



DOI:10.22144/ctujos.2025.119

SINH TRƯỞNG, NĂNG SUẤT VÀ HIỆU QUẢ KINH TẾ CỦA ĐẬU ĐEN XANH LÒNG (*Vigna unguiculata* SUBSP. *Cylindrica* (L.) Verdc) TẠI CÁC MỨC BÓN PHÂN HỮU CƠ VÀ MẬT ĐỘ TRỒNG KHÁC NHAU

Trịnh Thị Sen*

Bộ môn Khoa học cây trồng, Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): trinhthisen@huaf.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 25/01/2025

Sửa bài (Revised): 25/04/2025

Duyệt đăng (Accepted): 12/06/2025

Title: Growth, yield and economic efficiency of black beans (*Vigna unguiculata* subsp. *cylindrica* (L.) verdc) at the different organic fertilizer levels and planting density

Author(s): Trinh Thi Sen*

Affiliation(s): Crop Science Department, Agronomy Faculty, Hue University of Agriculture and Forestry, Hue University, Viet Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu tìm ra liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng thích hợp nhất đến sinh trưởng, năng suất và hiệu quả kinh tế đối với cây đậu đen xanh lòng trồng trên đất nâu đỏ. Thí nghiệm được tiến hành với 2 nhân tố, 5 liều lượng phân hữu cơ gồm 0 (đối chứng), 4, 8, 12, 16 tấn/ha và 3 mật độ trồng 16, 12 và 8 cây/m², được bố trí theo kiểu ô lớn, ô nhỏ (split – plot), với 3 lần nhắc lại, trong vụ Xuân năm 2024 tại xã Vĩnh Giang, huyện Vĩnh Linh, tỉnh Quảng Trị. Kết quả nghiên cứu cho thấy cây đậu đen xanh lòng sinh trưởng tốt, cho năng suất và hiệu quả kinh tế cao nhất tại mức bón phân hữu cơ là 12 tấn/ha và mật độ trồng là 16 cây/m² (công thức P3M1). Tại mức công thức này, năng suất thực thu đạt 1,26 tấn/ha/vụ, lợi nhuận đạt 29.895.000 đồng/ha/vụ và tỷ suất lợi nhuận (VCR=Value Cost Ratio) là 4,35. Từ kết quả nghiên cứu, mức bón phân hữu cơ được đề xuất sử dụng là 12 tấn/ha và mật độ trồng là 16 cây/m² cho cây đậu đen xanh lòng trên đất nâu đỏ trong vụ Xuân tại tỉnh Quảng Trị.

Từ khóa: Đậu đen xanh lòng, mật độ trồng, năng suất, phân hữu cơ

ABSTRACT

The study was implemented with the aim of finding out application rate for organic fertilizer and planting density on growth, yield and economic efficiency of green kernel black bean (*Vigna unguiculata* subsp. *cylindrica* (L.) verdc) on red-brown soil. The experiment was two factors design with 5 doses of organic fertilizer, such as 0 (control), 4, 8, 12, 16 tons/ha and 3 planting densities of 16, 12 and 8 plants/m², was arranged in a split-plot, with 3 replications, in the spring crop season of 2024 in Vinh Giang commune, Vinh Linh district, Quang Tri province. The study found that the highest growth, yield, and economic efficiency of green kernel black bean were observed with 12 tons/ha of organic fertilizer and a planting density of 16 plants/m² (P3M1 treatment). In this treatment, the actual yield was 1.26 tons/ha/crop, profit was 29,895,000 VND/ha/crop and Value Cost Ratio (VCR) was 4.35. The research results recommend to apply an organic fertilizer rate of 12 tons/ha and a planting density of 16 plants/m² for green kernel black bean plants on red-brown soil in the spring crop at Quang Tri province.

Keywords: Green kernel black bean, organic fertilizer, planting density, yield

1. GIỚI THIỆU

Đậu đen *Vigna unguiculata* subsp. *cylindrica* (L.) verde là cây trồng cạn, ngắn ngày có giá trị kinh tế cao và có nhiều tác dụng đặc trưng như khả năng chống đất thoái hóa (Damián-Medina et al., 2022). Sản phẩm của nó làm thực phẩm cho con người, thức ăn cho gia súc, đặc biệt là dùng làm thuốc chữa bệnh như men gan cao, mỡ máu, tiểu đường,... và là loại cây cải tạo đất tốt (Mojica et al., 2017). Hàm lượng axit amin cần thiết trong đậu đen rất cao gồm lysin, metionin, tryptophan, phenylalanin, alanin, valin, leucin,... do đó đậu đen được xem như một loại thuốc bổ (Vo, 1991). Điều này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Luque-Rodriguez et al. (2007), đậu đen chứa một nhóm chất rất quan trọng tạo màu sắc đỏ tím cho lớp vỏ ngoài là anthocyanin, nhóm chất này có tác dụng chống oxy hóa rất cao, giúp tăng cường sức đề kháng cho cơ thể, chống ung thư, kéo dài tuổi thọ và chống lão hóa.

Nhằm tăng hiệu quả của sản xuất nông nghiệp, các địa phương trên địa bàn tỉnh Quảng Trị nói riêng cũng như một số tỉnh thành ở miền Trung nói chung đã và đang chuyển đổi cơ cấu cây trồng sang một số cây trồng tiềm năng và có đầu ra ổn định như đậu đen, đậu xanh tằm, lạc đen,... Sự chuyển đổi cây trồng đã mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn trồng cho người dân. Trong đó, việc chuyển đổi trồng đậu đen xanh lòng, đậu xanh tằm thay cho trồng dưa hấu, trồng ớt có lợi nhuận cao gấp 2 – 3 lần (Report on agricultural production situation of Vinh Linh district, Quang Tri province, 2022). Tuy nhiên, để đa dạng hơn về cơ cấu cây trồng cũng như hướng tới mục tiêu chế biến các sản phẩm nông nghiệp an toàn và đặc trưng của địa phương thì đậu đen là một đối tượng cây trồng có lợi thế cạnh tranh tốt nhất. Đậu đen dễ trồng, có khả năng thích ứng hạn hán tốt (Ewansiha & Singh, 2006), vốn đầu tư thấp, thời gian thu hoạch ngắn (80 - 90 ngày), đầu ra ổn định, hạt đậu đen chế biến làm thực phẩm dinh dưỡng có giá trị, có ý nghĩa trong y học (Do, 2004).

