

SỬ DỤNG PHỐI HỢP CÁC LOẠI PHÂN HỮU CƠ VỚI PHÂN XANH CHO CANH TÁC LÚA HỮU CƠ TẠI PHÙ YÊN - SƠN LA

Tăng Thị Hạnh^{1*}, Phạm Văn Cường^{1,2}, Đinh Mai Thùy Linh²

¹Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Trung tâm Nghiên cứu Cây trồng Việt Nam và Nhật Bản, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: tthanh@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 05.09.2024

Ngày chấp nhận đăng: 28.11.2024

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm xác định tỷ lệ phối hợp các loại phân hữu cơ phù hợp nhất cho canh tác lúa hữu cơ tại huyện Phù Yên, tỉnh Sơn La. Thí nghiệm đồng ruộng được bố trí trong vụ xuân và vụ mùa năm 2023 theo kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ, 3 lần nhắc lại, bao gồm 9 công thức phối hợp giữa phân chuồng ủ (PCU), phân hữu cơ công nghiệp (HCCN) và phân xanh (PX), trong đó đối chứng (ĐC) bón 100% HCCN. Các công thức có hàm lượng N quy đổi tương đương với ĐC. Phân xanh là cây đậu tương được gieo từ vụ đông năm 2022. Kết quả cho thấy cây PX làm tăng hàm lượng chất hữu cơ cho đất từ 0,4 đến 1,9% sau vụ xuân và tăng từ 0,4 đến 0,6% sau 2 vụ so với ĐC. Phân xanh đã làm tăng hàm lượng đạm tổng số, lân dễ tiêu và kali dễ tiêu sau vụ lúa xuân lần lượt từ 0,04 đến 0,07%, từ 1,32 đến 2,16 mg/100g và từ 0,51 đến 0,71 mg/100g so với ĐC. Cây PX vụ đông + 50% PCU + 25% phân HCCN là công thức phối hợp tốt nhất với năng suất lúa đạt 58,4 tạ/ha trong vụ xuân (tăng 5,9 tạ/ha so với ĐC) và 51,2 tạ/ha trong vụ mùa (tăng 3,7 tạ/ha so với ĐC), với lợi nhuận tăng thêm đạt 17,2 triệu đồng/ha/năm so với ĐC.

Từ khoá: Lúa hữu cơ, phân hữu cơ công nghiệp, phân chuồng, phân xanh.

Combination of Organic Fertilizers with Green Manure for Organic Rice Cultivation in Phu Yen - Son La

ABSTRACT

A field study was conducted in 2023 Spring and Summer-Autumn cropping seasons in Quang Huy commune, Phu Yen district, Son La province to determine the most suitable combination ratio of organic fertilizers for organic rice cultivation. The experiment was laid out in a randomized complete block design with 3 replications, including 9 treatments of combining of compost (PCU), industrial organic fertilizer (HCCN) and green manure (PX), in which the control applied 100% HCCN. The N content conversion in the treatments was equivalent to the control. Green manure was soybeans sown from the Winter season in 2022. The results showed that PX increased soil organic matter content from 0.4 to 1.9% after the Spring cropping season and increased from 0.4 to 0.6% after Summer-Autumn cropping seasons compared to the control. Green manure increased the total nitrogen, available phosphorus and available potassium contents after the Spring cropping season from 0.04 to 0.07%, from 1.32 to 2.16 mg/100g and from 0.51 to 0.71 mg/100g, respectively, compared to the control. Winter PX + 50% PCU + 25% HCCN was the best combination treatment for organic rice cultivation in Son La with grain yield of 58.4 quintals/ha in Spring cropping season (5.9 quintals/ha higher compared to the control) and 51.2 quintals/ha in the Summer-Autumn cropping season (3.7 quintals/ha higher compared to the control), with additional profit of 17.2 million VND/ha/year.

Keywords: Organic rice, industrial organic fertilizer, compost, green manure.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chính phủ Việt Nam đã ban hành một số chủ trương chính sách nhằm hỗ trợ, thúc đẩy

phát triển sản xuất nông nghiệp hữu cơ (Chính phủ, 2018). Tuy nhiên, diện tích sản xuất nông nghiệp hữu cơ vẫn còn rất hạn chế do hiệu quả sản xuất chưa cao (Nguyễn Xuân Hồng, 2019).

Cánh đồng Mường Tấc ở huyện Phù Yên, cánh đồng lúa lớn nhất của tỉnh Sơn La, có điều kiện tự nhiên và xã hội rất thuận lợi để phát triển lúa gạo hữu cơ nhằm nâng cao giá trị của thương hiệu gạo Phù Yên (Khải Hoàn, 2020). Để nâng cao hiệu quả sản xuất cần thiết phải khai thác tổng hợp tất cả các yếu tố tự nhiên sẵn có của khu vực sản xuất để giảm chi phí đầu vào trong đó có phân bón hữu cơ (Phạm Văn Cường & cs., 2024).

Trong quản lý dinh dưỡng ruộng lúa hữu cơ, nitơ (N) là yếu tố dinh dưỡng quan trọng nhất quyết định đến năng suất lúa. Lượng N trên ruộng lúa hữu cơ có thể từ các nguồn khác nhau như tàn dư cây trồng vụ trước, phân chuồng, phân xanh, phế phụ phẩm nông nghiệp hoặc phân hữu cơ chế biến (phân hữu cơ công nghiệp). Ngoài ra, N có thể được bổ sung vào đất qua sự hoạt động của vi khuẩn cố định đạm cộng sinh ở cây họ đậu, bèo hoa dâu (Graham & cs., 2017). Cây điền thanh (*Sesbania sesban*) là cây họ đậu được dùng làm phân xanh có hiệu quả rất cao trong luân canh với lúa (Latt & cs., 2009; Singh & Singh, 2018). Các loại cây phân xanh gồm điền thanh và lục lạc sợi (*Crotalaria juncea*) được gieo 60 ngày trước vụ lúa đều làm tăng hàm lượng chất hữu cơ, tăng hàm lượng N dễ tiêu, lân dễ tiêu và kali dễ tiêu, đồng thời làm tăng năng suất lúa (Singh & cs., 2009). Nghiên cứu của Châu Minh Khôi & cs. (2014) cũng cho thấy vùi cây điền thanh trước vụ lúa giúp gia tăng hàm lượng đạm và lân dễ tiêu trong đất và tăng pH đất. Giai đoạn ngập - khô trong hệ thống luân canh lúa nước với cây trồng cạn giúp thúc đẩy tiến trình phân hủy chất hữu cơ và phóng thích N hữu dụng (Nguyễn Văn Minh & cs., 2008; Nguyễn Minh Đông & cs., 2009).

