



Original Article

Circular Economy Approach in Organic Fertilizer Production from Agricultural by-Products in Ba Vi District, Hanoi

Tran Thi Phuong¹, Hoang Anh Le^{1,*}, Nguyen Van Thanh²

¹VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam

²Department of Natural Resources and Environment, Ba Vi District People's Committee
252 Quang Oai, Tay Dang, Ba Vi, Hanoi, Vietnam

Received 19 February 2022

Revised 16 April 2022; Accepted 7 June 2022

Abstract: Ba Vi is one of the districts with huge agricultural production activities of Hanoi. Besides the main agricultural products supplied to the market, agricultural activities in Ba Vi also generate a large amount of by-products which are being wasted. In recent times, the model of using two main sources of cow manure and rice straw after harvest to produce organic fertilizer has opened a new direction for local economic development, taking advantage of agricultural by-products and solving many related environmental problems, such as greenhouse effect, pollutants emission by rice straw burning. This study aims to evaluate the efficiency as well as the accessibility to the circular economy of the organic fertilizer production model in Van Hoa commune, Ba Vi, Hanoi. The results show that organic fertilizer meets the standards with the incubation time of biological products in the range of 60-75; pH around 7.1; humidity less than 35%; The organic content is about 37.24 g/kg of manure. At peak times, each month this model is capable of handling more than 150 tons of agricultural by-products, creating jobs for 7-10 workers. The development of this organic production method has reduced the amount of straw burned on the field by 8.4%, treated 20.5% of livestock waste in the district, solved the difficult problem of inorganic fertilizers, and increased the level of waste use, which brings circular economy concept into practice.

Keywords: Circular economy, Agricultural by-products, Organic fertilizer.

* Corresponding author.

E-mail address: leha@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnu.ees.4864>

Tiếp cận kinh tế tuần hoàn trong sản xuất phân hữu cơ từ nguồn phụ phẩm nông nghiệp tại huyện Ba Vì, Hà Nội

Trần Thị Phương¹, Hoàng Anh Lê^{1,*}, Nguyễn Văn Thành²

¹Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

²Phòng Tài nguyên và Môi trường huyện Ba Vì, 252 Quảng Oai, Tây Đằng, Ba Vì, Hà Nội

Nhận ngày 19 tháng 02 năm 2022

Chỉnh sửa ngày 16 tháng 4 năm 2022; Chấp nhận đăng ngày 7 tháng 6 năm 2022

Tóm tắt: Ba Vì là một trong những huyện có hoạt động sản xuất nông nghiệp (SXNN) lớn của Hà Nội. Bên cạnh các nông sản chính cung cấp cho thị trường, Ba Vì cũng tạo ra một lượng lớn phụ phẩm nông nghiệp (PhNg) và nó đang bị bỏ phí. Trong thời gian gần đây, mô hình tận dụng hai nguồn chính là phân bò và rơm rạ sau thu hoạch để sản xuất phân hữu cơ đã mở ra hướng đi mới cho phát triển kinh tế địa phương, tận dụng nguồn PhNg và giải quyết được nhiều vấn đề môi trường liên quan. Nghiên cứu này nhằm đánh giá hiệu quả cũng như khả năng tiếp cận nền kinh tế tuần hoàn (KTTH) của mô hình sản xuất phân hữu cơ tại xã Vân Hòa, Ba Vì, Hà Nội. Kết quả cho thấy phân hữu cơ đạt chuẩn với thời gian ủ chế phẩm sinh học (CPSH) trong khoảng 60-75 ngày; pH trong khoảng 7,1-7,3; độ ẩm nhỏ hơn 35%; lượng hữu cơ khoảng 37,24 g/kg phân. Ở thời gian cao điểm, mỗi tháng mô hình này có khả năng xử lý hơn 150 tấn phế PhNg, tạo việc làm cho 7-10 lao động. Sự phát triển của phương thức sản xuất hữu cơ này đã giảm thiểu 8,4% lượng rơm rạ đốt ngoài đồng ruộng, xử lý 20,5% chất thải chăn nuôi trên địa bàn huyện, tháo gỡ bài toán khó là phân vô cơ, tiếp cận và ứng dụng KTTH, nâng cao mức độ tái sử dụng chất thải.

Từ khóa: KTTH; PhNg; Phân bón hữu cơ.

1. Mở đầu

Ngày nay, KTTH đang được tiếp cận như là hướng đi tất yếu [1], phát triển nhanh chóng, đặc biệt khi nhân loại đang đối mặt với những thách thức khác nhau bao gồm biến đổi khí hậu (BĐKH), đại dịch toàn cầu, ô nhiễm môi trường (ÔNMT) và bất bình đẳng xã hội [1-4]. Các nhà quản lý, chuyên gia khoa học, doanh nghiệp sản xuất và cả những người tiêu dùng đang hướng đến các sản phẩm thân thiện với trái đất, đổi mới phương thức cũng như hình thức kinh doanh theo hướng tái sử dụng, tuần hoàn lại giá trị của vật

chất [2]. KTTH là một cách thức chuyển đổi phù hợp trong bối cảnh toàn thế giới nỗ lực thực hiện các mục tiêu của phát triển bền vững (PTBV) và ứng phó với BĐKH. Việc áp dụng, chuyển đổi mô hình sản xuất theo hướng KTTH sẽ giúp giảm khai thác tài nguyên và đồng thời giảm phát thải, trong đó có giảm phát thải các khí nhà kính (KNK) [2-4]. Theo đó, KTTH hỗ trợ cho các mục tiêu PTBV (*Sustainable Development Goals - SDG*) như SDG 12 (*Sản xuất và tiêu dùng bền vững*) và mục tiêu SDG 13 (*Ứng phó kịp thời, hiệu quả với biến đổi khí hậu và thiên tai*), trong khi không hề xem nhẹ phát triển kinh

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: leha@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4864>

tế [5]. Hơn nữa, trong quá trình thực hiện của mình, KTTH còn trực tiếp thúc đẩy các mục tiêu chung khác như: SDG 2 (*Xóa đói và sản xuất thực phẩm bền vững*); SDG 6 (*Nước sạch và vệ sinh*); SDG 7 (*Năng lượng sạch với giá hợp lý*); SDG 8 (*Tăng trưởng kinh tế và việc làm bền vững*); SDG 9 (*Công nghiệp, sáng tạo và hạ tầng*); SDG 14 (*Các đại dương bền vững*); SDG 15 (*Sự sống trên mặt đất*) và SDG 17 (*Hợp tác để hướng tới mục tiêu chung*). Như vậy, KTTH có thể tạo ra tác động trực tiếp tới 10 (trong tổng số 17) mục tiêu chung của PTBV [4, 5].

