

Evaluation of the impact of balanced fertilization for robusta coffee on the environmental quality of basalt red soil in Di Linh highland area, Lam Dong province

Lam Van Ha, Nguyen Trung Hieu, Le Truong Binh, Nguyen Thi Nga

Abstract

The evaluation of the impact of balanced fertilization for robusta coffee plants on the environmental quality of basalt red soil in Di Linh plateau, Lam Dong province was carried out with 2 groups of garden subjects (20 samples from gardens with balanced fertilization combined with a combination of inorganic and organic fertilizers; 18 samples from gardens with unbalanced fertilization, only fertilized with inorganic fertilizers during the intensive cultivation of robusta coffee in Di Linh plateau, Lam Dong province; the implementation period was from July to August 2022. The results of collecting earthworm samples combined with analysis and evaluation of soil quality showed that: the samples from gardens fertilized with a combination of organic and inorganic fertilizers that had worm density, biomass, size as well as density, porosity, pH, OM, N total, P_2O_5 dt, K_2O dt, Ca^{2+} , Mg^{2+} , total microorganism density, cellulose-degrading microorganisms were significantly improved compared to other garden samples fertilized with only inorganic fertilizers and without organic fertilizers. Aluminum toxicity was greatly reduced compared to garden samples fertilized with only inorganic fertilizers and without organic fertilizers. Applying a balanced combination of inorganic and organic fertilizers has reduced the occurrence of limiting factors in the soil environment compared to only fertilizing inorganic fertilizers in coffee cultivation.

Keywords: Robusta coffee, balanced fertilization, environmental quality of basalt red soil, Di Linh highland

Ngày nhận bài: 22/7/2024

Người phản biện: TS. Bùi Huy Hiền

Ngày phản biện: 15/8/2024

Ngày duyệt đăng: 07/10/2024

PHÂN BÓN ĐA LƯỢNG VÀ MỐI LIÊN HỆ VỚI NĂNG SUẤT CÂY LÚA VÀ HIỆU SUẤT SỬ DỤNG PHÂN BÓN Ở VÙNG TRUNG DU

Trần Thị Thu Trang^{1*}, Trần Thị Nguyệt¹, Phạm Thị Nguyệt Hà¹,
Phạm Bá Phương¹, Đàm Thế Chiến¹

TÓM TẮT

Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của phân bón đa lượng đến năng suất lúa (giống Khang dân 18) trên đất xám bạc màu Bắc Giang được thực hiện từ năm 2000 đến 2023 với 10 công thức bón và 3 lần lặp lại. Các công thức bao gồm: (1) Không bón, (2) N, (3) P, (4) K, (5) Phân chuồng, (6) NP, (7) NK, (8) PK, (9) NPK, và (10) NPK kết hợp phân chuồng. Lượng bón (kg/ha) cho vụ Xuân là $100 N + 70 P_2O_5 + 100 K_2O$ và vụ Mùa là $80 N + 60 P_2O_5 + 80 K_2O$. Kết quả cho thấy trong 3 yếu tố dinh dưỡng đa lượng, đạm là yếu tố ảnh hưởng lớn nhất đến năng suất lúa, tiếp theo là kali và lân. Hiệu suất sử dụng phân bón giảm dần theo thứ tự $N > K > P$. Ngoài ra, chỉ bón phân chuồng hoặc trên nền NPK đều làm tăng năng suất lúa ở cả hai vụ so với không bón phân (từ 13,76 đến 15,95 tạ/ha) và so với NPK từ 6,31 đến 6,78 tạ/ha. Bón phân vô cơ kết hợp với phân hữu cơ là giải pháp để nâng cao hiệu suất sử dụng phân bón và tăng năng suất lúa trên đất xám bạc màu.