Lượng chất khô tích lũy của cây đậu tương đông ở miền Bắc Việt Nam tại giai đoạn ra hoa rộ khoảng 5-7 g/cây (tương đương 1,25-1,75 tấn/ha) (Đoàn Văn Lưu & cs., 2017). Với hàm lượng N trong thân lá khoảng 2,5%, lượng N tích lũy có thể đạt 31-44kg N/ha (Hirpa & cs., 2009). Lượng N tích lũy này có thể thay thế 20-40% lượng phân đạm từ nguồn khác trong hệ thống canh tác 2 vụ lúa/năm (Xie & cs., 2016). Đối với các tỉnh phía Bắc như Sơn La,

thời gian đất nghỉ sau khi thu hoạch lúa vụ mùa (từ tháng 10 đến tháng 1 năm sau) rất phù hợp để gieo trồng cây phân xanh. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu chuyên sâu nào về sử dụng cây phân xanh, đặc biệt nghiên cứu phối hợp phân xanh với các loại phân bón hữu cơ khác cho canh tác lúa hữu cơ. Vì vậy, nghiên cứu này tiến hành thử nghiệm cây đậu tương vụ đông làm phân xanh phối hợp với phân chuồng ủ và phân hữu cơ công nghiệp với tỷ lệ khác nhau để lựa chọn công thức phù hợp nhất nhằm nâng cao năng suất, chất lượng gạo, cải thiện tính chất đất và tăng hiệu quả kinh tế cho sản xuất lúa hữu cơ tại Sơn La.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng, thời gian và địa điểm

Giống lúa J02 được sử dụng trong nghiên cứu là giống lúa *Japonica* đang được trồng ở địa phương. Thí nghiệm bố trí trong vụ xuân và vụ mùa 2023 tại cánh đồng trồng lúa hữu cơ của xã Quang Huy, huyện Phù Yên, tỉnh Sơn La (21°15'N 104°39'E), đây là địa điểm sản xuất đã được chứng nhận đạt tiêu chuẩn nông nghiệp hữu cơ (TCVN11041-1:2017; TCVN11041-2:20217, TCVN11041-5:2018) năm 2021. Đất ruộng lúa là đất dốc tụ thung lũng, đất chua (pH_{KCl}: 3,99), chất hữu cơ (OM) ở mức trung bình đến giàu (2,8%). Đạm tổng số ở mức trung bình (0,13%), lân dễ tiêu ở mức nghèo (2,1 mg/100g), kali dễ tiêu cũng ở mức nghèo (1,4 mg/100g) (Phạm Văn Cường & cs., 2024).

2.2. Vật liệu nghiên cứu

Loại phân hữu cơ công nghiệp (HCCN) là phân hữu cơ vi sinh Quế Lâm 01 có hàm lượng chất hữu cơ: 15%, hàm lượng khoáng N:P:K là 3:1:1, độ ẩm: 30%, vi sinh vật (VSV) cố định đạm 1×10^6 CFU/g, VSV phân giải lân 1×10^6 CFU/g, VSV phân giải xenlulose $\times 10^6$ CFU/g, pH H₂O: 5, độ ẩm 30%.

Phân chuồng ủ (PCU) là phân lợn đã ủ hoai mục tại địa phương, có hàm lượng chất hữu cơ 34%, hàm lượng N (tổng số): 0,57%, hàm lượng lân tổng số: 1,34%, pH H₂O: 7,2, độ ẩm 41,2%, VSV tổng số $1,85 \times 10^5$ CFU/g.

2.3. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm gồm 9 công thức, trong đó CT1 (đối chứng) bón 100% phân HCCN với lượng người dân đang áp dụng (Bảng 1). Các công thức CT2, CT3, CT4 phối hợp giữa phân HCCN và PCU với tỷ lệ khác nhau, CT5 bón 100% PCU. Tất cả các công thức có hàm lượng N quy đổi tương đương với hàm lượng N ở CT1. Các công thức CT6, CT7, CT8, CT9 có sử dụng cây phân xanh vụ Đông (đậu tương) phối hợp với lượng phân HCCN hoặc PCU nhưng giảm 25% về khối lượng. Đậu tương sử dụng giống DT84 với lượng 50kg hạt giống/ha, gieo vãi trực tiếp trên ruộng ngay sau khi thu hoạch lúa mùa 2022 (không cần làm đất). Lượng phân xanh (sinh khối) cuối vụ đông được xác định là 2,8 tấn/ha.

Thí nghiệm bố trí theo phương pháp khối ngẫu nhiên đầy đủ với 3 lần nhắc lại, diện tích mỗi công thức là 100m².

2.4. Các biện pháp kỹ thuật áp dụng

Cuối vụ đông 2022, toàn bộ sinh khối cây đậu tương (công thức CT6, CT7, CT8, CT9) được để lại trên ruộng làm phân xanh. Ở tất cả các công thức thí nghiệm, rơm rạ sau thu hoạch vụ trước đều được giữ lại trên ruộng (không đốt) và sử dụng chế phẩm vi sinh Compost Maker-Bio02 (sản phẩm của Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, công bố lưu hành năm 2021) với lượng 10 kg/ha/vụ rắc đều trên ruộng sau khi cày lật (cày vùi), sau đó ngâm ruộng trong 3 tuần trước khi bừa. Lượng phân HCCN hoặc PCU được bón lót toàn bộ và không bổ sung thêm loại phân bón hữu cơ nào khác. Mật độ cấy lúa là 33 khóm/m² (25cm × 12cm), 3 danh/khóm.

2.5. Các chỉ tiêu theo dõi

Theo dõi thời gian từ gieo đến trổ bông, chiều cao cây, số nhánh của giống lúa J02 theo Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2013). Chỉ số diện tích lá (LAI) và giá trị SPAD được theo dõi tại giai đoạn trổ. Diện tích lá được xác định bằng phương pháp cân trực tiếp, giá trị SPAD được đo trên lá đồng bằng máy SPAD-502, Minolta, Japan. Khối lượng chất khô (KLCK) xác định tại giai đoạn chín bằng phương pháp sấy khô ở 80°C đến khối lượng không đổi. Đánh giá các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất theo TCVN 13381-1: 2023. Các chỉ tiêu theo dõi hoặc lấy mẫu được thực hiện tại 5 điểm theo đường chéo trên mỗi ô thí nghiệm.

Tỷ lệ gạo lật (tính trên khối lượng thóc ban đầu), tỷ lệ gạo xát (tính trên khối lượng gạo lật) và tỷ lệ gạo nguyên (tính trên khối lượng gạo lật) được xác định theo TCVN 7983: 2015. Hàm lượng amylose phân tích theo TCVN 5716-2: 2008, dư lượng NO₃ trong gạo phân tích theo TCVN 8742: 2011.