Lịch sử phát triển Việt Nam ghi nhận nước ta là nước đi lên từ nông nghiệp, trong đó trồng trọt và chăn nuôi là những lĩnh vực sản xuất chủ lực và có đóng góp đáng kể vào nền kinh tế đất nước. Việt Nam có nguồn phụ phẩm trong sản xuất trồng trọt phong phú như rơm rạ, vỏ trấu, mùn cưa, bã mía, xơ dừa, lõi ngô [6], được gọi chung là phụ phẩm sinh khối (PhSk). Mặc dù vậy, hiện nay nguồn nhiên liệu này vẫn chưa được quản lý, phân phối và tận dụng có hiệu quả, bền vững [1, 3, 7]. Vào những mùa thu hoạch chính, lượng rơm rạ chiếm thành phần chủ yếu trong chất thải nông nghiệp. Sản lượng lúa hàng năm của Việt Nam được ước tính vào khoảng 43,5 triệu tấn/năm, tương ứng sẽ có khoảng 40 - 45 triệu tấn rơm rạ, 6-7 triệu tấn trấu [3, 8]. Theo thống kê của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn trong năm 2020, hoạt động SXNN hàng năm của Việt Nam phát thải 84,5 triệu tấn chất thải từ trồng trọt, 82,5 triệu tấn chất thải từ chăn nuôi tương đương 65,1 triệu tấn CO₂, chiếm 43,1% tổng lượng KNK của cả nước. Bên cạnh đó, ngành chăn nuôi với số lượng gia súc, gia cầm liên tục tăng hàng năm đã đặt ra bài toán lớn đối với hoạt động thu gom và xử lý chất thải, trong đó có phần phân chuồng (PhC).

Hà Nội là địa phương có sản lượng lúa hàng năm cao nhất, tương ứng tạo nên lượng rơm rạ sau thu hoạch lớn nhất vùng Đồng bằng sông Hồng [8, 10-12]. Hoạt động SXNN tại huyện Ba Vi là một điển hình cho nền nông nghiệp của thành phố Hà Nội. Phụ phẩm từ trồng trọt và lượng chất thải chăn nuôi hàng năm của toàn huyện lên tới hàng trăm nghìn tấn. Mặc dù lượng

chất thải này đã phần nào được các hộ chủ động kiểm soát. Tuy nhiên, nếu nguồn ô nhiễm này không được xử lý hiệu quả trước khi xả thải trực tiếp ra nguồn nước mặt sẽ gây ÔNMT, ảnh hưởng cảnh quan sinh thái và ảnh hưởng đến sức khỏe con người [5]. Với những phân tích nêu trên, chuyên dịch kinh tế tuyến tính sang KTTH là hướng đi tất yếu, góp phần giải quyết tận gốc các tác động, mâu thuẫn, xung đột giữa kinh tế và bảo vệ môi trường [1]. Bài báo này trình bày nghiên cứu về KTTH được áp dụng trong sản xuất phân bón hữu cơ từ các nguồn phụ phẩm PhNg chính là PhC và PhSk trên địa bàn huyện Ba Vi. Kết quả được phân tích, làm rõ, là dẫn chứng cho việc xác định hướng chuyển dịch tất yếu của mô hình KTTH trong tương lai.

2. Phạm vi và phương pháp nghiên cứu

2.1. Phạm vi nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu thuộc huyện Ba Vi, thành phố Hà Nội được thể hiện trong Hình 1. Huyện Ba Vi có tới 28,5% diện tích vùng núi, 34,66% diện tích vùng đồi gò và vùng đồng bằng sông Hồng. Địa hình vẫn tương đối bằng phẳng, có chiều hướng thấp dần từ Tây Bắc xuống Đông Nam. Khu vực này có điều kiện thời tiết khí hậu thuận lợi, SXNN tại địa phương rất phát triển với hai lĩnh vực chính là trồng trọt và chăn nuôi. Kết quả nghiên cứu điển hình được thực hiện trên thực tế mô hình sản xuất phân bón hữu cơ của Hợp tác xã Nông nghiệp và Dịch vụ môi trường BAVIFA.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

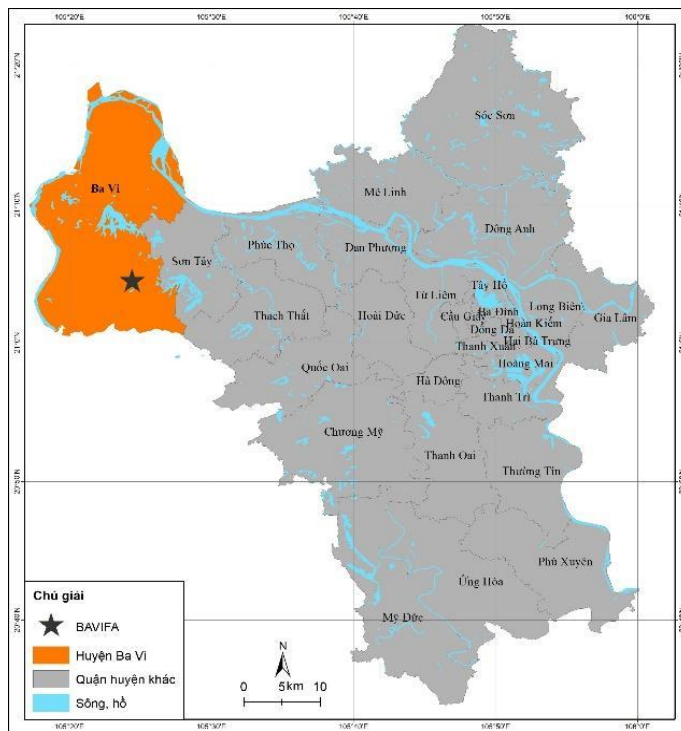
2.2.1. Nhóm phương pháp tiếp cận kinh tế tuần hoàn