Từ khóa: Cây lúa, phân bón đa lượng, đất xám bạc màu, năng suất

¹ Trung tâm Nghiên cứu Đất và Phân bón vùng Trung du, Viện Thổ nhưỡng Nông hóa
Tác giả liên hệ, email: tranthutrang776@gmail.com

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây lúa (*Oryza sativa* L.) là cây lương thực chủ lực của Việt Nam, đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo an ninh lương thực và phát triển kinh tế nông nghiệp, tuy nhiên, năng suất lúa ở nhiều vùng trung du và miền núi phía Bắc, đặc biệt ở tỉnh Bắc Giang vẫn còn thấp. Một trong những nguyên nhân chính là do ở tỉnh Bắc Giang đất trồng lúa là đất xám bạc màu chiếm ưu thế (42.879 ha), đây là loại đất nghèo dinh dưỡng, chua, có kết cấu kém, dễ bị thoái hóa và bạc màu (Hồ Quang Đức và cs., 2012; Nguyễn Duy Phương và cs., 2014).

Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc bón phân không cân đối, đặc biệt là lạm dụng phân đạm có thể gây ra sự mất cân bằng dinh dưỡng trong đất, làm giảm độ phì nhiêu và khả năng sản xuất của đất (Nguyễn Toàn Thắng và cs., 2014). Ngoài ra, việc bón phân không đúng cách, không đúng thời điểm cũng làm giảm hiệu quả sử dụng phân bón, gây lãng phí và ô nhiễm môi trường (Conrado *et al.*, 1998), ngược lại, kết hợp phân vô cơ với phân hữu cơ đã nâng cao năng suất cây trồng trên đất xám bạc màu. Phân hữu cơ không chỉ cung cấp dinh dưỡng mà còn cải thiện cấu trúc đất, tăng khả năng giữ nước và chất dinh dưỡng, giảm độ chua và độc tố trong đất (Ngô Xuân Hiến, 2004; Nguyễn Duy Phương và cs., 2014).

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá ảnh hưởng của việc bón phân đa lượng (N, P, K) kết hợp với phân hữu cơ đến năng suất và hiệu suất sử dụng phân bón của cây lúa trên đất xám bạc màu tại Bắc Giang, kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp cơ sở khoa học cho việc xây dựng các quy trình bón phân hợp lý, góp phần nâng cao năng suất lúa, cải thiện chất lượng đất và phát triển bền vững ngành trồng lúa tại địa phương.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nghiên cứu tập trung vào hai đối tượng chính: cây trồng: lúa Xuân và lúa Mùa sớm (giống Khang dân 18, mật độ 50 khóm/m²); đất: đất xám bạc màu vùng Trung du.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thiết kế thí nghiệm: 10 công thức bón phân (CT) khác nhau, bao gồm đối chứng (không bón phân) và các công thức bón đơn, bón phối hợp phân vô cơ (NPK) và phân hữu cơ (phân chuồng). Mỗi công thức được lặp lại 3 lần theo kiểu khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh trên các ô thí nghiệm có diện tích 8 m².

Mức đầu tư phân bón: lượng phân bón cụ thể cho từng công thức được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Mức đầu tư phân bón

Cây trồng	Giống	Mật độ/m ²	Lượng phân bón cho 1 ha			
			P/C (tấn)	N (kg)	P ₂ O ₅ (kg)	K ₂ O (kg)
Lúa Xuân	Khang dân 18	50 K	10	100	70	100
Lúa Mùa sớm	Khang dân 18	50 K	10	80	60	80

Ghi chú: phân đạm dùng phân Urea 46%; phân lân dùng Super lân 16,5%; phân kali dùng kali clorua 60%; phân chuồng: phân trâu bò.

2.2.2. Thu thập số liệu

Năng suất lúa được thu thập từ toàn bộ diện tích mỗi ô thí nghiệm.

2.2.3. Phân tích số liệu

Số liệu được phân tích bằng phương pháp

ANOVA (phần mềm IRRISTAT 5.0) để đánh giá sự khác biệt giữa các công thức thí nghiệm. Giá trị LSD được tính toán để so sánh ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức.