Mặc dù cây đậu đen đã có lịch sử canh tác rất lâu (Ministry of Agriculture and Rural Development, 2014) nhưng đến nay vẫn chưa có một quy trình kỹ thuật trồng đậu đen phù hợp với điều kiện sinh thái của địa phương. Một số nghiên cứu khi được thực hiện mới chỉ tập trung vào thành phần dinh dưỡng, chưa có nhiều nghiên cứu về kỹ thuật nhằm tăng năng suất và chất lượng đậu đen. Việc sử dụng phân bón chưa cân đối, chủ yếu sử dụng phân hóa học trong sản xuất đậu đen, chưa chú trọng sử dụng phân hữu cơ để hướng tới phát triển một nền nông nghiệp an toàn và bền vững. Ngoài kỹ thuật phân bón, mật

độ là yếu tố kỹ thuật quan trọng góp phần quyết định đến năng suất. Mật độ và khoảng cách trồng thích hợp giúp cây nhận được đủ ánh sáng, hút được nhiều dinh dưỡng, đảm bảo diện tích lá, giúp tăng số quả trên cây, tiền đề tăng năng suất. Theo nghiên cứu của Yigezu (2014), khoảng cách hẹp có hiệu quả với các giống cây ngắn ngày (< 85 ngày). Tuy nhiên, mật độ khoảng cách trồng còn tùy thuộc vào nhiều yếu tố khác như đặc điểm của giống, chất đất, mùa vụ trồng,... Thực tế, đậu đen được gieo với mật độ quá dày dao động từ 20 - 25 cây/m² (Report on agricultural production situation of Vinh Linh district, Quang Tri province, 2022) nên sự cạnh tranh về dinh dưỡng lớn, hạn chế tiềm năng năng suất. Hơn nữa, cây phát triển trong điều kiện rậm rạp, thiếu ánh sáng, sinh trưởng yếu, dễ bị sâu bệnh tấn công và dịch bệnh phát triển mạnh. Với mật độ trồng dày và cạnh tranh không bón phân hữu cơ nên năng suất đậu đen đạt thấp (< 5,59 tấn/ha). Do đó, việc thực hiện đề tài này là cần thiết nhằm xác định được liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng thích hợp nhất giúp cây đậu đen xanh lòng sinh trưởng tốt, đạt năng suất và hiệu quả kinh tế cao. Trên cơ sở đó, quy trình trồng đậu đen xanh lòng theo hướng hữu cơ đã được đề xuất nhằm đáp ứng nhu cầu phát triển nông nghiệp bền vững hiện nay.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Đất thí nghiệm: Nghiên cứu được tiến hành trên đất nâu đỏ (Rhodic Ferrasols) tại tọa độ 17,00318° B, 107,08756° Đ thuộc xã Vĩnh Giang, huyện Vĩnh Linh, tỉnh Quảng Trị. Đây là loại đất trồng đậu phổ biến tại địa phương, đất có thành phần cơ giới trung bình, khoảng 42% sét, 25% limon và 23% cát được phân tích tại bộ môn Nông hóa, thổ nhưỡng, Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế.

Giống: Giống đậu đen xanh lòng của Hợp tác xã Dịch vụ Nông nghiệp Triệu Nguyên, Xuân Lâm, Triệu Nguyên, huyện Đakrông, tỉnh Quảng Trị. Giống có độ thuần đạt > 98,0%, hạt to tròn, vỏ màu đen bóng, ruột hạt có màu xanh lòng đặc trưng, thời gian sinh trưởng từ 80 – 90 ngày, thuộc dạng thân đứng, quả hướng thiên, ngon có xu hướng leo.

Phân bón: Phân vô cơ gồm, phân đạm urê (46% N), supe lân (16% P₂O₅) và kali clorua (60% K₂O). Phân hữu cơ là phân bò được ủ hoai mục do người dân tự sản xuất theo phương pháp truyền thống. Vật liệu gồm phân bò, rơm rạ, phế phụ phẩm cây đậu đen xanh lòng và chế phẩm *Trichoderma* được ủ theo phương pháp ủ nóng, tỷ lệ ủ là 1:1 và 02 kg chế phẩm *Trichoderma* (mật độ 1 x 10⁸ CFU/g) dạng

bột/1 tấn vật liệu ủ, thời gian ủ là 2 tháng. Thành phần dinh dưỡng của phân bón hoai mục (Tỷ lệ C/N = 13,92; pH = 7,1; 26,8% chất hữu cơ; 0,89% N, 0,34% P₂O₅; 0,45% K₂O) được phân tích tại bộ môn Nông hóa, thổ nhưỡng, Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế.

2.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Thí nghiệm được tiến hành trong vụ Xuân 2024, từ tháng 1 đến tháng 4/2024. Gieo hạt ngày 20/01/2024) tại xã Vĩnh Giang, huyện Vĩnh Linh, tỉnh Quảng Trị.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm gồm 5 mức phân bón hữu cơ 0 (đối chứng), 4, 8, 12 và 16 (tấn/ha) trên nền 30 kg N + 40 kg P₂O₅ + 40 kg K₂O + 300kg vôi bột và 3 mật độ trồng (8, 12 và 16 cây/m²). Phân bón nền N - P - K và vôi bột thực hiện theo hướng dẫn kỹ thuật của Chi cục Trồng trọt và Bảo vệ thực vật huyện Vĩnh Linh. Thí nghiệm gồm 02 nhân tố, được bố trí thí nghiệm theo kiểu ô lớn ô nhỏ (split - plot) với 3 lần nhắc lại. Trong đó, mật độ trồng bố trí trong ô lớn và liều lượng phân hữu cơ bố trí trong ô nhỏ. Diện tích ô nhỏ 10 m², diện tích ô lớn là 50 m². Ký hiệu nghiệm thức cho các mức bón phân hữu cơ và mật độ trồng tương ứng ở Bảng 1.

Bảng 1. Các nghiệm thức thí nghiệm

Mật độ (cây/m ²)	Liều lượng phân hữu cơ (tấn/ha)	Nghiệm thức
16	0	P0M1
	4	P1M1
	8	P2M1
	12	P3M1
	16	P4M1
12	0	P0M2
	4	P1M2
	8	P2M2
	12	P3M2
	16	P4M2
8	0	P0M3
	4	P1M3
	8	P2M3
	12	P3M3
	16	P4M3

Mỗi hốc gieo 2 - 3 hạt, sau khi cây có 3 lá thật, việc tỉa định cây được tiến hành theo mật độ và khoảng cách trồng của các nghiệm thức.