Phương pháp định hướng cho nghiên cứu KKTH là *phương pháp tiếp cận hệ thống* hay chính là cách thức quản lý mọi bộ phận của tổ chức sao cho toàn bộ tổ chức cùng hướng về một mục tiêu chung. Tiếp cận theo hệ thống nền kinh tế: là kết nối các hoạt động kinh doanh và sản xuất thành các vòng tuần hoàn vật liệu trong một

không gian kinh tế nhất định. Tiêu biểu của cách tiếp cận này là tại Đan Mạch, Trung Quốc, Nhật Bản và Canada.

Tiếp cận theo nhóm ngành, sản phẩm, nguyên liệu hoặc vật liệu: các tiếp cận không giới hạn ở phạm vi một không gian hay một hệ thống kinh tế nhất định, mà tập trung theo nhóm ngành, sản phẩm hoặc nguyên vật liệu được tiếp cận

rộng rãi hơn ở nhiều nước tiêu biểu của cách tiếp cận này là khối Liên minh Châu Âu, Hà Lan, Canada, Mỹ, Nhật Bản, Hàn Quốc, Đức, Đài Loan và Singapore [1]. Tuy nhiên, hai cách tiếp cận này trên thực tế không hoàn toàn được phân biệt rạch ròi với nhau. Căn cứ vào thực trạng mô hình sản xuất và đặc trưng kinh tế huyện Ba Vì, đề tài tiếp cận này sử dụng kết hợp với nhau.



Hình 1. Bản đồ hành chính huyện Ba Vì, thành phố Hà Nội.

Phương pháp phân tích xu hướng là phương pháp được áp dụng rộng rãi ở các nước đang phát triển. Dựa vào dự báo nhu cầu của dân số về các sản phẩm thân thiện với môi trường trong một phạm vi nhất định. Quá trình phân tích xu hướng dựa trên ngoại suy các xu hướng lịch sử hoặc số liệu tăng trưởng dân số nhân với số liệu tiêu thụ bình quân đầu người. Phương pháp dự báo tốc độ tăng dân số công thức của mô hình E-Uler cải tiến [13] được thể hiện qua công thức (1) gần đúng như sau:

$$N_{i+1} = N_i + [r * N_i * \Delta t] \quad (1)$$

Trong đó:

N_{i+1} : số dân sau một năm tính từ thời điểm i (người);

N_i : số dân ban đầu tại thời điểm i (người);

Δt : khoảng thời gian dự báo (năm);

r : tỷ lệ gia tăng dân số trung bình của khu vực.

Dựa vào tốc độ phát triển dân số huyện Ba Vì, các dự báo về tiềm năng áp dụng KTTH trong tương lai có thể được xác định. Phương pháp này không tính đến các biến số phụ của dân số (như thu nhập hộ gia đình, xu thế sử dụng các sản phẩm sinh hoạt) mà chỉ dựa trên mức gia tăng bình quân đầu người trong cầu sử dụng các sản phẩm trong tương lai. Tiềm năng sản xuất

phân hữu cơ từ PhNg được ước tính theo công thức (2) như sau [9]:

$$P_i = N_{i+1} * g * 365/1000 \quad (2)$$

Trong đó:

P_i : Lượng phân hữu cơ được sử dụng trong giai đoạn đang xét (tấn/năm);

N_{i+1} : Số dân trong giai đoạn đang xét (người);

g : Tiêu chuẩn sử dụng phân hữu cơ (kg/người/ngày).

Phương pháp san bằng mũ đơn giản thích hợp dùng với dòng số biến động đều, dựa vào xu hướng sản xuất lượng phân hữu cơ và nhu cầu sử dụng tại thời điểm thực tế, các tính toán lượng sử dụng phân hữu cơ được áp dụng theo công thức (3) như sau:

$$\hat{y}_{i+1} = y_i + (1-\alpha) \hat{y}_i \quad (3)$$

Trong đó:

\hat{y}_{i+1} : Giá trị dự báo ở giai đoạn $i+1$;

\hat{y}_i : Giá trị dự báo ở giai đoạn i ;

y_i : Giá trị thực tế ở giai đoạn i ;

α : Hệ số làm trơn, $0 < \alpha < 1$, tùy chọn thỏa mãn điều kiện.

2.2.2. Nhóm phương pháp nghiên cứu cơ bản

Phương pháp thu thập, tổng hợp tài liệu: tổng hợp các thông tin cần thiết và xây dựng hệ thống cơ sở lý luận về điều kiện tự nhiên, kinh tế, văn hóa - xã hội, hiện trạng môi trường phục vụ cho quá trình nghiên cứu và các chính sách liên quan đến KTTH. Ngoài ra, để tính toán giá trị kinh tế - môi trường của mô hình thì các báo cáo hằng năm của địa phương liên quan đến nghiên cứu là nguồn dữ liệu quan trọng. Thực tế, các thông tin này cần có nhiều thời gian thực hiện cũng như chi phí và tham gia của nhiều tổ chức liên ngành để có độ chính xác cao. Dữ liệu

tổng hợp từ các đề tài được công bố trên thế giới góp phần đánh giá khả năng áp dụng KTTH đối với mô hình này.

Phương pháp bản đồ, viễn thám và GIS: dựa trên cơ sở của hệ thống thông tin địa lý (GIS), các bản đồ hiện trạng sử dụng đất, vị trí nghiên cứu tương thích với các đặc điểm môi trường tự nhiên, mô tả các đặc điểm về điều kiện tự nhiên làm cơ sở cho nhận định tổng thể sự phân bố không gian, các yếu tố địa hình và các tác động môi trường chính vào các thời kỳ khác nhau.