Hiệu suất sử dụng phân bón (HSDPB) được tính bằng công thức:

$$HSDPB (\%) = \frac{(\text{Năng suất nghiệm thức bón phân} - \text{Năng suất đối chứng})}{\text{Lượng phân bón sử dụng}} \times 100$$

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện thông qua thí nghiệm chính quy ngoài đồng ruộng tại Trung tâm

Nghiên cứu Đất và Phân bón vùng Trung du từ năm 2000 đến 2023.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của các yếu tố dinh dưỡng đa lượng đến năng suất cây lúa trên đất xám bạc màu Bắc Giang

3.1.1. Ảnh hưởng của việc bón riêng rẽ các yếu tố dinh dưỡng đa lượng đến năng suất lúa trên đất xám bạc màu Bắc Giang

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc bón riêng rẽ từng yếu tố dinh dưỡng đa lượng (N hoặc P hoặc K) đều làm tăng năng suất lúa so với không bón phân (đối chứng) ở cả hai vụ Xuân và Mùa (Bảng 2).

Đạm (N): bón đạm làm tăng năng suất đáng kể so với đối chứng, với mức tăng 3,5 tạ/ha (+18%) ở vụ Xuân và 2,4 tạ/ha (+13%) ở vụ Mùa. Điều này cho thấy đạm là yếu tố dinh dưỡng quan trọng hàng đầu đối với cây lúa trên đất xám bạc màu, đặc biệt là trong giai đoạn sinh trưởng và phát triển mạnh.

Lân (P): bón lân cũng làm tăng năng suất lúa, nhưng mức tăng thấp hơn so với bón đạm, đạt 1,6 tạ/ha (+8%) ở vụ Xuân và 1,1 tạ/ha (+6%) ở vụ Mùa. Điều này có thể do đất xám bạc màu có khả năng cố định lân cao, làm giảm hiệu quả của việc bón lân đơn lẻ.

Bảng 2. Ảnh hưởng của việc bón riêng rẽ các yếu tố dinh dưỡng đa lượng đến năng suất cây lúa trên đất xám bạc màu Bắc Giang (Năng suất TB từ năm 2000 - 2023)

Công thức	Năng suất lúa			
	Vụ Xuân		Vụ Mùa	
	Năng suất (tạ/ha)	Mức tăng (%)	Năng suất (tạ/ha)	Mức tăng (+/-)
Không phân (Đ/c)	19,4	-	18,3	-
N	22,9	+ 3,5	20,7	+ 2,4
P	21,0	+ 1,6	19,4	+ 1,1
K	22,2	+ 2,8	21,4	+ 3,1
Phân chuồng (P/C)	32,5	+ 13,1	30,4	+ 12,1
LSD _{0,05}	1,55		1,68	

Ghi chú: Năng suất tính trung bình trong 24 năm (2000 - 2023); so sánh với công thức không bón phân (đối chứng).

Kali (K): Tác dụng của kali lên năng suất lúa tương đương với đạm, với mức tăng 2,8 tạ/ha (+14%) ở vụ Xuân và 3,1 tạ/ha (+17%) ở vụ Mùa. Kali đóng vai trò quan trọng trong việc tăng cường khả năng chống chịu của cây lúa đối với các điều kiện bất lợi như hạn hán, sâu bệnh và giúp tăng chất lượng hạt lúa.

Phân chuồng: bón phân chuồng cho hiệu quả vượt trội so với việc bón riêng lẻ từng yếu tố đa

lượng, với mức tăng năng suất lên tới 13,1 tạ/ha (+68%) ở vụ Xuân và 12,1 tạ/ha (+66%) ở vụ Mùa.

Việc bón riêng rẽ từng phân bón đa lượng đều có tác dụng làm tăng năng suất lúa trên đất xám bạc màu Bắc Giang. Tuy nhiên, để đạt hiệu quả cao nhất, cần kết hợp bón phân đa lượng với phân hữu cơ để cung cấp đầy đủ và cân đối các chất dinh dưỡng cho cây trồng, đồng thời cải thiện tính chất đất.