2.3.2. Lượng phân và cách bón

Lượng phân bón cho 1 ha (nền): 30 kg N + 40 kg P₂O₅ + 40 kg K₂O + 300 kg vôi bột theo hướng dẫn của Chi cục Trồng trọt và Bảo vệ thực vật huyện Vĩnh Linh. Phân hữu cơ bón theo các nghiệm thức. Bón lót: vôi được rải đều lên bề mặt ruộng sau khi làm đất lần cuối. Toàn bộ phân lân và phân chuồng được trộn chung, bón lót rải theo hàng. Bón thúc, chia thành 2 lần, lần 1: Khi cây có 3 - 4 lá thật, bón 1/2 lượng đạm, 1/2 lượng kali; lần 2: Khi cây bắt đầu ra hoa, bón lượng phân đạm và kali còn lại.

2.3.3. Các chỉ tiêu nghiên cứu

Các chỉ tiêu dõi được thực hiện theo Cowpea germplasm description and initial evaluation form of Plant Resources Center (2012). Các chỉ tiêu nghiên cứu gồm:

Các chỉ tiêu sinh trưởng và năng suất: Chiều cao cây cuối cùng (cm). Chiều cao được đo từ đốt lá mầm đến đỉnh sinh trưởng của thân chính ở giai đoạn thu hoạch quả lần cuối; số cành cấp 1 (Đếm số cành mọc từ thân chính ở giai đoạn thu hoạch quả lần đầu); chiều dài cành cấp 1 (cm): Đo từ điểm phân cành đến đỉnh sinh trưởng của cành cấp 1 ở giai đoạn thu hoạch quả lần cuối; diện tích lá (cm²/cây): Theo phương pháp đục lỗ cân nhanh, theo dõi 15 cây/nghiệm thức (mỗi lần nhắc theo dõi 5 cây/ô thí nghiệm) ở giai đoạn ra hoa và thu hoạch quả lần đầu. Tỷ lệ tăng trưởng so với đối chứng (ĐC) (%): (Diện tích lá của nghiệm thức – diện tích lá của ĐC trong cùng mức mật độ)/ diện tích lá của ĐC trong cùng mức mật độ. Nốt sần được theo dõi ở 04 giai đoạn: 3 lá kép, phân cành, ra hoa và thu hoạch. Tiến hành đếm số lượng nốt sần của 5 cây mẫu/ô thí nghiệm. Trước khi nhổ cây lấy mẫu, tiến hành tưới ẩm nước ở gốc cây, dùng dụng cụ bới gọn rễ, rửa nhẹ và tiến hành đếm nốt sần. Các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất. Năng suất lý thuyết (NSLT, tấn/ha) = (Số cây/m² × Số quả chắc/cây × Số hạt chắc/quả × Khối lượng 1.000 hạt)/100.000. Năng suất thực thu (NSTT, tấn/ha): Tính năng suất trên toàn ô thí nghiệm của các đợt thu hoạch, loại bỏ hạt lép, phơi khô (độ ẩm hạt khoảng 12%), cân khối lượng (gồm cả hạt của 10 cây mẫu) để tính năng suất thu được trên toàn ô thí nghiệm, sau đó quy ra NSTT. Chỉ tiêu chiều cao cây cuối cùng, số cành cấp 1, chiều dài cành cấp 1, các yếu tố cấu thành năng suất theo dõi 30 cây/nghiệm thức (mỗi lần nhắc theo dõi 10 cây/ô thí nghiệm).

Các chỉ tiêu về hiệu quả kinh tế: Tổng thu vượt so với đối chứng (ĐC) = Bội thu × Giá bán. Bội thu là năng suất tăng lên do bón phân, bội thu = NSTT

của các công thức bón phân – NSTT của công thức không bón phân (công thức đối chứng); Chi phí tăng lên so với ĐC = Lượng phân bón tăng so với ĐC × Giá phân. Lợi nhuận vượt so với ĐC = Tổng thu vượt so với ĐC - Chi phí tăng lên so với ĐC. Tỷ suất lợi nhuận (VCR=Value Cost Ratio) = Tổng thu tăng so với ĐC/Chi phí tăng so với đối chứng.

2.4. Phương pháp phân tích và xử lý số liệu

Các số liệu thí nghiệm được xử lý và tính toán bao gồm: Giá trị trung bình, phân tích ANOVA và LSD_{0,05} cho tương tác giữa 2 nhân tố bằng phần mềm Statistix 10.0 và phần mềm Excel 2013.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng đến các chỉ tiêu sinh trưởng của cây đậu đen

3.1.1. Ảnh hưởng của liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng đến một số chỉ tiêu nông học

Chiều cao cây cuối cùng: Có sự dao động từ 35 cm (P0M2) đến 42,4 cm (P4M2), tuy nhiên, không có sai khác giữa các nghiệm thức. Kết quả ở Bảng 2 cho thấy chiều cao cây có xu hướng tăng khi tăng lượng phân bón và mật độ. Theo nhiều nghiên cứu, cây đậu họ Vigna sinh trưởng và cho năng suất hiệu quả ở mật độ từ 12 đến 20 cây/m² (Trinh et al., 2023, 2024). Để cạnh tranh ánh sáng, cây có chiều hướng mọc vống khi trồng mật độ quá dày. Lượng ánh sáng xuyên qua phần thân dưới giảm, làm tăng nồng độ IAA (Saini et al., 2024), thân cây kéo dài. Do đó, mật độ cây trồng tăng dẫn đến chiều cao cây tăng. Taj et al. (2002) xác nhận chiều cao cây đậu xanh tăng và đạt 44,75 cm trong trường hợp trồng dày. Luu et al. (2020) cũng có nhận định tương đồng về mật độ và chiều cao cây khi thực hiện thí nghiệm về mật độ và phân bón. Cây đậu tương đạt chiều cao cây lớn nhất 70,77 cm khi trồng ở mật độ 45 cây/m².

Số lượng cành cấp 1: Chỉ tiêu này có xu hướng tăng khi tăng liều lượng phân hữu cơ dù trồng thưa hay trồng dày. Nghiệm thức P4M2, P4M1, P2M2, P3M2 (2,5 - 2,7 cành/cây) có số cành cấp 1 cao hơn nghiệm thức P0M2, P0M3 (1,5 - 1,6 cành/cây) nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại. Như vậy, việc bón phân hữu cơ có ảnh hưởng đến số lượng cành cấp 1 hơn so với mật độ trồng. Đồng thời, mật độ trồng cũng cho thấy ảnh hưởng đối với số cành cấp 1 (Bảng 2). Mật độ trồng 12 cây/m² kết hợp với mức bón phân hữu cơ cao nhất 16 tấn/ha cho tác động cộng hưởng, đạt số lượng cành cấp 1 nhiều nhất (Bảng 2). Al-Suhaibani et al. (2013) khi thí nghiệm ở cây đậu tằm (*Vicia Faba* L.) nhận thấy số lượng cành cấp 1 tối đa trong quần thể thực vật thấp. Nhiều nhà nghiên cứu ở Việt Nam cũng đồng tình với quan điểm này khi thực hiện thí nghiệm ở đậu tằm và đậu xanh (Nguyen et al., 2023; Tran et al., 2022). Cành cấp 1 là tiền đề cho năng suất ở các loài cây họ Đậu. Vì vậy, kỹ thuật canh tác làm tăng số lượng cành cấp 1 là cơ sở để hình thành quy trình sản xuất cây đậu đen đạt hiệu quả cao.