Khảo sát thực địa và điều tra xã hội học: là phương pháp thực tiễn và có ý nghĩa quan trọng để thực hiện nghiên cứu này, đối tượng bao gồm: i) Người dân tham gia hoạt động nông nghiệp trực tiếp; ii) Công nhân tham gia mô hình sản xuất phân bón từ nguồn PhNg; và iii) Chuyên gia, cán bộ quản lý tại địa phương. Quá trình phỏng vấn và tham khảo ý kiến diễn ra từ tháng 12/2020 đến tháng 5/2021. Tổng số phiếu điều tra đạt được là 150 phiếu (120 phiếu đối với người dân địa phương và 30 phiếu đối với các cán bộ, chuyên gia). Nội dung điều tra hộ đại diện bao gồm: điều tra về quy trình sản xuất, lao động, loại phế phẩm thu mua, hiệu quả kinh tế, hiệu quả môi trường và ảnh hưởng của mô hình tới cộng đồng khu vực. Đối với các hộ SXNN nội dung điều tra bao gồm: quá trình sản xuất, loại cây trồng và vật nuôi, năng suất, phương pháp thu hồi và xử lý phụ phẩm và ảnh hưởng đến môi trường.

Từ các kết quả của buổi phỏng vấn, *phương pháp thống kê và xử lý* sẽ loại bỏ các nguồn thông tin thiếu khách quan, lấy giá trị trung vị (*median value*) của đối tượng được phỏng vấn tại khu vực nghiên cứu để đưa ra giá trị thực có sự phản ánh rõ rệt, trung thực.

Bảng 1. Hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp trên địa bàn huyện Ba Vì giai đoạn 2016-2020

| Phân loại/ Năm | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cây lương thực có hạt | 17.587 | 17.349 | 17.388 | 16.660 | 15.699 |
| Cây lúa | 13.802 | 13.795 | 13.644 | 12.910 | 12.547 |
| Cây ngô | 3.785 | 3.554 | 3.744 | 3.750 | 3.152 |
| Cây khoai lang | 1.018 | 849 | 761 | 598 | 514 |
| Cây lâu năm | 3.266 | 3.771 | 3.651 | 4.039 | 4.227 |
| Rừng trồng mới | 19 | 15 | 52 | 264 | 113 |

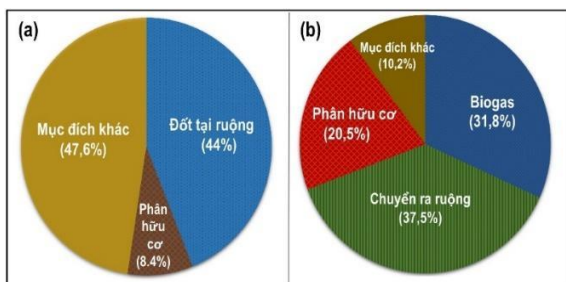
Nguồn: HSO (2020) [14].

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả điều tra thực địa

Theo Niên giám thống kê huyện Ba Vì, tính đến năm 2020, tổng diện tích đất của huyện Ba Vì là 42.300,5 ha, trong đó lúa là cây nông nghiệp chủ yếu với sản lượng hơn 67.541 tấn/năm. Diện tích các cây trồng chủ yếu tại địa phương được trình bày cụ thể theo Bảng 1.

Theo số liệu điều tra khảo sát về hiện trạng đốt rơm rạ sau thu hoạch của thành phố Hà Nội được trình bày trong các nghiên cứu trước đây bởi Le và cộng sự (2021) [11] và kết hợp với kết quả điều tra của nhóm tác giả giai đoạn 2020 - 2021, nhu cầu sử dụng rơm rạ của huyện Ba Vì được xác định với 44% rơm đốt tại đồng ruộng; 3% dùng để đun nấu trong gia đình và trong thôn làng, 5% sử dụng làm thức ăn gia súc và 48% sử dụng cho mục đích khác (trong đó có 8,4% rơm được thu mua sản xuất phân hữu cơ); PhC từ hoạt động chăn nuôi được xử lý 21,5%; sử dụng làm khí sinh học (31,8% tổng lượng phân), làm phân bón cho cây trồng (37,5%), được mô hình sản xuất thu mua (20,5%), làm các sản phẩm khác (10,2%). Kết quả về hiện trạng xử lý phụ phẩm rơm rạ sau trồng trọt và hiện trạng xử lý chất thải chăn nuôi bò trên địa bàn huyện Ba Vì trong năm 2020 - 2022 được thể hiện trong biểu đồ Hình 2 như sau:



Hình 2. Kết quả điều tra: (a) hiện trạng xử lý rơm rạ và (b) hiện trạng xử lý chất thải chăn nuôi bò trên địa bàn huyện Ba Vì giai đoạn 2020-2021.

3.2. Quá trình tận thu chất thải của mô hình sản xuất phân bón từ phụ phẩm nông nghiệp

Nguồn phụ PhSk: chủ yếu là rơm rạ từ đồng ruộng sau hai vụ thu hoạch lúa chính Đông Xuân

và Hè Thu (hay còn gọi là vụ Mùa) trên địa bàn huyện Ba Vì, thành phố Hà Nội. Sản lượng lúa năm 2019 của huyện là 74,489.6 tấn [11] với tỷ lệ lúa, rơm là 1/1 thì sẽ có tương ứng 74,489.6 triệu tấn rơm rạ phát sinh. Tuy nhiên mô hình chỉ giải quyết được gần 100 tấn rơm rạ/vụ. Ngoài ra, để đáp ứng nhu cầu sản xuất, các PhSk khác như ngô, khoai, lạc, xơ dừa, lá cây rừng cũng được thu hồi để sử dụng triệt để. Điều đó không chỉ tiết kiệm kinh phí mà còn giảm thiểu ÔNMT không khí do việc đốt bỏ không kiểm soát nguồn PhSk này.