Các chỉ tiêu liên quan đến dinh dưỡng đất được xác định tại thời điểm 30 ngày sau cấy và sau khi thu hoạch bao gồm: hàm lượng chất hữu cơ (OM) phân tích theo TCVN 8557: 2010, đạm tổng số (N_{ts}) phân tích theo TCVN 8557: 2010, lân dễ tiêu (P₂O_{5dt}) phân tích theo TCVN 8661: 2011, kali dễ tiêu (K₂O_{dt}) phân tích theo TCVN 8560: 2010.

Mẫu thóc, gạo hoặc đất được lấy 5 mẫu cho mỗi lần nhắc lại, sau đó trộn đều trước khi đem phân tích.

Bảng 1. Các công thức thí nghiệm phối hợp giữa phân HCCN, PCU và phân xanh

| Công thức | Tỷ lệ phối hợp | Cây phân xanh | Lượng phân HCCN cho 01 ha/vụ | Lượng PCU cho 01 ha/vụ |
|-----------------|--------------------------------|---------------|------------------------------|------------------------|
| CT1 (Đối chứng) | 100% HCCN | - | 2,0 tấn | - |
| CT2 | 75% HCCN + 25% PCU | - | 1,5 tấn | 2,63 tấn |
| CT3 | 50% HCCN + 50% PCU | - | 1,0 tấn | 5,25 tấn |
| CT4 | 25% HCCN + 75% PCU | - | 0,5 tấn | 7,88 tấn |
| CT5 | 100% PCU | - | - | 10,5 tấn |
| CT6 | Phân xanh + 75% HCCN | + | 1,5 tấn | - |
| CT7 | Phân xanh + 50% HCCN + 25% PCU | + | 1,0 tấn | 2,63 tấn |
| CT8 | Phân xanh + 25% HCCN + 50% PCU | + | 0,5 tấn | 5,25 tấn |
| CT9 | Phân xanh + 75% PCU | + | - | 7,88 tấn |

2.6. Xử lý số liệu

Kết quả được xử lý theo phương pháp phân tích phương sai ANOVA một nhân tố bằng phần mềm IRRISTAT 5.0. Giá trị LSD được sử dụng để so sánh giá trị trung bình của các công thức thí nghiệm ở độ tin cậy 95%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả ở bảng 2 cho thấy hàm lượng OM cao hơn ở giai đoạn 30 ngày sau cấy (NSC) so với thời điểm sau thu hoạch (TH). Điều này có thể do lượng phân hữu cơ mới bổ sung vào đầu vụ, qua thời gian, chất hữu cơ bị phân giải nhanh dưới tác động của điều kiện nhiệt đới với ẩm độ và nhiệt độ cao (Bùi Huy Hiền, 2013; IRRI, 2020; Trương Thị Diệu Hòa & cs., 2023). Sau vụ xuân, các công thức có PX có hàm lượng OM tăng 0,4 đến 1,9% so với đối chứng. Sau vụ mùa, hàm lượng OM tăng từ 0,4 đến 0,6% so với đối chứng. Kết quả này tương tự các công bố trước đây về vai trò của phân chuồng và phân xanh đối với duy trì độ phì nhiêu của đất (Singh & cs., 2009; Nguyễn Minh Đông & cs., 2009; Châu Minh Khôi & cs., 2014).

Hàm lượng đạm tổng số (N_{ts}) có quy luật tương tự như hàm lượng OM, có giá trị cao hơn ở giai đoạn 30 NSC so với thời điểm sau TH. Tại thời điểm 30 NSC, các công thức phối hợp phân xanh (CT6, CT7, CT8, CT9) có hàm lượng N_{ts} (dao động từ 0,25% đến 0,29%) cao hơn rõ ràng so với các công thức chỉ sử dụng HCCN và PCU (CT1, CT2, CT3, CT4, CT5) (dao động từ 0,17% đến 0,19%) ở vụ xuân. Tuy nhiên, ở vụ mùa, không có sự sai khác giữa các công thức thí nghiệm. Tại giai đoạn sau TH, hàm lượng N_{ts} ở các công thức sử dụng phân xanh (CT6, CT7, CT8, CT9) cao hơn rõ rệt so với đối chứng (CT1) ở vụ xuân, trong khi đó cũng không có sự khác nhau ở vụ mùa. Như vậy, gieo trồng đậu tương làm phân xanh trong vụ đông đã làm tăng hàm lượng N_{ts} trong đất sau vụ lúa xuân từ 0,04 đến 0,07%. Điều này cho thấy sự phân giải sinh học của rễ chết, nốt sần cùng với thân lá cây họ đậu đã làm tăng hàm lượng N_{ts} trong đất ở vụ cây trồng kế tiếp và điều này đã được các tác giả trước đây công bố (Nguyễn Văn Minh & cs., 2008; Graham & cs., 2017; Singh & Singh, 2018).

Trong vụ xuân, hàm lượng lân dễ tiêu (P_2O_{5dt}) và kali dễ tiêu (K_2O_{dt}) cao hơn ở các công thức có phân xanh (CT6, CT7, CT8, CT9) so với đối chứng lần lượt từ 1,32 đến 2,16 mg/100g và từ 0,51 đến 0,71 mg/100g. Kết quả nghiên cứu của Latt & cs. (2009), Singh & cs. (2009) và Châu Minh Khôi & cs. (2014) cũng tương tự khi sử dụng cây họ đậu làm phân xanh vụ trước có tác dụng làm tăng hàm lượng P_2O_{5dt} và K_2O_{dt} cho cây trồng vụ sau. Điều này rất quan trọng đối với đất trồng lúa tại Sơn La khi mà hàm lượng P_2O_{5dt} và K_2O_{dt} đều ở mức nghèo (dưới 10 mg/100g).

Kết quả ở bảng 3 cho thấy, thời gian từ gieo đến trổ của giống lúa J02 trên các công thức có phối hợp với cây phân xanh (CT6, CT7, CT8, CT9) trong vụ xuân có xu hướng kéo dài hơn so với các công thức CT1, CT2, CT3 khoảng 3-4 ngày. Điều này có thể do hàm lượng dinh dưỡng (N_{ts} , P_2O_{5dt} , K_2O_{dt}) ở các công thức có sử dụng phân xanh cao hơn các công thức không có phân xanh (Bảng 2) và phù hợp với quy luật về sinh trưởng của cây lúa trong các điều kiện dinh dưỡng khác nhau, cây lúa thường kéo dài thời gian sinh trưởng sinh dưỡng nếu trong đất có nhiều dinh dưỡng đặc biệt là N (Yoshida, 1981).