3.1.2. Ảnh hưởng của việc bón kết hợp các yếu tố dinh dưỡng đa lượng đến năng suất cây lúa trên đất xám bạc màu Bắc Giang giai đoạn 2000 - 2023

Bón phân N, P, K (100 N + 70 P₂O₅ + 100 K₂O cho vụ Xuân và 80 N + 60 P₂O₅ + 80 K₂O cho vụ Mùa) được xem là công thức tiêu chuẩn và cho năng suất cao nhất so với các công thức khác (Bảng 3), năng suất lúa đạt 39,3 tạ/ha ở vụ Xuân và 37,9 tạ/ha ở vụ Mùa.

NP, NK, PK: các công thức bón thiếu một trong ba yếu tố đa lượng đều cho năng suất thấp hơn đáng kể so với công thức bón đầy đủ N, P, K, với mức giảm từ 6,8 đến 17,0 tạ/ha. Điều này chứng tỏ sự cần thiết của việc cung cấp đầy đủ và cân đối các chất dinh dưỡng đa lượng cho cây lúa.

NPK + P/C: bón kết hợp N, P, K với phân chuồng (P/C) làm tăng năng suất đáng kể so với chỉ bón N, P, K, với mức tăng 7,0 tạ/ha (+17,8%) ở vụ Xuân và 6,5 tạ/ha (+17,1%) ở vụ Mùa. Kết quả này khẳng định vai trò quan trọng của phân hữu cơ trong việc cải tạo đất và cung cấp dinh dưỡng bổ sung cho cây trồng (Bảng 3).

Bảng 3. Ảnh hưởng kết hợp của các yếu tố dinh dưỡng đa lượng đến năng suất cây lúa trên đất xám bạc màu Bắc Giang

Công thức	Năng suất lúa			
	Vụ Xuân		Vụ Mùa	
	Năng suất (tạ/ha)	So sánh với NPK (+/-)	Năng suất (tạ/ha)	So sánh (+/-)
NPK	39,3		37,9	
NP	22,9	-16,4	20,9	- 17,0
NK	32,2	-7,1	31,1	-6,8
PK	24,3	-15,0	23,6	-14,3
NPK + P/C	46,3	+7,0	44,4	+ 6,5
LSD _{0,05}	2,37		2,46	

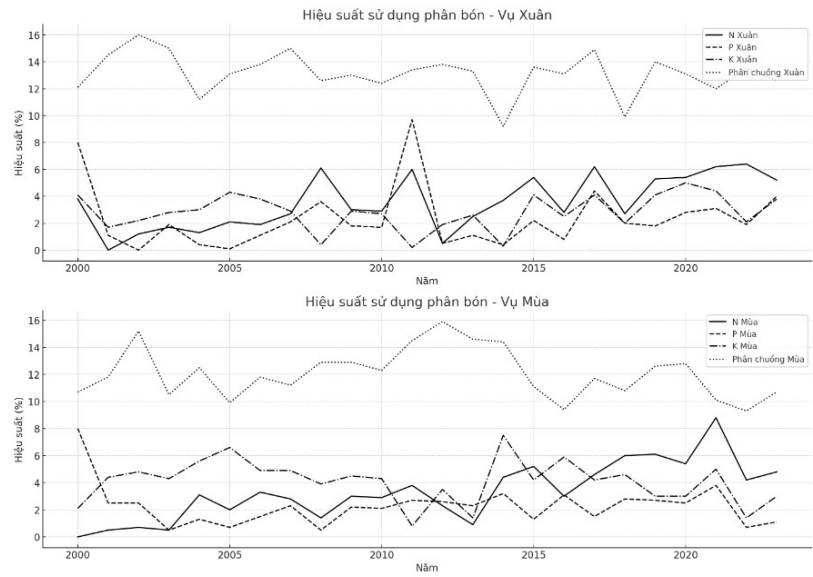
Ghi chú: năng suất tính trung bình trong 23 năm (2000 - 2023); so sánh với công thức bón đầy đủ NPK.

3.2. Hiệu suất sử dụng phân bón trên đất xám bạc màu Bắc Giang

Chế độ canh tác hợp lý đã giúp tăng năng suất lúa trên đất xám bạc màu Bắc Giang. Tuy nhiên, để đánh giá khách quan vai trò của chế độ canh tác đến hiệu suất sử dụng từng loại phân bón cho lúa cần nghiên cứu tính toán hiệu suất của yếu tố dinh dưỡng, kết quả trình bày ở hình 1 và 2.