Nguồn phân chuồng (PhC): được thu mua từ 50 hộ gia đình có chăn nuôi trên địa bàn huyện Ba Vì trong khi tính đến năm 2020, huyện Ba Vì có đến 592 trang trại chăn nuôi bò sữa [11]. Trung bình mỗi tuần, xưởng sản xuất thu mua được khoảng 50 m³. Đối với nguồn PhC (chủ yếu là chăn nuôi bò sữa), các hộ gia đình được khuyến khích dùng CPSH để thuận tiện cho quá trình sản xuất và giảm mùi hôi thối. CPSH sử dụng trong mô hình sản xuất này là CPSH Tỉnh Nhân, có nguồn gốc thuần hữu cơ tự nhiên, an toàn cho sức khỏe con người và môi trường, công thức bao gồm tổ hợp các men vi sinh có lợi cho đất và nước như *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus oryzae* và các Enzyme: Amylaza, Xellulaza, Pro-teaza. Như vậy mỗi tháng mô hình sản xuất này đã thu mua hơn 200 m³, tương đương gần 150 tấn PhC đã qua bước tiền xử lý bằng CPSH.

3.3. Quy trình thực hiện của mô hình sản xuất phân hữu cơ

Dựa trên nghiên cứu sản xuất phân hữu cơ sinh học từ bã nấm (phụ phẩm từ rơm) và phân gà bằng chế phẩm vi sinh vật [15]. Cơ sở dựa trên các kết quả về tính hiệu quả cũng như hàm lượng chất dinh dưỡng được tạo ra từ nghiên cứu, quy trình thực hiện mô hình sản xuất BAVIFA được thực hiện như sau:

Bước 1: chuẩn bị nguyên liệu, thiết bị

Nguồn PhNg chuẩn bị bao gồm hai nguồn chính là PhC và PhSk, thời gian chuẩn bị từ 10-15 ngày tùy thuộc vào nguồn nguyên liệu, theo công thức tương ứng 1:1. PhSk cần phải được cắt

ngăn hoặc nghiền nhỏ, để khô ráo trước khi ủ để dễ dàng tiếp xúc, xáo trộn với PhC. Hỗn hợp PhNg này được tạo ra và chế biến BAVIFA cần được che chắn, tránh tiếp xúc nhiều với nắng và giữ nhiệt trong quá trình ủ [15].

Bước 2: thực hiện quy trình ủ

Để đảm bảo quy trình ủ, sau 7 ngày ủ CPSH được phun lên hỗn hợp PhNg theo tỷ lệ 200 mL CPSH pha với 10 lít nước sạch và phun đều cho 1 m³ hỗn hợp PhNg. Trong trường hợp PhC thu về chưa qua được phun CPSH trước đó thì thực hiện quá trình tương tự nhưng thời gian ủ sẽ lâu hơn (khoảng 7-15 ngày) trong các điều kiện thời tiết khác nhau. Nơi ủ nên có nền đất khô ráo, có mái che hoặc đóng ủ nên được che bạt. Các đồng ủ được phân luống, chia rãnh xung quanh để thu gom rỉ nước thoát ra từ đồng ủ vào hồ gom. Công đoạn này tránh rỉ nước chảy tràn ra ngoài khi trời ẩm hoặc gặp điều kiện mưa gió gây mất mỹ quan, gây ÔNMT.

Sau khi tưới CPSH và ủ, độ ẩm đống ủ cần được kiểm soát thường xuyên bằng thiết bị test nhanh, tốt nhất ở điều kiện 60-70%. Chú ý các đồng ủ cần được đảo trộn đều thường xuyên, tạo đồng ủ có chiều rộng 2-3 m; chiều cao 1-1,2 m; chiều dài không hạn chế tùy vào địa hình của nhà xưởng. Sau khi kết thúc giai đoạn ủ, đồng ủ sẽ được đảo đều, làm tơi và phun xịt CPSH đồng thời ứng dụng công nghệ máy móc nâng cao khả năng đảo đều của đồng ủ so với phương pháp trộn thủ công. Đồng ủ tiếp tục được che phủ để đảm bảo giữ ẩm, giữ nhiệt. Sau 15 ngày, nhiệt độ đồng ủ tăng lên khoảng 45-50 °C, làm ức chế sự nảy mầm của hạt cỏ cũng như diệt các loại mầm bệnh, vi sinh vật có trong PhC, có thể gây bệnh cho người và gia súc.

Bước 3: hoàn thiện sản phẩm, đóng gói và bảo quản

Khoảng 15-20 ngày sau khi tiến hành bước 2, đồng ủ được đánh đồng, đảo đều và để mở cho thoát khí trong khoảng 5-7 ngày. Sau 2-3 ngày, hỗn hợp PhNg được sàng lọc để loại bỏ tạp chất như sỏi, đá, nilong. Quá trình sản xuất phân hữu cơ thường trong khoảng 60-75 ngày, tùy thuộc vào điều kiện tự nhiên và nguồn nguyên liệu đầu vào, thời gian ủ ra thành phẩm có thể diễn ra chậm hơn 5-7 ngày.

Phân hữu cơ BAVIFA được làm từ các nguồn PhNg có màu đặc trưng như màu đất mùn, độ ẩm và nhiệt độ tương đối ổn định. Sản phẩm BAVIFA có hình dạng phong phú (đóng gói trực tiếp vào bao bì, nén dưới dạng hạt tròn như hạt để trồng cây cảnh hoặc dạng viên thanh dài), rất thuận tiện cho quá trình sử dụng.

3.4. Đánh giá hiệu quả môi trường của mô hình sản xuất phân hữu cơ BAVIFA

BAVIFA được sản xuất theo quy trình thủ công, giúp đất có khả năng giữ ẩm tốt và hạn chế suy thoái đất tốt hơn. Đặc tính lý hóa của BAVIFA đã được kiểm nghiệm với các thông số đặc trưng như trong Bảng 2. Phân bón hữu cơ có khả năng giữ cho pH của đất ở mức trung tính, các chất khoáng và dinh dưỡng được duy trì lâu dài. Ngoài ra, việc sử dụng phân hữu cơ góp phần giảm lượng phân bón vô cơ, từng là bài toán khó cho ngành nông nghiệp.