Chiều cao cây của J02 ở CT8 và CT9 cao hơn so với đối chứng trong vụ xuân (Bảng 3), tuy nhiên không có sự khác nhau đáng kể giữa tất cả các công thức trong vụ mùa. Điều này có thể do lượng dinh dưỡng trong đất ở các công thức có phân xanh trong Xuân cao hơn so với vụ mùa (Bảng 2). Kết quả bảng 3 cũng cho thấy các phối hợp phân bón hữu cơ khác nhau không ảnh hưởng đáng kể đến số nhánh tối đa trong cả vụ xuân và vụ mùa.

Trong vụ xuân, tất cả các công thức có phân xanh (CT6, CT7, CT8, CT9) đều có giá trị SPAD và chỉ số diện tích lá (LAI) cao hơn so với đối chứng (Bảng 4). Các công thức chỉ sử dụng PCU hoặc phối hợp HCCN và PCU (CT2, CT3, CT4, CT5) thì giá trị SPAD và LAI tương đương với đối chứng. Tuy nhiên, trong vụ mùa, quy luật này không rõ ràng. Như vậy, hàm lượng OM và chất dinh dưỡng (N_{ts} , P_2O_{5dt} và K_2O_{dt}) cao hơn trong vụ xuân đã làm tăng hàm lượng diệp lục trong lá và tác động tích cực đến diện tích lá quần thể (Yoshida, 1981; Makino, 2011; Latt & cs., 2009).

Bảng 2. Ảnh hưởng của các công thức phối hợp phân bón hữu cơ và phân xanh đến một số chỉ tiêu dinh dưỡng trong đất

| Công thức | OM (%) | | | | N _{is} (%) | | | | P ₂ O _{5dt} (mg/100g) | | | | K ₂ O _{dt} (mg/100g) | | | |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---|--------------------|--------------------|-------------------|--|-------------------|---------------------|-------------------|
| | 30 NSC | | Sau TH | | 30 NSC | | Sau TH | | 30 NSC | | Sau TH | | 30 NSC | | Sau TH | |
| | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa |
| CT1 (ĐC) | 3,1 ^d | 3,3 ^d | 2,4 ^{de} | 2,3 ^c | 0,17 ^c | 0,21 ^{ab} | 0,11 ^d | 0,13 ^a | 2,68 ^d | 2,19 ^b | 1,81 ^c | 1,93 ^b | 2,33 ^c | 2,14 ^a | 1,62 ^c | 1,46 ^a |
| CT2 | 3,3 ^{cd} | 3,6 ^{cd} | 2,3 ^e | 2,3 ^c | 0,19 ^c | 0,19 ^{ab} | 0,12 ^d | 0,12 ^a | 2,73 ^{cd} | 2,24 ^b | 1,93 ^c | 1,95 ^b | 2,39 ^c | 2,21 ^a | 1,78 ^{bc} | 1,42 ^a |
| CT3 | 3,2 ^d | 3,6 ^{cd} | 2,6 ^{cde} | 2,5 ^{bc} | 0,18 ^c | 0,21 ^{ab} | 0,14 ^{bcd} | 0,14 ^a | 2,81 ^{cd} | 2,45 ^{ab} | 1,86 ^c | 2,13 ^b | 2,31 ^c | 2,35 ^a | 1,92 ^{abc} | 1,64 ^a |
| CT4 | 3,5 ^{bcd} | 3,7 ^{cd} | 2,7 ^{cd} | 2,6 ^{abc} | 0,19 ^c | 0,22 ^{ab} | 0,13 ^{cd} | 0,16 ^a | 2,87 ^{cd} | 2,81 ^{ab} | 2,05 ^c | 2,58 ^a | 2,74 ^{bc} | 2,47 ^a | 2,14 ^{ab} | 1,86 ^a |
| CT5 | 3,8 ^b | 3,9 ^{abc} | 3,0 ^{abc} | 2,8 ^{ab} | 0,18 ^c | 0,21 ^{ab} | 0,14 ^{bcd} | 0,15 ^a | 2,95 ^{cd} | 2,84 ^{ab} | 2,15 ^c | 2,75 ^a | 2,93 ^{ab} | 2,52 ^a | 2,29 ^a | 2,02 ^a |
| CT6 | 3,3 ^{cd} | 3,5 ^{cd} | 2,9 ^{bcd} | 2,7 ^{ab} | 0,27 ^{ab} | 0,23 ^a | 0,16 ^{abc} | 0,12 ^a | 3,27 ^{bc} | 2,72 ^{ab} | 3,13 ^b | 2,94 ^a | 3,11 ^{ab} | 2,11 ^a | 2,13 ^{ab} | 1,52 ^a |
| CT7 | 3,7 ^{bc} | 3,6 ^{cd} | 2,8 ^{bcd} | 2,7 ^{ab} | 0,25 ^b | 0,22 ^{ab} | 0,15 ^{abc} | 0,12 ^a | 3,68 ^{ab} | 2,53 ^{ab} | 3,83 ^a | 2,87 ^a | 3,38 ^a | 2,31 ^a | 2,19 ^{ab} | 1,88 ^a |
| CT8 | 4,1 ^{ab} | 4,3 ^a | 3,1 ^{ab} | 2,9 ^a | 0,27 ^{ab} | 0,20 ^{ab} | 0,17 ^{ab} | 0,13 ^a | 4,13 ^a | 2,81 ^{ab} | 3,97 ^a | 2,80 ^a | 3,35 ^a | 2,22 ^a | 2,33 ^a | 1,97 ^a |
| CT9 | 4,3 ^a | 4,2 ^{ab} | 3,3 ^a | 2,8 ^{ab} | 0,29 ^a | 0,18 ^b | 0,18 ^a | 0,12 ^a | 4,06 ^a | 2,92 ^a | 3,56 ^{ab} | 2,98 ^a | 3,26 ^{ab} | 2,35 ^a | 2,32 ^a | 1,91 ^a |

