quả thử nghiệm phân compost ở liều lượng 0,5 kg/m<sup>2</sup> bón đơn hoặc bón kết hợp với hai loại dịch chiết pha loãng với nồng độ TDS 500 ppm đều cho hiệu quả như nhau và làm tăng chiều cao, số lá, cho năng suất rau thu hoạch từ 1310,8 - 1425,7 g/m<sup>2</sup>, bội thu năng suất tăng từ 148,8 - 170,6% so với đối chứng không bón.

Nghiên cứu đã đề xuất hai phương pháp ủ phân bón hữu cơ nhằm tận dụng nguồn nguyên liệu và đa dạng hóa các sản phẩm hữu cơ phục vụ trồng trọt. Liều lượng bón lót compost và nồng độ phun dịch trích cần được tiếp tục nghiên cứu trước khi khuyến cáo sử dụng trên diện rộng.

### Lời Cam Đoan

Chúng tôi cam đoan bài báo do nhóm tác giả thực hiện và chưa từng được công bố trong bất kỳ nghiên cứu nào khác.

### Lời Cảm Ơn

Nghiên cứu được tài trợ kinh phí từ nhiệm vụ KH&CN của Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh (mã số CS-SV22-NH-01).

### Tài Liệu Tham Khảo (References)

- Burge, W. D., Cramer, W. N., & Epstein, E. (1978). Destruction of pathogens in sewage sludge by composting. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers* 21(3), 0510-0514.
- Faozi, K., Yudono, P., Indradewa, D., & Maas, A. (2018). Banana stem bokashi and its effect to increase soybean yield (*Glycine max* L. Merrill) in coastal sands area. *Agrotechnology* 7(2), 1000184. <https://doi.org/10.4172/2168-9881.1000184>.
- GSO (General Statistics Office). (2020). *The statistical yearbook of Vietnam 2020*. Ha Noi, Vietnam: Statistical Publishing House.
- Olle, M. (2021). Bokashi technology as a promising technology for crop production in Europe. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 96(2), 145-152. <https://doi.org/10.1080/14620316.2020.1810140>.
- Pham, T. T. H., & Nguyen, B. T. (2022). Effects of bokashi and compost extracts on yield of Japanese watercress (*Nasturtium officinale*). *SAE Conference: The 4<sup>th</sup> International Conference on Sustainable Agriculture and Environment - Innovative Approaches in Agriculture in Adapting to Climate Change* (55). Ho Chi Minh City, Vietnam: Nong Lam University.