Bảng 2. Đặc tính lý hóa của phân bón hữu cơ BAVIFA

| Thông số | Đơn vị | Giá trị |
|-----------------------------------|----------|-----------------------|
| Độ ẩm | % | 30 - 35 |
| pH | - | 7,1 - 7,3 |
| Chất hữu cơ (organic matter - OM) | g/Kg | 37,24 |
| Axit Humic + Axit Fulvic | % | 35 |
| Azotobacter | CFU/g | 2,2 x 10 ⁶ |
| Ecoli | MPN/100g | 9.300 |
| Salmonella | MPN/100g | NA |

Ghi chú: NA: không phát hiện; Kết quả được phân tích bởi Trung tâm khoa học công nghệ và môi trường, Vilas 929 - VIMCERTS 171.

Theo ước tính, hàng năm hoạt động đốt rơm rạ trên địa bàn huyện Ba Vì làm phát sinh 42.277,9 tấn CO₂; 5,9 tấn SO₂; 141,2 tấn NO_x; 19,5 tấn NH₃; 26,5 tấn CH₄; 21,0 tấn EC; 78,5 tấn OC; 2.906,4 tấn CO; 349,1 tấn PM_{2.5} [10, 11]. Mô hình sản xuất phân hữu cơ góp phần tái tuần hoàn lượng PhNg của quá trình này, tức là góp phần giảm thiểu 8,4% lượng phát thải trên (theo số liệu của Hình 2). Nếu hoạt động đốt rơm rạ tiếp tục diễn ra thì nguy cơ ảnh hưởng tới ÔNMT

không khí, ảnh hưởng sức khỏe cộng đồng. Chính vì vậy Ủy ban Nhân dân thành phố Hà Nội đã ban hành Chỉ thị số 15/CT-UBND về việc tăng cường các biện pháp quản lý nhà nước đối với hoạt động đốt rơm rạ, các phụ phẩm cây trồng và chất thải khác không đúng quy định nhằm giảm thiểu và chấm dứt hoàn toàn tình trạng đốt rơm rạ gây ô nhiễm môi trường trên địa

bàn thành phố. Lãnh đạo ban ngành chức năng thành phố và các địa phương phân đầu thực hiện các biện pháp hỗ trợ để người dân chấm dứt hoàn toàn tình trạng đốt rơm rạ, phụ phẩm cây trồng sau khi thu hoạch kể từ ngày 01/01/2021, sử dụng các giải pháp thay thế khác với mục tiêu thân thiện với môi trường và đảm bảo sức khỏe cộng đồng.

Bảng 3. Dự tính lượng phát thải trung bình Nitơ, Photpho trong phân bón theo quy mô hộ gia đình

| Chất thải | Lượng thải (tấn/ngày) | Lượng Photpho | Lượng Nitơ | Tổng Nitơ và Photpho | |
|----------------------|-----------------------|---------------|------------|----------------------|-----------|
| | | | | (tấn/ngày) | (tấn/năm) |
| Phân chuồng | 0,12 | 0,36% | 2,96% | 0,004 | 1,46 |
| Nước tiểu | 0,4784 | 0,23 g/L | 1,99 g/L | 0,01 | 3,65 |
| Nước rửa chuồng trại | 0,845 | 28 mg/L | 328,5 mg/L | 0,031 | 11,315 |
| Tổng | | | | 0,045 | 16,425 |

Tổng lượng Nitơ và Photpho từ chất thải PhC một trang trại 10 con bò trung bình 0,045 tấn/ngày chưa kể các hình thức chất thải khác. Mô hình tận thu khoảng 50 trang trại trên địa bàn nghiên cứu, góp phần giảm thải trung bình 2,25 (tấn/ngày) chất hữu cơ, N, P được thải ra môi trường. Ngoài ra, phân bón còn chứa nhiều trứng giun, sán, vi sinh vật gây bệnh nếu không được xử lý triệt để sẽ làm ô nhiễm đất và tự gây bệnh cho cây trồng. Đặc biệt khi huyện Ba Vì có nguồn nước được tiếp nhận từ 3 con sông lớn là sông Hồng, sông Đà và sông Tích, chất thải trực tiếp ra kênh rạch làm ô nhiễm nguồn nước mặt, nước ngầm, bốc mùi hôi thối, mầm bệnh lây lan. Khí thải cũng là một mối quan tâm trong chăn nuôi bò. Đây cũng là một trong những nguồn thải CH₄ lớn và gây mùi khó chịu cho người dân xung quanh, đặc biệt là lượng khí thải CH₄ chăn nuôi. Sự phát triển của mô hình sản xuất này đã góp phần tháo gỡ được bài toán chất thải nông nghiệp, mở ra hướng đi mới cho sự phát triển kinh tế-xã hội-môi trường của địa phương.

3.5. Khả năng tiếp cận nền kinh tế tuần hoàn của mô hình sản xuất phân hữu cơ tại huyện Ba Vì, thành phố Hà Nội

Mô hình sản xuất phân hữu cơ tiếp cận nền KTTH có tại huyện Ba Vì với hai thành phần

điển hình là vật nuôi - cây trồng qua các chu trình dinh dưỡng. Ngoài các giá trị từ nông nghiệp chủ đạo là cung cấp lương thực thực phẩm cho đời sống, phát triển kinh tế - xã hội, thì đa phần các phụ phẩm đang bị lãng phí, phân hủy trong tự nhiên hoặc chưa được tái sử dụng. Nguồn phụ phẩm từ sinh khối thực phẩm có hàm lượng dinh dưỡng khá phong phú, trong đó tỷ lệ N/P₂O₅ khá cao tuy nhiên quá trình phân giải khi gặp điều kiện ngập nước (sục rơm xuống bùn) lại phát sinh ra chất độc hại cho cây trồng như H₂S, CH₄, C₂H₂. Các kỹ thuật ủ khoa học góp phần cố định các nguyên tố: Photpho, Kali, Canxi và các nguyên tố vi lượng khác làm đầu vào cho các quá trình dinh dưỡng khác. Các động vật sống, chẳng hạn như bò lợn, thải ra một lượng lớn có chất thải rắn và nước có chứa chất dinh dưỡng cao (Nitơ và Photpho) trở thành đầu vào để hấp thụ chất dinh dưỡng cho cây trồng. Nếu lượng dinh dưỡng này được thải trực tiếp ra ngoài môi trường sẽ tiềm ẩn nguy cơ ÔNMT, sức khỏe con người cũng như cảnh quan và trở thành bài toán môi trường khó cho ngành nông nghiệp.