- Hiệu suất của yếu tố dinh dưỡng đạm:

Hiệu suất sử dụng phân đạm nhìn chung thấp và có sự biến động lớn qua các năm. Hiệu suất cao nhất đạt được vào vụ Xuân năm 2000 (6,1%) và vụ Mùa năm 2011 (6,2%). Vụ Xuân thường có hiệu suất sử dụng phân đạm cao hơn vụ Mùa.

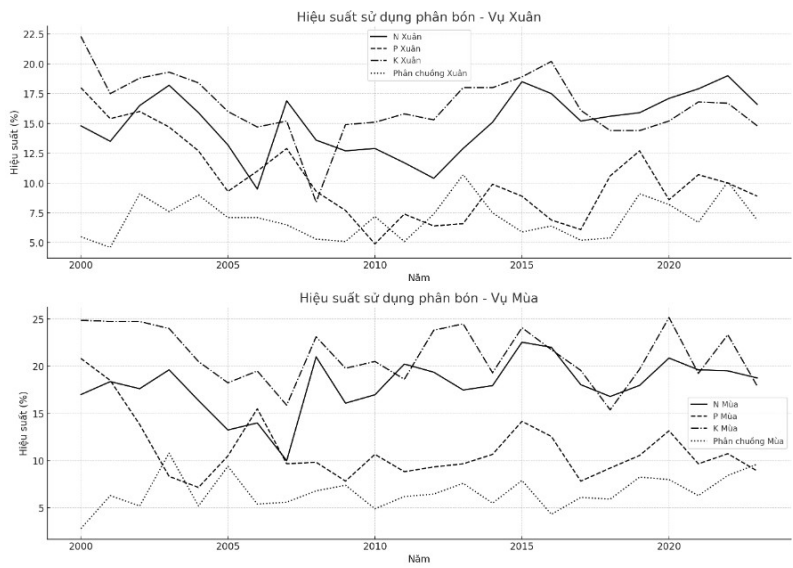


Hình 1. Hiệu suất của việc bón riêng rẽ phân bón

Hiệu suất sử dụng phân đạm khi bón kết hợp với P hoặc K hoặc PK hoặc PK + phân chuồng nhìn chung cao hơn so với bón riêng rẽ, đặc biệt là ở vụ Xuân. Hiệu suất trong vụ Xuân thường cao và ổn định hơn vụ Mùa. Hiệu suất có sự biến động qua các năm nhưng nhìn chung có xu hướng tăng dần, đặc biệt từ năm 2015 trở đi.

- Hiệu suất của yếu tố lân:

Hiệu suất sử dụng phân lân cũng thấp và không ổn định, hiệu suất cao nhất đạt được vào vụ Mùa năm 2000 (11,1%) và vụ Xuân năm 2014 (11,1%), hiệu suất thấp nhất là 0% ở nhiều năm, đặc biệt là vụ Mùa.



Hình 2. Hiệu suất của việc bón kết hợp các yếu tố dinh dưỡng

Hiệu suất sử dụng phân lân khi bón kết hợp với N, K và phân chuồng cũng được cải thiện đáng kể so với bón riêng rẽ. Vụ Xuân có hiệu suất sử dụng phân lân cao hơn vụ Mùa. Hiệu suất có xu hướng tăng dần theo thời gian, đặc biệt từ năm 2012 trở đi.

- Hiệu suất của yếu tố kali:

Hiệu suất sử dụng phân kali cao hơn so với phân đạm và lân. Hiệu suất cao nhất đạt được vào vụ Mùa năm 2004 (41%) và vụ Xuân năm 2003 (39%). Hiệu suất thấp nhất vào vụ Mùa năm 2016 (3,8%). Vụ Mùa thường có hiệu suất sử dụng phân kali cao hơn vụ Xuân.