Ghi chú: NSC: Ngày sau cấy, TH: Thu hoạch; Trong cùng một cột, các giá trị có chữ cái khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 3. Ảnh hưởng của các công thức phối hợp phân bón hữu cơ và phân xanh đến một số chỉ tiêu sinh trưởng của lúa

| Công thức | Thời gian từ gieo - trổ (ngày) | | Chiều cao cây (cm) | | Số nhánh tối đa/m ² | |
|-----------|--------------------------------|-----|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|
| | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa |
| CT1 (ĐC) | 94 | 77 | 93,5 ^b | 96,4 ^a | 326,9 ^a | 300,6 ^a |
| CT2 | 94 | 78 | 94,8 ^{ab} | 94,3 ^a | 316,4 ^{ab} | 297,8 ^a |
| CT3 | 94 | 80 | 95,9 ^{ab} | 96,2 ^a | 321,5 ^{ab} | 324,2 ^a |
| CT4 | 96 | 79 | 94,6 ^{ab} | 96,4 ^a | 322,7 ^{ab} | 328,5 ^a |
| CT5 | 97 | 80 | 95,4 ^{ab} | 96,8 ^a | 319,2 ^{ab} | 321,4 ^a |
| CT6 | 98 | 78 | 96,5 ^a | 96,6 ^a | 298,4 ^b | 309,1 ^a |
| CT7 | 98 | 77 | 96,7 ^{ab} | 95,8 ^a | 317,0 ^{ab} | 307,2 ^a |
| CT8 | 99 | 78 | 97,4 ^a | 97,5 ^a | 310,7 ^{ab} | 312,5 ^a |
| CT9 | 99 | 78 | 97,1 ^{ab} | 96,7 ^a | 315,2 ^{ab} | 306,8 ^a |

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị có chữ cái khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 4. Ảnh hưởng của các công thức phối hợp phân bón hữu cơ và phân xanh đến một số chỉ tiêu sinh lý

| Công thức | SPAD | | LAI (m ² lá/m ² đất) | | KLCK (g/m ² đất) | |
|-----------|---------------------|---------------------|--|--------------------|-----------------------------|----------------------|
| | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa |
| CT1 (ĐC) | 39,4 ^d | 36,0 ^c | 3,7 ^d | 3,5 ^{cd} | 981,2 ^c | 866,5 ^c |
| CT2 | 38,2 ^d | 36,4 ^b | 3,8 ^{cd} | 3,3 ^d | 1024,2 ^{bc} | 912,7 ^{abc} |
| CT3 | 40,8 ^{bcd} | 38,2 ^{ab} | 4,0 ^{bcd} | 3,8 ^{abc} | 1036,7 ^{abc} | 934,1 ^{abc} |
| CT4 | 40,1 ^{cd} | 37,5 ^{abc} | 3,9 ^{cd} | 3,8 ^{abc} | 1062,4 ^{abc} | 946,3 ^{ab} |
| CT5 | 42,0 ^{abc} | 38,8 ^a | 4,2 ^{abc} | 4,1 ^a | 1105,1 ^{ab} | 959,7 ^a |
| CT6 | 42,7 ^{abc} | 36,7 ^{abc} | 4,3 ^{ab} | 3,7 ^{bc} | 1072,5 ^{abc} | 882,7 ^{bc} |
| CT7 | 42,3 ^{abc} | 38,3 ^{ab} | 4,1 ^{abc} | 3,8 ^{abc} | 1081,7 ^{ab} | 895,4 ^{abc} |
| CT8 | 43,6 ^a | 37,1 ^{abc} | 4,4 ^a | 4,0 ^{ab} | 1117,8 ^{ab} | 951,0 ^{ab} |
| CT9 | 43,1 ^{ab} | 38,5 ^{ab} | 4,3 ^{ab} | 3,9 ^{ab} | 1125,6 ^a | 932,1 ^{abc} |

Ghi chú: LAI: Chỉ số diện tích lá, KLCK: Khối lượng chất khô; Trong cùng một cột, các giá trị có chữ cái khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Khối lượng chất khô (KLCK) khi thu hoạch là sản phẩm tích lũy của quá trình quang hợp. Công thức CT5, CT8, CT9 có KLCK cao hơn đối chứng trong cả vụ xuân và vụ mùa. Điều này thể hiện vai trò của PCU và PX đối với sự hoạt động của các chủng vi sinh vật, thúc đẩy quá trình giải phóng dinh dưỡng, từ đó giúp cây trồng sinh trưởng, phát triển tốt, tăng sinh khối (Bùi Huy Hiền, 2013; Châu Minh Khôi & cs., 2014; IRRI, 2020).

Kết quả bảng 5 cho thấy, trong vụ xuân, một số công thức có số bông cao hơn đối chứng gồm CT4, CT5 và CT8, tuy nhiên, trong vụ mùa

không có sự sai khác giữa các công thức thí nghiệm. Số hạt/bông dao động không lớn và không có sự khác nhau đáng kể giữa các công thức thí nghiệm ở cả hai vụ. Một số công thức có cây phân xanh (CT7, CT8, CT9) có tỷ lệ hạt chắc cao hơn đối chứng trong vụ xuân, tuy nhiên, không có sự khác nhau đáng kể giữa các công thức trong vụ mùa. Khối lượng 1.000 hạt dao động không lớn và không có sự sai khác giữa các công thức thí nghiệm. Như vậy, trong nghiên cứu này, phân bón chi phối mạnh mẽ đến số bông/m² và tỷ lệ hạt chắc trong vụ xuân, mà không ảnh hưởng đáng kể đến số hạt/bông và khối lượng hạt

ở cả hai vụ. Điều này cũng phù hợp với các nghiên cứu trước đây đối với giống lúa *Japonica*, lượng phân bón chi phối mạnh mẽ đến số hạt chắc trên bông (Makino, 2011).

Các công thức CT3, CT5, CT8, CT9 có năng suất lần lượt đạt 56,4 tạ/ha; 56,8 tạ/ha; 58,4 tạ/ha và 57,6 tạ/ha trong vụ xuân, cao hơn đối chứng (52,5 tạ/ha). Các công thức còn lại (CT2, CT4, CT6, CT7) có năng suất tương đương với đối chứng. Trong vụ mùa, hai công thức CT5, CT8 có năng suất lần lượt đạt 51,4 tạ/ha và 51,2 tạ/ha, cao hơn so với đối chứng. Như vậy, CT5 (100% PCU) và CT8 (phối hợp phân xanh + 50% PCU + 25% phân HCCN) cho năng suất cao và ổn định cả hai vụ, tăng so với

đối chứng từ 4,3 đến 5,9 tạ/ha trong vụ xuân và từ 3,7 đến 3,9 tạ/ha trong vụ mùa do có số bông/m² hoặc tỷ lệ hạt chắc cao hơn. Hiệu quả của PCU đối với năng suất lúa theo hướng hữu cơ cũng được các tác giả khác công bố như Nguyen Hong Hanh & Pham Tien Dung (2014), Vũ Tiến Khang & cs. (2020). Kết quả nghiên cứu này cũng tương tự với công bố của Nguyễn Văn Minh & cs. (2008), Nguyễn Minh Đông & cs. (2009), Châu Minh Khôi & cs. (2014), khi luân canh lúa với đậu xanh hoặc sử dụng cây điền thanh làm phân xanh đã làm tăng năng suất lúa, tăng sinh khối do gia tăng sự tích lũy các thành phần chất hữu cơ dễ phân hủy và hoạt động của vi sinh vật có ích.