Chiều dài cành cấp 1: Không có sai khác thống kê giữa các nghiệm thức. Dựa theo kết quả bảng 1, cành cấp 1 có xu hướng kéo dài hơn khi tăng liều lượng bón phân hữu cơ. Các nghiệm thức được bón phân hữu cơ với mức 16 tấn/ha có chiều dài cành cấp 1 đạt cao hơn nghiệm thức đối chứng và các nghiệm thức còn lại. Trong đó, nghiệm thức P4M2 với mật độ trồng 12 cây/m² có chiều dài cành cấp 1 (21,2 cm) lớn hơn P0M3 với mật độ trồng thưa 8 cây/m² (14,3 cm). Đồng thời, kết quả ở bảng 1 cho thấy giới hạn tăng trưởng chiều dài cành cấp 1 dưới tác động của yếu tố mật độ. Chiều dài cành cấp 1 tăng dần và đạt cao ở mật độ trung bình (12 cây/m²) sau đó giảm dần và đạt thấp ở mật độ 8 cây/m².

Bảng 2. Ảnh hưởng của liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng đến một số chỉ tiêu nông học

Mật độ (cây/m ²)	Liều lượng phân hữu cơ (tấn/ha)	Nghiệm thức	Chiều cao cây cuối cùng (cm)	Số cành cấp 1 (cành/cây)	Chiều dài cành cấp 1 (cm)
16	0	P0M1	37,0	2,2 ^{ab}	15,5
	4	P1M1	38,0	2,0 ^{ab}	17,4
	8	P2M1	41,2	2,2 ^{ab}	19,3
	12	P3M1	41,6	2,1 ^{ab}	20,2
	16	P4M1	42,3	2,6 ^a	20,5
12	0	P0M2	35,0	1,5 ^b	18,8
	4	P1M2	39,8	2,0 ^{ab}	20,0
	8	P2M2	40,5	2,6 ^a	18,8
	12	P3M2	41,3	2,5 ^a	19,2
	16	P4M2	42,4	2,7 ^a	21,2

Mật độ (cây/m ²)	Liều lượng phân hữu cơ (tấn/ha)	Nghiem thức	Chiều cao cây cuối cùng (cm)	Số cành cấp 1 (cành/cây)	Chiều dài cành cấp 1 (cm)
8	0	P0M3	35,2	1,6 ^b	14,3
	4	P1M3	37,2	1,9 ^{ab}	15,0
	8	P2M3	38,6	2,3 ^{ab}	15,0
	12	P3M3	39,9	2,1 ^{ab}	15,6
	16	P4M3	40,4	2,2 ^{ab}	18,1
LSD _{0,05} (MxP)			6,66	0,84	8,44
CV (%)			4,76	18,11	10,76

Ghi chú: Giá trị P trong cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa tại mức $p < 0,05$

3.1.2. Ảnh hưởng của liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng đến diện tích lá ở các giai đoạn sinh trưởng, phát triển

Kết quả Bảng 3 cho thấy, diện tích lá tăng nhanh qua các giai đoạn sinh trưởng phát triển, từ khi cây có 3 lá kép đến khi cây ra hoa và có xu hướng đạt tối đa khi thu hoạch quả. P3M2 (484,30 cm²), P2M3

(480,71 cm²) là những nghiệm thức cho diện tích lá cao hơn và có sự chênh lệch lớn với P0M2 (321,84 cm²) ở giai đoạn thu hoạch. Doan (2019) nhận thấy rằng cây đậu xanh đạt diện tích lá cao nhất với mật độ trung bình 25 cây/m² vào giai đoạn thu hoạch trong một nghiên cứu về mật độ trồng và phân bón. Kết quả tương tự cũng được Le et al. (2020) chỉ ra ở cây đậu tương.

Bảng 3. Ảnh hưởng của liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng đến diện tích lá ở giai đoạn ra hoa và thu hoạch (cm²/cây)

Mật độ (cây/m ²)	Liều lượng phân hữu cơ (tấn/ha)	Giai đoạn sinh trưởng, phát triển				
		Nghiem thức	Ra hoa (cm ²)	Tỷ lệ tăng trưởng so với ĐC (%)	Thu hoạch (cm ²)	Tỷ lệ tăng trưởng so với ĐC (%)
16	0	P0M1	312 ^b	-	331 ^{ab}	-
	4	P1M1	383 ^{ab}	22,6	390 ^{ab}	17,9
	8	P2M1	380 ^{ab}	21,8	402 ^{ab}	21,6
	12	P3M1	451 ^{ab}	44,3	469 ^{ab}	41,8
	16	P4M1	392 ^{ab}	25,4	407 ^{ab}	23,0
12	0	P0M2	303 ^b	-	321 ^b	-
	4	P1M2	383 ^{ab}	26,6	394 ^{ab}	22,7
	8	P2M2	346 ^{ab}	14,2	360 ^{ab}	12,0
	12	P3M2	497 ^a	64,2	484 ^a	50,5
	16	P4M2	387 ^{ab}	27,9	404 ^{ab}	25,6
8	0	P0M3	332 ^b	-	348 ^{ab}	-
	4	P1M3	358 ^{ab}	7,7	378 ^{ab}	8,4
	8	P2M3	459 ^{ab}	38,3	480 ^a	37,9
	12	P3M3	498 ^a	49,9	473 ^{ab}	35,8
	16	P4M3	440 ^{ab}	32,4	461 ^{ab}	32,2
LSD _{0,05} (MxP)			158,43		153,57	
CV (%)			23,27		20,14	

Ghi chú: Giá trị P trong cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa tại mức $p < 0,05$

Khi chuyển sang giai đoạn quả chín, tốc độ rụng lá nhanh hơn tốc độ ra lá mới, lá chuyển sang giai đoạn già và hóa vàng (Nguyen & Tran, 2019). Tuy nhiên, diện tích lá đạt tối đa khi thu hoạch (Bảng 2). Bước đầu cho thấy cây đậu đen xanh lòng trồng trên đất nâu đỏ có tốc độ ra lá mới nhanh và tuổi thọ lá

được kéo dài khi có tác động hỗ trợ giữa yếu tố mật độ và liều lượng phân hữu cơ.