Hiệu suất sử dụng phân kali khi bón kết hợp với N, P và phân chuồng cũng cao và ổn định hơn so với bón riêng rẽ. Vụ Mùa có hiệu suất sử dụng phân kali cao hơn vụ Xuân, hiệu suất có sự biến động qua các năm, nhưng nhìn chung không có xu hướng rõ ràng.

- Hiệu suất của phân chuồng:

Hiệu suất sử dụng phân chuồng ổn định hơn so với phân vô cơ; đặc biệt khi bón kết hợp trong vụ Xuân thường có hiệu suất cao hơn vụ Mùa, tuy nhiên, hiệu suất có xu hướng giảm nhẹ theo thời gian, nhưng vẫn duy trì ở mức khá cao.

Bón phân riêng rẽ còn nhiều hạn chế, hiệu suất sử dụng phân đạm và lân nhìn chung thấp và không ổn định, thậm chí có nhiều năm không ghi nhận được hiệu quả. Nguyên nhân có thể do đặc tính của đất xám bạc màu dễ bị rửa trôi và cố định các chất dinh dưỡng, đặc biệt là lân. Việc bón phân riêng rẽ, không cân đối và chưa phù hợp với nhu cầu của cây lúa cũng là nguyên nhân quan trọng dẫn đến hiệu suất sử dụng thấp. Mặc dù phân kali có hiệu suất sử dụng cao hơn so với đạm và lân nhưng cũng chưa đạt mức tối ưu và có sự biến động lớn giữa các năm và các vụ, điều này cho thấy việc bón phân kali cần được điều chỉnh linh hoạt hơn, dựa trên nhu cầu dinh dưỡng của cây lúa ở từng giai đoạn sinh trưởng và phát triển. Phân chuồng có hiệu suất sử dụng ổn định hơn so với các loại phân vô cơ nhưng cũng có xu hướng giảm dần theo thời gian, có thể liên quan đến chất lượng phân chuồng, kỹ thuật ủ và bón phân chưa được chú trọng đúng mức.

Bón phân kết hợp mang lại hiệu quả vượt trội so với bón riêng rẽ trong việc nâng cao hiệu suất

sử dụng phân bón trên đất xám bạc màu tại Bắc Giang, sự cải thiện này thể hiện rõ ở cả ba loại phân chính là đạm, lân và kali, đặc biệt là ở vụ Xuân.

Việc kết hợp các loại phân bón giúp cây trồng hấp thu và sử dụng dinh dưỡng tốt hơn, ví dụ, phân lân giúp tăng cường khả năng hấp thụ đạm của cây trong khi phân kali giúp tăng cường khả năng chống chịu của cây đối với các điều kiện bất lợi. Bên cạnh đó, bón phân kết hợp còn giúp giảm thất thoát phân bón vào môi trường, góp phần bảo vệ môi trường và tiết kiệm chi phí sản xuất.

Hiệu suất sử dụng phân đạm và lân khi bón kết hợp có xu hướng tăng dần theo thời gian, đặc biệt là từ năm 2012 và 2015 trở đi. Tuy nhiên, hiệu suất sử dụng phân kali khi bón kết hợp với N hoặc P tuy cao hơn so với bón riêng rẽ nhưng lại không có xu hướng tăng rõ ràng theo thời gian do đó cần có thêm nghiên cứu để tìm hiểu nguyên nhân và đưa ra các giải pháp tối ưu hóa việc sử dụng phân kali khi bón kết hợp với các dinh dưỡng đa lượng khác.

Nhìn chung, kết quả nghiên cứu cho thấy bón phân kết hợp, đặc biệt là kết hợp N, P, K với phân chuồng mang lại hiệu quả rõ rệt để nâng cao năng suất và hiệu suất sử dụng phân bón trên đất xám bạc màu tại Bắc Giang. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng hiệu suất sử dụng phân bón của các loại phân bón vẫn còn thấp và có sự biến động lớn qua các năm, điều này đòi hỏi cần có thêm các nghiên cứu sâu hơn để tìm hiểu nguyên nhân và đề xuất các giải pháp cải thiện hiệu quả sử dụng phân bón một cách bền vững.