Mô hình sản xuất KTTH tại huyện Ba Vì được xây dựng với mục tiêu tận dụng giữ lại giá trị hữu cơ của sản phẩm càng lâu càng tốt bằng cách tái sử dụng có hiệu quả các nguồn lực khi sản phẩm đã hết tuổi thọ. Các sản phẩm sau khi

được tái phục hồi không chỉ cung cấp các yếu tố đa lượng, trung lượng, vi lượng cho cây trồng mà còn bổ sung các loại vi sinh vật có ích cải tạo và nâng cao độ phì nhiêu cho đất. Các loại cây trồng được hướng đến chủ yếu là phục vụ cho chăn nuôi bò tại địa phương hay trồng cây lương thực, cây thuốc tại các địa bàn lân cận.

Mô hình KTTH được xây dựng từ tháng 7 năm 2016, qua hơn 5 năm phát triển với diện tích gần 1800 m² chia làm 2 khu vực chính đảm bảo vệ sinh môi trường. Qua quá trình nghiên cứu, tìm hiểu, chúng tôi đã xây dựng và đề xuất mô hình KTTH được trình diễn ở Hình 2 dưới đây. Sự hoạt động của mô hình này đã đang đem lại hiệu quả khả thi, cách chăn nuôi tiến bộ với giá trị kinh tế thiết thực. Cũng chính từ mô hình này các giá trị kinh tế vẫn được duy trì cùng với giá trị sản phẩm, sản phẩm đã làm thay đổi hệ sinh thái môi trường, thúc đẩy đời sống kinh tế tại chỗ cho hơn 100 hộ gia đình SXNN nghiệp, 7 - 10 lao động thực tế và cung cấp cho người tiêu dùng sản phẩm thân thiện với môi trường, sạch từ đầu vào tới đầu ra.



Hình 3. Mô phỏng mô hình sản xuất theo kinh tế tuần hoàn.

Theo xu hướng đến năm 2025, với N_i dân số huyện Ba Vì năm 2019 là 289.648 người, tỷ lệ gia tăng dân số trung bình r giai đoạn 2009 - 2019 là 0,89% [14], $r = 0,89\%$ (2020-2025). Tiêu chuẩn sản xuất phân hữu cơ với sản lượng trung bình 30 tấn/tháng hay 360 tấn/năm (tương đương 360.000 kg/năm), g được xác định theo công thức (2) là 0,0034 kg/người/ngày. Dựa vào công

thức (1) và (2), ta có số dân sau một năm N_{i+1} và lượng phân hữu cơ P_t được sản xuất trong khoảng thời gian dự báo Δt là từng năm được tính theo Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả dự báo khối lượng phân hữu cơ được sử dụng theo mô hình sản xuất đến năm 2025

| Năm | Dân số N_{i+1} (người) | Lượng phân hữu cơ sản xuất P_t (tấn/năm) |
|------|--------------------------|--|
| 2019 | 289.648 | 360,00 |
| 2020 | 292.226 | 362,36 |
| 2021 | 294.827 | 365,59 |
| 2022 | 297.451 | 368,83 |
| 2023 | 300.098 | 372,12 |
| 2024 | 302.769 | 375,43 |
| 2025 | 305.464 | 378,78 |
| Tổng | | 2.583,11 |

Theo kết quả tính toán của mô hình Euler cải tiến, công suất sản xuất phân hữu cơ ước tính đến năm 2025 có thể tăng lên 378,78 tấn/năm chưa kể đến các yếu tố khác như dây chuyền sản xuất hiện đại, quy mô lớn hơn và mối quan tâm của xã hội về vấn đề môi trường được nâng cao. Cùng với việc gia tăng quy mô sản xuất, ước tính nhu cầu sử dụng phân hữu cơ trong khoảng thời gian dự báo i với các giá trị $\alpha = 0,2; 0,5; 0,8$ được tính như Bảng 5.

Theo dự báo nhu cầu sử dụng phân hữu cơ được tính toán bằng phương pháp san bằng mũ đơn giản, dòng số biến động đều thì lượng phân hữu cơ tại huyện Ba Vì là >85%, cũng chính là tín hiệu tích cực trong định hướng tiếp cận KTTH. Trong tương lai, nguồn nguyên liệu sẵn có như chất thải chăn nuôi, trồng trọt, thủy sản và các chất hữu cơ tự nhiên khác có xu thế gia tăng và tạo nên thách thức lớn cho môi trường. Tuy nhiên các chất thải này lại góp phần làm đầu vào ổn định cho mô hình sản xuất, gia tăng công suất và sản lượng. Việc hợp tác với nhiều địa phương trên cả nước, nâng cao công tác tuyên truyền, vận động trong đó chuyển giao cho các hộ nông dân quy trình làm phân hữu cơ tại chỗ là mục tiêu chính của mô hình BAVIFA. Chính vì vậy, tiềm năng tiếp cận kinh tế tuần hoàn giải

quyết các bài toán PhNg trong tương lai tại huyện Ba Vi là một hướng đi phù hợp nhằm thực

hiện hóa các mục tiêu tăng trưởng, phát triển bền vững.