Những nghiệm thức bón 12 tấn phân hữu cơ/ha (P3) cho diện tích lá có xu hướng cao hơn các nghiệm thức bón phân hữu cơ còn lại, dao động từ 469,74 đến 484,30 cm². Nhìn chung, mật độ trồng

càng thưa thì càng có hiệu quả với sự sinh trưởng của lá đậu đen, mật độ trồng 8 cây/m² cho diện tích lá trung bình đạt 428,39 cm², tiệm cận với diện tích lá đạt cao nhất trong giai đoạn thu hoạch. Tuy nhiên, diện tích lá chịu tác động của liều lượng phân hữu cơ nhiều hơn yếu tố mật độ. Liều lượng càng cao như các nghiệm thức có lượng bón P3, P4 thì diện tích lá càng có xu hướng tăng nhanh và đạt cực đại sớm ở giai đoạn ra hoa. Xu hướng này chứng tỏ cây đậu đen xanh lòng đã phát huy được tiềm năng của giống, tận dụng hết dinh dưỡng từ đất để sinh trưởng mạnh đến cuối giai đoạn phân cành. Đến giai đoạn ra hoa, để đáp ứng kịp thời cho nhu cầu dinh dưỡng của hoa và quả, sự già hóa lá diễn ra nhanh chóng như một cơ chế thích nghi của cây trồng. Quá trình tái hấp thu N nội sinh góp phần tích lũy khối lượng chất khô trong hạt và giúp đạt năng suất cao.

3.1.3. Ảnh hưởng của liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng đến số lượng nốt sần qua các giai đoạn sinh trưởng, phát triển

Rhizobium là chủng vi khuẩn có khả năng cố định đạm tự do để bổ sung cho nhu cầu đạm ở cây họ Đậu thông qua hoạt động của nốt sần (Phan et al., 2021). Tuy nhiên, vi khuẩn *Rhizobium* ký sinh hoàn toàn trong thời gian đầu mới hình thành nốt sần ở rễ nên việc bón phân sẽ ảnh hưởng rất lớn đến số lượng nốt sần ở cây đậu đen xanh lòng (Voisin et al., 2010). Số lượng nốt sần đạt cao nhất khi bón phân hữu cơ (Jacob et al., 2019). Sự gia tăng lượng chất hữu cơ, đạm và lân tổng số ảnh hưởng tích cực đến cộng đồng vi sinh vật đất (Dong et al., 2014) trong đó có chủng *Rhizobium*, cơ sở cho sự nhân lên của số lượng nốt sần. Kết quả được trình bày ở Bảng 3 cho thấy số lượng nốt sần có xu hướng tăng khi tăng lượng phân hữu cơ đến mức 12 tấn/ha sau đó giảm dần. Nhận định này cũng đã được Razzaque et al. (2016) nêu bật thông qua thí nghiệm ở cây đậu xanh. Ước chế sản sinh nốt sần mới dựa trên mức độ của lượng nito sẵn có trong đất là một trong những cơ chế điều hòa số lượng nốt sần ở cây họ Đậu. Cơ chế này dựa trên sự phối hợp giữa tín hiệu hệ thống và tín hiệu cục bộ ở cấp độ phân tử (Chaulagain & Frugoli, 2021).

Giai đoạn phân cành là giai đoạn khủng hoảng dinh dưỡng của cây nên lượng phân bón có ảnh hưởng đến số lượng nốt sần nhiều hơn yếu tố mật độ. Ở mức phân thấp từ 4 tấn/ha trở xuống, mật độ chưa ảnh hưởng rõ đến số lượng nốt sần. Ở mức phân 8 - 12 tấn/ha, mật độ càng giảm thì số lượng

nốt sần càng tăng, dao động 20,33 – 38,33 nốt sần/cây và đạt tối đa ở nghiệm thức P3M3 (38,33 nốt sần/cây). Rễ cây có xu hướng lan rộng và đâm sâu vào đất ở điều kiện mật độ trồng thấp để đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng và nước của cây. Số lượng nốt sần/cây họ Đậu liên quan chặt chẽ với chiều dài rễ (Ahmad, 2013) nên tạo ra chiều hướng biến động như trên. Tuy nhiên, khi lượng phân bón được bổ sung quá lớn (16 tấn/ha), số lượng nốt sần có xu hướng giảm và đạt thấp nhất ở nghiệm thức có mật độ thưa 8 cây/m².

Kết quả Bảng 4 cho thấy số lượng nốt sần đạt tối đa khi cây ra hoa, góp phần gia tăng chất khô tích lũy thông qua lượng dinh dưỡng đạm cố định được. Những nghiệm thức với mức bón 16 tấn phân hữu cơ/ha kết hợp mật độ 8 – 12 cây/m² tạo nhiều nốt sần nhất, dao động từ 37,22 đến 40,78 nốt sần/cây. Nhìn chung, khi tăng mật độ trồng thì số lượng nốt sần có xu hướng giảm. Điều này liên quan đến cơ chế cạnh tranh dinh dưỡng và ánh sáng ở quần thể cây trồng lớn. Cây tập trung phát triển thân lá để tăng diện tích tiếp xúc với ánh sáng, rễ phát triển chậm, gián tiếp kìm hãm sự gia tăng số lượng nốt sần (Rehling et al., 2021; Mwamlima et al., 2020). Giai đoạn ra hoa là lúc nốt sần cố định đạm hiệu quả nhất góp phần kéo dài tuổi thọ của lá, tăng nguồn tổng hợp và tích lũy chất khô cho cây (Yun et al., 2023; Vahdatpour et al., 2021; Li et al., 2023). Có thể nói, số lượng nốt sần là một yếu tố thứ cấp ảnh hưởng đến khả năng tích lũy chất khô và cấu thành năng suất. Bên cạnh yếu tố mật độ trồng, hiệu suất cố định đạm của nốt sần còn phụ thuộc vào lượng phân bón. Lượng đạm bổ sung thông qua phân bón nếu dư thừa sẽ làm giảm hiệu suất tổng hợp đạm và kìm hãm hoạt động của nốt sần (Ayishi et al., 2000; Basile & Lepek, 2021; Kebede, 2021).

Vào giai đoạn thu hoạch, số lượng nốt sần có xu hướng đạt tối ưu ở mức phân hữu cơ tối đa và mật độ trồng thấp. Những nghiệm thức với mức phân tối đa 16 tấn/ha và mật độ trồng 8 – 12 cây/m² có số lượng nốt sần lớn nhất (33 và 34,11 nốt sần/cây). Tuy nhiên, nghiệm thức P1M1 với mật độ 16 cây/m² cũng đạt số lượng nốt sần lớn (32,22 nốt sần/cây). Điều này chứng tỏ giống đậu đen này có tiềm năng cho số lượng nốt sần cao khi được bố trí mật độ trồng phù hợp mà không cần phải đầu tư quá nhiều phân bón. Nếu không bón phân hữu cơ mà mật độ trồng càng thưa thì số lượng nốt sần càng giảm và đạt thấp nhất (19,11 nốt sần/cây) ở nghiệm thức có mật độ trồng 8 cây/m².