Bảng 5. Ảnh hưởng của các công thức phối hợp phân bón hữu cơ và phân xanh đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất

| Công thức | Số bông/m ² | | Số hạt/bông | | Tỷ lệ hạt chắc (%) | | Khối lượng 1.000 hạt (g) | | Năng suất (tạ/ha) | |
|-----------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa |
| CT1 (ĐC) | 225,3 ^b | 228,7 ^a | 129,0 ^a | 125,4 ^a | 86,3 ^c | 83,6 ^a | 24,4 ^a | 24,2 ^a | 52,5 ^c | 47,5 ^b |
| CT2 | 228,2 ^{ab} | 229,6 ^a | 131,4 ^a | 129,4 ^a | 87,2 ^{bc} | 82,4 ^a | 24,3 ^a | 24,3 ^a | 52,8 ^c | 49,3 ^{ab} |
| CT3 | 239,6 ^{ab} | 232,8 ^a | 130,8 ^a | 129,8 ^a | 87,4 ^{bc} | 84,2 ^a | 24,3 ^a | 24,2 ^a | 56,4 ^{ab} | 49,9 ^{ab} |
| CT4 | 241,8 ^a | 232,6 ^a | 129,2 ^a | 128,2 ^a | 87,6 ^{abc} | 83,8 ^a | 24,5 ^a | 24,3 ^a | 55,2 ^{abc} | 50,2 ^{ab} |
| CT5 | 242,0 ^a | 234,4 ^a | 131,9 ^a | 131,8 ^a | 88,5 ^{abc} | 84,4 ^a | 24,4 ^a | 24,2 ^a | 56,8 ^{ab} | 51,4 ^a |
| CT6 | 236,7 ^{ab} | 227,1 ^a | 134,5 ^a | 129,2 ^a | 87,5 ^{abc} | 83,7 ^a | 24,2 ^a | 24,3 ^a | 54,5 ^{bc} | 48,6 ^{ab} |
| CT7 | 233,2 ^{ab} | 225,3 ^a | 133,4 ^a | 132,8 ^a | 90,5 ^a | 83,5 ^a | 24,2 ^a | 24,2 ^a | 55,8 ^{abc} | 49,3 ^{ab} |
| CT8 | 244,1 ^a | 232,3 ^a | 130,8 ^a | 131,4 ^a | 89,5 ^{ab} | 84,7 ^a | 24,5 ^a | 24,3 ^a | 58,4 ^a | 51,2 ^a |
| CT9 | 238,6 ^{ab} | 231,7 ^a | 132,9 ^a | 133,2 ^a | 89,4 ^{ab} | 83,2 ^a | 24,4 ^a | 24,1 ^a | 57,6 ^{ab} | 50,5 ^{ab} |

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị có chữ cái khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 6. Ảnh hưởng của các công thức phối hợp phân bón hữu cơ và phân xanh đến một số chỉ tiêu chất lượng

| Công thức | Tỷ lệ gạo lứt (%) | | Tỷ lệ gạo xát (%) | | Tỷ lệ gạo nguyên (%) | | Hàm lượng amylose (%) | | Dư lượng nitrat (mg/kg) | |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
| | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa | Xuân | Mùa |
| CT1 (ĐC) | 78,9 ^a | 79,6 ^a | 86,2 ^a | 85,9 ^a | 81,4 ^a | 77,4 ^a | 17,9 ^a | 18,2 ^a | 16,3 ^a | 17,2 ^a |
| CT2 | 79,3 ^a | 78,5 ^a | 85,5 ^a | 86,9 ^a | 79,9 ^a | 78,5 ^a | 17,8 ^a | 17,6 ^a | 16,8 ^a | 16,4 ^a |
| CT3 | 80,2 ^a | 79,2 ^a | 85,7 ^a | 86,9 ^a | 81,0 ^a | 79,3 ^a | 17,5 ^a | 18,1 ^a | 17,1 ^a | 17,7 ^a |
| CT4 | 79,7 ^a | 80,4 ^a | 86,8 ^a | 86,1 ^a | 81,4 ^a | 77,0 ^a | 18,1 ^a | 17,9 ^a | 16,5 ^a | 17,3 ^a |
| CT5 | 80,6 ^a | 79,6 ^a | 87,1 ^a | 86,3 ^a | 81,6 ^a | 78,9 ^a | 18,0 ^a | 17,6 ^a | 17,6 ^a | 16,8 ^a |
| CT6 | 78,7 ^a | 80,4 ^a | 87,0 ^a | 86,2 ^a | 81,9 ^a | 78,1 ^a | 17,7 ^a | 18,0 ^a | 18,2 ^a | 17,7 ^a |
| CT7 | 79,6 ^a | 78,7 ^a | 85,2 ^a | 86,7 ^a | 79,0 ^a | 79,1 ^a | 17,8 ^a | 17,3 ^a | 17,6 ^a | 17,4 ^a |
| CT8 | 80,2 ^a | 79,0 ^a | 85,2 ^a | 88,0 ^a | 79,2 ^a | 79,6 ^a | 18,2 ^a | 18,1 ^a | 17,8 ^a | 18,1 ^a |
| CT9 | 79,9 ^a | 80,5 ^a | 86,9 ^a | 86,7 ^a | 81,0 ^a | 79,5 ^a | 18,0 ^a | 17,8 ^a | 16,9 ^a | 17,3 ^a |

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị có chữ cái khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 7. Ảnh hưởng của các công thức phối hợp phân bón hữu cơ và phân xanh đến hiệu quả kinh tế trồng lúa hữu cơ (triệu đồng/ha)

| Công thức | Tổng thu | | | Chi phí cho các loại phân bón | Chi phí so với ĐC | Tổng thu đã trừ chi phí phân bón | Lợi nhuận so với ĐC* |
|-----------|----------|------|--------|-------------------------------|-------------------|----------------------------------|----------------------|
| | Xuân | Mùa | Cả năm | Cả năm | Cả năm | Cả năm | Cả năm |
| CT1 (ĐC) | 49,9 | 45,1 | 95,0 | 24,0 | 0,0 | 71,0 | 0,0 |
| CT2 | 50,2 | 46,8 | 97,0 | 16,8 | -7,2 | 80,2 | 9,2 |
| CT3 | 53,6 | 47,4 | 101,0 | 22,2 | -1,8 | 78,8 | 7,8 |
| CT4 | 52,4 | 47,7 | 100,1 | 20,4 | -3,6 | 79,7 | 8,7 |
| CT5 | 54,0 | 48,8 | 102,8 | 18,6 | -5,4 | 84,2 | 13,2 |
| CT6 | 51,8 | 46,2 | 97,9 | 19,5 | -4,5 | 78,4 | 7,4 |
| CT7 | 53,0 | 46,8 | 99,8 | 17,7 | -6,3 | 82,1 | 11,1 |
| CT8 | 55,5 | 48,6 | 104,1 | 15,9 | -8,1 | 88,2 | 17,2 |
| CT9 | 54,7 | 48,0 | 102,7 | 14,1 | -9,9 | 88,6 | 17,6 |

Ghi chú: Giá bán lúa J02: 9.500 đồng/kg, giá mua phân HCCN: 6.000 đồng/kg, giá mua PCU: 800.000 đồng/tấn, giá mua hạt giống đậu tương: 30.000 đồng/kg; *: Coi như công và các chi phí khác là tương đương nhau giữa các công thức thí nghiệm.