Bảng 5. Dự báo nhu cầu sử dụng phân hữu cơ mô hình sản xuất đến năm 2025 trên địa bàn huyện Ba Vi

| Năm | \hat{y}_i | $\hat{y}_{i+1} (\alpha = 0,2)$ | $\hat{y}_{i+1} (\alpha = 0,5)$ | $\hat{y}_{i+1} (\alpha = 0,8)$ |
|------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 2019 | 360,00 | - | - | - |
| 2020 | 362,36 | 361,888 | 361,18 | 360,472 |
| 2021 | 365,59 | 364,944 | 363,975 | 363,006 |
| 2022 | 368,83 | 368,182 | 367,21 | 366,238 |
| 2023 | 372,12 | 371,462 | 370,475 | 369,488 |
| 2024 | 375,43 | 374,768 | 373,774 | 372,782 |
| 2025 | 378,78 | 378,11 | 377,105 | 376,1 |
| Tổng | 2.583,11 | 2.219,354 | 2.213,72 | 2.208,086 |

4. Kết luận

Mô hình sản xuất phân hữu cơ tận dụng hai nguồn chính là PhC và PhSk theo hướng tiếp cận KTTH đã mở ra hướng đi mới cho hoạt động SXNN của huyện Ba Vi. Phân hữu cơ đạt chuẩn với thời gian ủ CPSH, mỗi tháng mô hình này có khả năng xử lý hơn 150 tấn phế PhNg và sản xuất được 25-30 tấn phân hữu cơ BAVIFA thành phẩm, tạo việc làm cho 7-10 lao động. Sự phát triển của phương thức sản xuất hữu cơ này đã tận thu nhiều nguồn phụ phẩm khác nhau, góp phần giảm thiểu các tác động đến môi trường, hệ sinh thái và sức khỏe cộng đồng. Phương pháp tái sản xuất còn đem lại giá trị kinh tế môi trường, với tính chất như một nền KTTH, nâng cao mức độ tái sử dụng chất thải, trả lại chất dinh dưỡng cho đất, giảm phát thải KNK, tận thu tối đa các nguồn tài nguyên sẵn có. Vì vậy có thể thấy KTTH là hướng đi tất yếu và nên được nhanh chóng lan tỏa tới nhiều địa phương có tiềm năng lớn về nguồn PhNg.

Lời cảm ơn

Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF) đã tài trợ kinh phí thuộc Chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước.

Tài liệu tham khảo

- [1] N. H. Nam, H. T. Hue, N. T. B. Phuong, Circular Economy and the Inevitable Transition, VNU Journal of Science: Policy and Management Studies, Vol. 35, 2019, <https://doi.org/10.25073/2588-1116/vnupam.4189> (in Vietnamese).
- [2] M. Geissdoerfer, P. Savaget, N. M. Bocken, E. J. Hultink, The Circular Economy - A new sustainability Paradigm?, Journal of Cleaner Production, Vol. 143, 2017, pp. 757-768, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.
- [3] N. H. Nam, N. T. Hanh, Implementing Circular Economy: International experience and Policy Implications for Vietnam, VNU Journal of Science: Economics and Business, Vol. 35, 2019, <https://doi.org/10.25073/2588-1108/vnueab.4277> (in Vietnamese).
- [4] P. Schroeder, K. Anggraeni, U. Weber, The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals, Journal of Industrial Ecology, Vol. 23, 2019, pp. 77-95, <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>.
- [5] P. M. Hien, N. V. Thang, V. H. Cong, Circular Economy Approach in Agricultural Wastes Management: A Case Study in Minh Chau Commune, Ba Vi, Hanoi, TNU Journal of Science and Technology, Vol. 226, 2021, pp. 100-1007, <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.4335>.
- [6] IOE, National Biomass Power Development Planning to 2025, Vision to 2035, Institute of

- Energy, Ministry of Industry and Trade, Hanoi, Vietnam, 2017 (in Vietnamese).
- [7] H. A. Le, N. T. T. Hanh, L. T. Linh, Estimated Gas Emission from Burning Rice Straw in Open Fields in Thai Binh Province, *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, Vol. 29, 2013, pp. 26-33 (in Vietnamese).
- [8] T. T. Cuong, H. A. Le, N. M. Khai, P. A. Hung, L. T. Linh, N. V. Thanh, N. D. Tri, N. X. Huan, Renewable Energy from Biomass Surplus Resource: Potential of Power Generation from Rice Straw in Vietnam, *Scientific Reports* Vol. 11, 2021, pp. 792, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80678-3>.
- [9] MARD, Report on Environmental Protection of Agriculture Sector, Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD), Hanoi, Vietnam, 2019.
- [10] H. A. Le, T. V. Anh, N. T. Q. Hung, Air Pollutants Estimated from Rice Straw Open Burning in Hanoi, *Journal of Agricultural Science and Technology*, Vol. 5, 2017, pp. 101-107.
- [11] H. A. Le, N. V. Thanh, H. Q. Bang, N. Q. Hung, D. M. Cuong, Application of SAR Sentinel-1 Satellite for Air Emission Inventory from Rice Straw Open Burning in Hanoi, *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, Vol. 37, 2021, pp. 81-92, <https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4635>.
- [12] H. A. Le, D. H. Thu, N. Q. Khoi, Rice Straw-base Power Generation: A Potential and Economic Cost-benefit Analysis for A Small Power Plant (10 MWe) in Vietnam, *Journal of Material Cycles and Waste Management*, Vol. 23, 2021, pp. 2232-2241, <https://doi.org/10.1007/s10163-021-01289-2>.
- [13] P. T. T. Oanh, Status Assessment and Solutions of Management to Domestic Solid Wastes in Dan Phuong District, Hanoi, *Vietnam Journal of Hydro - Meteorology*, Vol. 713, 2020, pp. 56-66 (in Vietnamese).
- [14] HSO, Ba Vi Statistical Yearbook 2020, Hanoi Statistical Office (HSO), Hanoi, Vietnam, 2020.
- [15] N. V. Thao, N. T. L. Anh, N. T. Minh, N. T. Ha, D. N. Hai, Use of Microbial Formulations to Produce Bio-Organic Fertilizer from Mushroom Culture Residues and Chicken Manure, *Jour of Science and Development*, Vol. 13, 2015, pp. 1414-1423 (in Vietnamese).