Bảng 4. Ảnh hưởng của liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng đến số lượng nốt sần qua các giai đoạn sinh trưởng, phát triển (nốt sần/cây)

Mật độ (cây/m ²)	Liều lượng phân hữu cơ (tấn/ha)	Nghiệm thức	Giai đoạn sinh trưởng, phát triển			
			3 lá kép	Phân cành	Ra hoa	Thu hoạch
16	0	P0M1	10,56 ^{abcd}	12,44 ^d	25,56 ^{efg}	21,56 ^{cde}
	4	P1M1	13,72 ^{abcd}	26,33 ^{abc}	35,78 ^{abcd}	32,33 ^a
	8	P2M1	17,44 ^{abc}	20,33 ^{bcd}	33,22 ^{abcde}	29,33 ^{abcd}
	12	P3M1	19,22 ^a	32,22 ^{ab}	32,11 ^{bcddef}	28,56 ^{abcd}
	16	P4M1	10,17 ^{bcd}	27,33 ^{abc}	34,33 ^{abcd}	30,89 ^{ab}
12	0	P0M2	9,56 ^{cd}	18,11 ^{cd}	24,44 ^{fg}	21,22 ^{de}
	4	P1M2	15,28 ^{abcd}	30,33 ^{ab}	29,44 ^{bcddefg}	25,67 ^{abcde}
	8	P2M2	18,17 ^{abc}	29,00 ^{abc}	31,89 ^{bcddef}	27,22 ^{abcde}
	12	P3M2	15,00 ^{abcd}	36,44 ^a	33,78 ^{abcde}	29,78 ^{abc}
	16	P4M2	19,00 ^{ab}	29,33 ^{abc}	37,22 ^{ab}	33,00 ^a
8	0	P0M3	11,56 ^{abcd}	12,89 ^d	22,89 ^g	19,11 ^e
	4	P1M3	9,45 ^{cd}	23,11 ^{bcd}	28,44 ^{cdefg}	24,11 ^{bcd}
	8	P2M3	10,28 ^{abcd}	32,67 ^{ab}	28,00 ^{defg}	23,66 ^{bcd}
	12	P3M3	7,45 ^d	38,33 ^a	36,33 ^{abc}	32,78 ^a
	16	P4M3	14,67 ^{abcd}	22,89 ^{bcd}	40,78 ^a	34,11 ^a
LSD _{0,05} (MxP)			9,68	13,49	8,19	7,66
CV (%)			28,99	18,67	15,63	17,61

Ghi chú: Giá trị P trong cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa tại mức $p < 0,05$

3.2. Ảnh hưởng của liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất

Số quả chắc/cây là một yếu tố cấu thành năng suất có ý nghĩa quan trọng đến năng suất của cây. Lượng chất khô tích lũy được từ rễ và quá trình quang hợp của lá dồi dào là điều kiện cần để giai đoạn ra hoa và làm đầy hạt diễn ra thuận lợi (Sita et al., 2017). Đây là cơ sở tạo ra số quả chắc/cây nhiều hay ít. Số quả/cây liên quan chặt chẽ với số cành cấp 1, hầu như những nghiệm thức nào có số cành cấp 1 nhỏ thì sẽ cho số quả/cây ít và ngược (Trinh et al., 2023). Nghiệm thức P0M1 với mật độ cao 16 cây/m² và không được bón phân hữu cơ đạt số quả thấp nhất. Với mật độ quần thể cao, việc gia tăng cạnh tranh về nguồn vật liệu dẫn đến sự hấp thụ ít hơn ở quả trên mỗi cây. Abdel (2008) cũng nhận thấy việc giảm số lượng quả chắc/cây do giảm số lượng cành/cây khi trồng ở mật độ cao. Với lượng bón 8 tấn/ha, nghiệm thức P2M2, P2M3 có mật độ trồng thưa 8 cây/m² và 12 cây/m² là các nghiệm thức đạt số quả chắc/cây cao nhất. Kết quả này phù hợp với nhận định của Rajput et al. (1984), khi mật độ trồng giảm thì số quả/cây tăng. Kết quả thí nghiệm về mật độ đối với đậu tằm ở Phú Thọ của Hoang et al. (2022) cũng cho thấy mật độ càng thưa thì tỷ lệ quả chắc/cây càng tăng. Như vậy, mật độ là yếu tố chi phối số quả chắc/cây nhiều hơn lượng phân hữu cơ, chỉ khi sử dụng lượng bón khá từ 8 tấn/ha trở lên thì

phân hữu cơ mới có hiệu quả bổ trợ cùng mật độ thấp, làm tăng số quả chắc/cây.

Số hạt chắc/quả phụ thuộc vào tiềm năng cho số lượng quả 1 hạt, 2 hạt, 3 hạt của giống và giai đoạn ra hoa của cây. Giữa các nghiệm thức có sự sai khác có ý nghĩa thống kê. Chỉ tiêu này đạt cao nhất ở nghiệm thức P4M2 với mức bón 16 tấn/ha, đạt thấp nhất ở nghiệm thức P0M1 (không bón). Nhìn chung, số hạt chắc/quả có xu hướng tăng khi tăng lượng bón phân hữu cơ. Đồng thời, kết quả Bảng 4 cho thấy, số hạt chắc/quả vẫn có thể đạt mức tối ưu dưới sự điều chỉnh mật độ phù hợp cùng mức bón từ 4 đến 8 tấn phân hữu cơ/ha (P1M1, P1M3, P2M3). Ở các nghiên cứu khác, kết quả chỉ ra rằng mật độ không ảnh hưởng đến số hạt chắc/quả (Krizmanic et al., 2020; Augustine & Godfre, 2019).

Khối lượng 1.000 hạt ($P_{1000 \text{ hạt}}$) được quyết định bởi độ lớn của hạt, giống cho hạt to, mẩy hay không. Đây là chỉ tiêu thể hiện đặc tính của giống và có chịu sự chi phối của yếu tố ngoại cảnh, có sai khác ý nghĩa về mặt thống kê. Nghiệm thức P3M1 đạt $P_{1000 \text{ hạt}}$ (125,54 g) cao hơn các nghiệm thức còn lại và tạo ra sai khác có ý nghĩa thống kê với P2M2 (122,38 g).