Kết quả bảng 6 cho thấy, tỷ lệ gạo lật, tỷ lệ gạo xát, tỷ lệ gạo nguyên không có sự sai khác rõ ràng giữa các công thức thí nghiệm ở cả hai vụ.

J02 là giống lúa *Japonica* nên vỏ trấu và lớp cám thường dày hơn và hạt thường tròn hơn so với các giống lúa *indica* đang trồng phổ biến ở Việt Nam nên tỷ lệ gạo lật và gạo xát thường thấp hơn nhưng tỷ lệ gạo nguyên thường cao hơn. Tương tự, các công thức thí nghiệm không có sự khác nhau đáng kể về hàm lượng amylose. Dư lượng nitrat trong gạo dao động từ 16,3 mg/kg (CT1) đến 18,2 mg/kg (CT6) trong vụ xuân, từ 16,4 mg/kg (CT2) đến 18,1 mg/kg (CT8) trong vụ mùa và không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các công thức. Mức dư lượng này thấp hơn nhiều so với ngưỡng tồn dư tối đa cho phép của WHO (2015) (300 mg/kg). Các nghiên cứu sử dụng phân hữu cơ cho lúa và các loại cây trồng đều làm tăng chất lượng sản phẩm (Vũ Tiến Khang & cs., 2020; Nguyễn Thị Ái Nghĩa & cs., 2020; Vũ Thanh Hải & Phạm Văn Cường, 2021). Kết quả nghiên cứu của Nguyen Hong Hanh & Pham Tien Dung (2014) cũng cho thấy sử dụng rơm rạ, phân gà kết hợp với phân vi sinh Sông Gianh đã làm tăng hàm lượng protein và giảm dư lượng nitrat ở gạo hữu cơ. Ở nghiên cứu này, các công thức phối hợp

phân hữu cơ và phân xanh không ảnh hưởng đáng kể đến các chỉ tiêu về chất lượng lúa và gạo ở cả hai vụ.

Bảng 7 cho thấy tổng thu của các công thức thí nghiệm ở vụ xuân cao hơn ở vụ mùa do năng suất lúa ở vụ xuân cao hơn ở vụ mùa. Công thức có tổng thu cả năm cao nhất là CT8 (104,1 triệu đồng/ha). Chi phí cho cây phân xanh được tính bởi chi phí về hạt giống đậu tương. Chi phí cả năm về phân bón cao nhất là CT1 (đối chứng) với 24,0 triệu đồng/ha do giá thành phân HCCN cao. Các công thức có sử dụng cây phân xanh giảm được đáng kể chi phí phân bón do giảm 25% khối lượng phân HCCN hoặc PCU. So với đối chứng, công thức có chi phí giảm được nhiều nhất là CT9 (9,9 triệu đồng/ha), tiếp theo là CT8 (8,1 triệu đồng/ha). Lợi nhuận cả năm so với đối chứng cao nhất là CT9 (17,6 triệu đồng/ha), tiếp theo là CT8 (17,2 triệu đồng/ha). Công thức CT9 (phân xanh vụ Đông + 75% PCU) có thể khó áp dụng nếu địa phương hạn chế về nguồn PCU. Vì vậy, để đạt được hiệu quả kinh tế cao, cải thiện tính chất đất và dễ áp dụng trong điều kiện thực tế sản xuất lúa hữu cơ, nên áp dụng công thức CT8 (phân xanh vụ Đông + 50% PCU + 25% phân HCCN) cho sản xuất lúa hữu cơ tại Phù Yên - Sơn La.

4. KẾT LUẬN

Phối hợp phân hữu cơ với cây phân xanh (đậu tương vụ đông) làm tăng hàm lượng OM từ 0,4 đến 1,9% so với đối chứng (100% HCCN) sau vụ xuân và tăng từ 0,4 đến 0,6% sau vụ mùa. Phân xanh đã làm tăng hàm lượng dinh dưỡng đất sau vụ lúa xuân (N_{ts} tăng từ 0,04 đến 0,07%, P_2O_{5dt} tăng từ 1,32 đến 2,16mg/100g và K_2O_{dt} tăng từ 0,51 đến 0,71mg/100g) so với đối chứng. Công thức phối hợp: phân xanh vụ đông + 50% PCU + 25% HCCN đã làm tăng giá trị SPAD, LAI, KLCK đồng thời tăng năng suất 5,9 tạ/ha trong vụ xuân và 3,7 tạ/ha trong vụ mùa so với đối chứng do tăng số bông/m² và tỷ lệ hạt chắc. Đây là công thức phối hợp các loại phân bón hữu cơ và phân xanh hiệu quả và phù hợp nhất cho sản xuất lúa hữu cơ tại Phù Yên - Sơn La với lợi nhuận tăng thêm đạt 17,2 triệu đồng/ha/năm so với đối chứng.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi đề tài cấp Bộ (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, giai đoạn 2022-2024): “Nghiên cứu một số giải pháp khoa học công nghệ sản xuất lúa hữu cơ tại một số tỉnh phía Bắc”. Nhóm tác giả xin cảm ơn Hợp tác xã dịch vụ Nông nghiệp Quang Huy, xã Quang Huy, huyện Phù Yên, tỉnh Sơn La đã tạo điều kiện để nhóm thực hiện thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bộ Khoa học và Công nghệ (2010). TCVN 8557:2010. Phân bón - phương pháp xác định nitơ tổng số.
 Bộ Khoa học và Công nghệ (2010). TCVN 8560:2010. Phân bón - phương pháp xác định kali hữu hiệu.
 Bộ Khoa học và Công nghệ (2011). TCVN 8661:2011. Chất lượng đất - xác định phospho dễ tiêu - phương pháp Olsen.
 Bộ Khoa học và Công nghệ (2011). TCVN 8742:2011. Cây trồng - xác định nitrat và nitrit bằng phương pháp so màu
 Bộ Khoa học và Công nghệ (2015). TCVN 7983:2015. Gạo - Xác định tỷ lệ thu hồi tiềm năng từ thóc và gạo lật.
 Bộ Khoa học và Công nghệ (2017). TCVN 5716-2: 2017. Gạo - Xác định hàm lượng amylose - Phần 2: Phương pháp thông dụng.