IV. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Bón phân kết hợp N, P, K và phân chuồng mang lại hiệu quả rõ rệt trong việc nâng cao hiệu suất sử dụng phân bón trên đất xám bạc màu tại Bắc Giang so với bón riêng rẽ.

Việc kết hợp các loại phân bón N, P, K và phân chuồng giúp cây trồng hấp thu và sử dụng dinh dưỡng tốt hơn đồng thời giảm thất thoát phân bón vào môi trường.

4.2. Đề nghị

Cần tiếp tục nghiên cứu và hoàn thiện các công thức bón phân kết hợp phù hợp với từng loại cây trồng và điều kiện đất đai cụ thể để tối ưu hóa hiệu suất sử dụng phân bón.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Hồ Quang Đức, Trần Quốc Vương, Bùi Hữu Đông, Trần Minh Tiến, 2012. Đánh giá thực trạng số lượng và một số tính chất đất xám bạc màu miền Bắc. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 207: 19-25.

Ngô Xuân Hiền, 2004. Nghiên cứu ảnh hưởng dài hạn của phân hữu cơ và phân khoáng đến năng suất cây trồng và độ phì nhiêu của đất xám bạc màu Bắc Giang. Báo cáo Khoa học Trung tâm Nghiên cứu Đất và Phân bón vùng Trung du.

Nguyễn Duy Phương, Trần Đức Toàn, Lar. S. Jensen, Vũ Chí Cương, 2014. Ảnh hưởng của phân hữu cơ đến năng suất cây trồng trên đất bạc màu Bắc Giang.

Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, chuyên đề 45 năm Viện Thổ nhưỡng Nông hóa: 42-49.

Nguyễn Toàn Thắng, Trần Minh Tiến, Nguyễn Văn Bộ, 2014. Nghiên cứu ảnh hưởng của phân bón đa lượng đến năng suất lúa trên đất xám bạc màu tại Hiệp Hòa - Bắc Giang. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, chuyên đề 45 năm Viện Thổ nhưỡng Nông hóa: 33-41.

Conrado M. Duque; Sr. R.B. Cagmat and I. O. Mugot, 1998. Management of phosphorus for Sustainable food crop production on acid upland soils in the Philippines. ACIAR Project 9414 Annual Report.

Macronutrient fertilizers and their relationships with rice yield and fertilizer use efficiency in the midlands

Tran Thi Thu Trang, Tran Thi Nguyet, Pham Thi Nguyet Ha, Pham Ba Phuong, Dam The Chien

Abstract

The study was to evaluate the impact of macronutrient fertilizers on rice yield (Khang Dan 18 variety) in degraded grey soil in Bac Giang province. It was conducted from 2014 to 2023, with 10 fertilization treatments and 3 replications. The treatments included: (1) no fertilizer, (2) nitrogen (N), (3) phosphorus (P), (4) potassium (K), (5) manure, (6) NP, (7) NK, (8) PK, (9) NPK, and (10) NPK combined with manure. The fertilizer rate in the spring crop (kg/ha) was 100 N + 70 P₂O₅ + 100 K₂O and in the Summer-Autumn crop was 80 N + 60 P₂O₅ + 80 K₂O. The results showed that nitrogen was the most influential factor on rice yield, followed by potassium, while phosphorus had the least effect among the three macronutrients. Fertilizer use efficiency decreased in the order of N > K > P. Additionally, applying manure alone or on NPK background increased rice yield in both seasons compared to no fertilizer (from 13.76 to 15.95 quintal/ha) and compared to NPK alone (from 6.31 to 6.78 quintal/ha). Combined fertilization was an effective solution to improve fertilizer use efficiency and increase rice yield in degraded grey soil.

Keywords: Rice, macronutrient fertilizer, degraded grey soil, yield

Ngày nhận bài: 22/7/2024
Ngày phản biện: 19/8/2024

Người phản biện: TS. Bùi Huy Hiền
Ngày duyệt đăng: 07/10/2024