Năng suất lý thuyết: Được tính toán dựa trên các yếu tố cấu thành năng suất như số quả chắc/cây, số hạt chắc/quả, $P_{1000 \text{ hạt}}$ nên có sự sai khác có ý nghĩa thống kê. Ngoài ra, mật độ cũng là một yếu tố quyết

định đến NSLT, năng suất của mỗi cá thể cao nhưng mật độ thấp sẽ dẫn đến NSLT đạt thấp. Nghiệm thức P3M1 với mức bón 12 tấn/ha và bố trí mật độ cao 16 cây/m² cho NSLT cao nhất (1,4 tấn/ha). Nghiệm thức P0M3 với mật độ thưa 8 cây/m² và không bón hữu cơ cho NSLT thấp nhất (0,61 tấn/ha). Việc so sánh trong cùng mật độ với 05 mức phân khác nhau, NSLT có xu hướng tăng khi lượng phân hữu cơ tăng nhưng không đạt tối đa ở mức phân cao nhất 16 tấn/ha.

Năng suất thực thu: Có sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. NSTT thể hiện mức độ hiệu quả của việc áp dụng các biện pháp kỹ thuật trong sản xuất, NSTT càng tiệm cận với NSLT chứng tỏ hiệu năng của kỹ thuật đó lớn và độ đồng đều của quần thể thí nghiệm cao. Theo Shahsavari

(1989), các yếu tố cấu thành năng suất có mối liên hệ chặt chẽ với năng suất thực thu, trong đó, P_{1000 hạt} đóng vai trò quan trọng nhất. Bảng 5 cho thấy, kết quả thí nghiệm có điểm tương đồng với nhận định của Shahsavari (1989), P3M1 là nghiệm thức có NSTT cao nhất (1,26 tấn/ha). Nghiệm thức P0M3 có NSTT thấp nhất (0,55 tấn/ha).

Như vậy, việc trồng với mật độ thưa và không bón phân hữu cơ cho NSLT và NSTT thấp. Năng suất đậu đen cao khi bố trí mật độ dày và sử dụng lượng phân hữu cơ từ khá đến cao. Tuy nhiên, năng suất của đậu đen có thể đạt tối ưu mà không cần mức bón tối đa 16 tấn/ha, vì vậy, việc có chế độ quản lý phân bón phù hợp giúp tăng hiệu suất sử dụng phân hữu cơ và hiệu quả kinh tế.

Bảng 5. Ảnh hưởng của liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất

Mật độ (cây/m ²)	Liều lượng phân hữu cơ (tấn/ha)	Nghiệm thức	Số quả chắc/cây (quả)	Số hạt chắc/quả (hạt)	P _{1000 hạt} (g)	NSLT (tấn/ha)	NSTT (tấn/ha)
16	0	P0M1	6,30 ^e	9,3 ^c	123,29 ^{ab}	0,90 ^{def}	0,61 ^{fg}
	4	P1M1	8,13 ^d	10,4 ^{abc}	123,09 ^{ab}	1,11 ^{bcd}	1,02 ^{bc}
	8	P2M1	9,53 ^{abc}	9,7 ^{bc}	124,65 ^{ab}	1,26 ^{ab}	1,13 ^{ab}
	12	P3M1	9,00 ^{abcd}	9,9 ^{bc}	125,54 ^a	1,40 ^a	1,26 ^a
	16	P4M1	8,73 ^{bcd}	10,2 ^{abc}	123,31 ^{ab}	1,27 ^{ab}	1,15 ^{ab}
12	0	P0M2	8,53 ^{cde}	9,5 ^{bc}	124,09 ^{ab}	0,75 ^{fg}	0,67 ^{efg}
	4	P1M2	8,73 ^{bcd}	9,7 ^{bc}	122,64 ^{ab}	0,84 ^{ef}	0,75 ^{defg}
	8	P2M2	10,13 ^a	9,9 ^{bc}	122,38 ^b	1,05 ^{bcd}	0,94 ^{bcd}
	12	P3M2	9,43 ^{abc}	10,2 ^{abc}	123,75 ^{ab}	0,94 ^{cdef}	0,85 ^{cde}
	16	P4M2	9,47 ^{abc}	11,4 ^a	124,42 ^{ab}	1,16 ^{bc}	1,06 ^{ab}
8	0	P0M3	8,10 ^d	9,6 ^{bc}	123,79 ^{ab}	0,61 ^g	0,55 ^g
	4	P1M3	9,13 ^{abcd}	10,5 ^{abc}	124,40 ^{ab}	0,73 ^{fg}	0,66 ^{efg}
	8	P2M3	10,00 ^a	10,6 ^{ab}	123,88 ^{ab}	0,91 ^{def}	0,82 ^{cde}
	12	P3M3	9,77 ^{ab}	9,6 ^{bc}	123,16 ^{ab}	0,88 ^{ef}	0,79 ^{def}
	16	P4M3	9,77 ^{ab}	10,4 ^{abc}	122,99 ^{ab}	0,83 ^{efg}	0,75 ^{defg}
LSD _{0,05} (MxP)			1,37	1,31	2,65	0,25	0,23
CV (%)			1,95	5,24	1,48	8,70	10,32

Ghi chú: Giá trị P trong cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa tại mức $p < 0,05$

3.3. Ảnh hưởng của liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng đến lợi nhuận và hiệu quả kinh tế

Kết quả ở Bảng 6 cho thấy, bội thu và tổng thu vượt so với ĐC phụ thuộc vào sự chênh lệch NSTT ở các mật độ và lượng phân hữu cơ khác nhau, năng suất càng cao thì mức độ vượt so với ĐC càng lớn. Do đó, nghiệm thức P3M1 với mức bón 12 tấn/ha và mật độ trồng 16 cây/m² cho bội thu và tổng thu vượt so với ĐC lớn nhất. Nghiệm thức P1M2 với NSTT thấp, dẫn đến bội thu và tổng thu vượt so với

ĐC thấp nhất. Chi phí tăng thêm so với ĐC đạt mức cao nhất ở các nghiệm thức đầu tư lượng phân hữu cơ lớn và mật độ trồng dày. Mức chi phí tăng thêm có sự chênh lệch lớn, dao động 2.300.000 – 12.125.000 đồng/ha/vụ. Các nghiệm thức với mức bón tối đa 16 tấn/ha ở 03 mật độ trồng P4M1, P4M2, P4M3 có chi phí tăng thêm từ 11.900.000 đồng/ha/vụ trở lên.