Bộ Khoa học và Công nghệ (2023). TCVN 13381-1:2023. Giống cây nông nghiệp - Khảo nghiệm giá trị canh tác và sử dụng, phần 1: Giống lúa.
 Bùi Huy Hiền (2013). Phân hữu cơ trong sản xuất nông nghiệp bền vững ở Việt Nam. Hội thảo Quốc gia về nâng cao hiệu quả quản lý và sử dụng phân bón tại Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, thành phố Hồ Chí Minh. tr. 578-591.
 Châu Minh Khôi, Nguyễn Văn Sự & Đỗ Bá Tân (2014). Hiệu quả của vùi cây điền điển (*Sesbania sesban*) và bón vôi đối với độ phì nhiêu đất và năng suất lúa, bắp nếp trồng trong điều kiện nhà lưới. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề Nông nghiệp, 3: 1-9.
 Chính phủ Việt Nam (2018). Nghị định số 109/2018/NĐ-CP: Nông nghiệp hữu cơ.
 Đoàn Văn Lưu, Vũ Đình Chính & Vũ Quang Sáng (2017). Ảnh hưởng của liều lượng phân bón cho cây đậu tương đông trên đất phù sa huyện Triệu Sơn, tỉnh Thanh Hóa. Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam. 15(12): 1690-1698.
 Graham R.F., Wortman S.E. & Pittelkow C.M. (2017). Comparison of organic and integrated nutrient management strategies for reducing soil N₂O emissions. Sustainability. 9: 510. doi:10.3390/su9040510.
 Hirpa T., Gebrekidan H., Tesfaye K. & Hailemariam A. (2009). Biomass and Nutrient Accumulation of Green Manuring Legumes Terminated at Different Growth Stages. East African Journal of Sciences. 3 (1): 18-28.
 IRRI (2013). Standard Evaluation System for Rice (SES). International Rice Research Institute (IRRI). pp: 1-45.
 IRRI (2020). The value of sustainable rice straw management. Retrieved from <https://www.irri.org/rice-straw-management>, on February 17, 2020.
 Khải Hoàn (2020). Nâng cao thương hiệu gạo Phù Yên. Báo Sơn La. Truy cập từ <https://baosonla.org.vn/vi/bai-viet/nang-cao-thuong-hieu-gao-phu-yen-53736> ngày 03/10/2020.
 Latt Y.K., Myint A.K., Yamakawa T. & Ogata K. (2009). The Effects of Green Manure (*Sesbania rostrata*) on the Growth and Yield of Rice. J. Fac. Agr., Kyushu Univ. 54(2): 313-319.
 Makino A (2011). Photosynthesis, grain yield and nitrogen utilization in rice and wheat. Plant physiology. 155: 125-129.
 Nguyen Hong Hanh & Pham Tien Dung (2014). Study some technical methods to organic rice production at Hanoi, Vietnam, Journal of Agriculture and Biodiversity Research. 3(6): 91-97.
 Nguyễn Minh Đông, Võ Thị Gương & Châu Minh Khôi (2009). Chất lượng chất hữu cơ và khả năng cung cấp đạm của đất thâm canh lúa ba vụ và luân

- canh lúa-màu. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 11: 262-269.
- Nguyễn Thị Ái Nghĩa, Phạm Văn Cường, Nguyễn Thị Minh & Trần Thị Minh Hằng (2020). Ảnh hưởng của phân chuồng ủ bằng chế phẩm vi sinh mới (VNUA-MiosV) đến sinh trưởng, năng suất và chất lượng của rau hữu cơ tại Lương Sơn - Hòa Bình. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. 397: 37-44.
- Nguyễn Văn Minh, Võ Tòng Xuân & Nguyễn Tri Khiêm (2008). Hiệu quả kinh tế cây đậu xanh trong hệ thống luân canh với lúa vùng núi Dài An Giang. Tạp chí Khoa học. 9: 119-127.
- Nguyễn Xuân Hồng (2019). Nông nghiệp hữu cơ: Triển vọng, thách thức và giải pháp. Truy cập từ <https://kinhtenongthon.vn/nong-nghiep-huu-co-trien-vong-thach-thuc-va-giai-phap-post25403.html> ngày 24/5/2024.
- Pham Van Cuong, Dinh Mai Thuy Linh, Bui Hong Nhung, Do Thi Minh Van & Tang Thi Hanh (2024). Development of organic rice production for agricultural environment conservation in Northern Vietnam. J. ISSAAS. 30(1): 207-215.
- Singh R.P., Singh P.K. & Singh A.K. (2009). Effect of green manuring on physico-chemical properties of soil and productivity of rice. *Oryza*. 46(2): 120-123.
- Singh V. & Singh S. (2018). Organic Rice Production Technology. Chapter - 6 in Research Trends in Agriculture Sciences, R.K. Naresh (Eds.). AkiNik Publications, Delhi-110085, India. pp. 99-129.
- Trương Thị Diệu Hoà, Trần Thanh Đức & Hoàng Thị Thái Hoà (2023). Tình hình sử dụng phụ phẩm cây trồng và một số tính chất đất trồng lúa tại huyện Quảng Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế. Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. 132(3B): 143-155.
- Vũ Tiến Khang, Trương Thị Kiều Liên & Nguyễn Thị Thanh Tuyền (2020). Ảnh hưởng của phân hữu cơ đến năng suất và chất lượng lúa gạo ở Đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56 (Số chuyên đề: Khoa học đất): 145-152.
- Vũ Thanh Hải & Phạm Văn Cường (2021). Ảnh hưởng của liều lượng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đến sinh trưởng, năng suất và chất lượng cam sành tại Bắc Quang - Hà Giang và CS1 tại Cao Phong - Hòa Bình. Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam. 19(2): 15-160.
- WHO (2015). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), Rome, Italy.
- Xie Z., Tu S., Shah F., Xu C., Chen J., Han D., Liu G., Li H., Muhammad I. & Cao W. (2016). Substitution of fertilizer-N by green manure improves the sustainability of yield in double-rice cropping system in South China. *Field Crops Research*. 188: 142-149.
- Yoshida S. (1981). Fundamentals of rice crop science. Intl. Rice Res. Inst. (Los Banos). pp. 195-25.