Như vậy, đầu tư phân hữu cơ kết hợp trồng mật độ cao cho lợi nhuận cao nhưng không nhất thiết phải ở mức phân bón cao nhất. Lợi nhuận vượt so

với ĐC dao động 19.915.000 – 29.895.000 đồng/ha/vụ khi bố trí mật độ 16 cây/m². Trong cùng mật độ trồng dày 16 cây/m², nghiệm thức P3M1 với mức bón 12 tấn/ha đạt lợi nhuận vượt so với đối chứng cao nhất. Ở mật độ 8 cây/m² và 12 cây/m², lợi nhuận vượt so với ĐC thấp hơn. Nghiệm thức P4M3 với mật độ trồng thưa 8 cây/m², đạt lợi nhuận vượt so với ĐC là 520.000 đồng/ha/vụ, giảm gần 60 lần so với nghiệm thức P3M1 đạt lợi nhuận vượt so với ĐC cao nhất (29.895.000 đồng/ha/vụ). Vu et al. (2020) khi làm thí nghiệm ở cây đậu xanh nhận thấy với mật độ trồng và lượng phân phù hợp, năng suất đạt 1,3 tấn/ha, lãi thuần thu được đến 39.582.400 đồng/ha/vụ.

Lợi nhuận thu được khi đầu tư một đồng vào phân bón (VCR) là chỉ tiêu quyết định đến việc đầu tư phân bón của người dân. Vo (1998) đã chỉ ra rằng, chỉ số VCR trong nông nghiệp dao động 2 – 3 là đạt yêu cầu, VCR > 3 đem lại lãi. Theo kết quả ở Bảng 5, các nghiệm thức được bố trí mật độ 16 cây/m² với lượng bón 4 - 16 tấn/ha đều cho chỉ số VCR đạt mức yêu cầu trở lên. Trong đó, nghiệm thức P1M1 với lượng bón 4 tấn/ha có chỉ số VCR cao nhất (9,6). Đối với các nghiệm thức có mật độ 8 cây/m² và 12 cây/m², chỉ số VCR chỉ đạt yêu cầu ở lượng bón 4 - 8 tấn/ha.

Bảng 6. Ảnh hưởng của liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng đến lợi nhuận và VCR

Mật độ (cây/m ²)	Liều lượng phân hữu cơ (tấn/ha)	Nghiệm thức	Bội thu (kg/ha)	Tổng thu vượt so với ĐC (đồng)	Chi phí tăng so với ĐC (đồng)	Lợi nhuận vượt so với ĐC (đồng)	VCR
16	0	P0M1	-	-	-	-	-
	4	P1M1	404	24.240.000	2.525.000	21.715.000	9,60
	8	P2M1	519	31.140.000	5.725.000	25.415.000	5,44
	12	P3M1	647	38.820.000	8.925.000	29.895.000	4,35
	16	P4M1	534	32.040.000	12.125.000	19.915.000	2,64
12	0	P0M2	-	-	-	-	-
	4	P1M2	83	4.980.000	2.412.500	2.567.500	2,06
	8	P2M2	272	16.320.000	5.612.500	10.707.500	2,91
	12	P3M2	175	10.500.000	8.812.500	1.687.500	1,19
	16	P4M2	386	23.160.000	12.012.500	11.147.500	1,93
8	0	P0M3	-	-	-	-	-
	4	P1M3		7.020.000	2.300.000	4.720.000	3,05
	8	P2M3		16.680.000	5.500.000	11.180.000	3,03
	12	P3M3		14.640.000	8.700.000	5.940.000	1,68
	16	P4M3		12.420.000	11.900.000	520.000	1,04

Giá thành: Phân chuồng: 800 đ/kg; Ure: 20.000 đ/kg; Supe Lân: 5.000 đ/kg; Kali: 18.000 đ/kg; vôi: 1.750 đ/kg; giống: 45.000 đ/kg; công lao động 80 công/ha (làm đất, gieo sạ, chăm sóc, bón phân, phun thuốc, thu hoạch, chế biến): 180.000 đ/công; sản phẩm bán ra (giá thu mua): 60.000 đ/kg

4. KẾT LUẬN

Liều lượng phân hữu cơ và mật độ trồng có ảnh hưởng đến các chỉ tiêu sinh trưởng, các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất, hiệu quả kinh tế của cây đậu đen trồng trên đất nâu đỏ. Bón liều lượng phân hữu cơ 12 tấn/ha và bố trí mật độ trồng là 16

cây/m² (P3M1) cây đậu đen sinh trưởng, phát triển tốt cho năng suất và hiệu quả kinh tế cao nhất. Áp dụng các biện pháp kỹ thuật canh tác này đem lại năng suất 1,26 tấn/ha, lợi nhuận đạt 29.895.000 đồng/ha/vụ, gấp 40 - 60 lần so với nghiệm thức kém hiệu quả nhất (P1M2; P3M2; P1M3; P4M3) và chỉ số VCR là 4,35.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

Abdel, L. Y. I. (2008). Effect of seed size and plant spacing on yield and yield components of Faba bean (*Vicia faba* L.). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4, 146-148.

Ahmad, Iftikhar, Akhtar, Muhammad, Javed, Asghar, Naeem, H., Khalid & Muhammad. (2013). Influence of Rhizobium applied in combination with micronutrients on mungbean. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 11(1), 53-59.

Al-Suhaibani, N., El-Hendawy, S., & Schmidhalter, U. (2013). History of varied plants density on growth, yield and economic return of drip irrigated Faba bean (*Vicia faba* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, 18, 185-197.

- Augustine, B. B., & Godfre, W. (2019). Effect of Cowpea (*Vigna unguiculata*) Variety and Plant Spacing on Grain and Fodder Yield. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 10(1), 1–9.
<https://doi.org/10.9734/ajaar/2019/v10i130019>
- Ayishi, K. K., Nkgapele, R. J. & Dakora, F.D. (2000). Nodule formation and function in six varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) grown in a nitrogen-rich field soil in South Africa. *Symbiosis*, 28, 17-31.
- Basile, L. A., & Lepek, V. C. (2021). Legume–rhizobium dance: an agricultural tool that could be improved?. *Microbial Biotechnology*, 14(5), 1897–1917.
<https://doi.org/10.1111/1751-7915.13906>
- Chaulagain, D., & Frugoli, J. (2021). The Regulation of Nodule Number in Legumes Is a Balance of Three Signal Transduction Pathways. *International journal of molecular sciences*, 22(3), 1117.
<https://doi.org/10.3390/ijms22031117>
- Damián-Medina, K., Milenkovic, D., Salinas-Moreno, Y., Corral-Jara, K. F., Figueroa-Yáñez, L., Marino-Marmolejo, E., & Lugo-Cervantes, E. (2022). Anthocyanin-rich extract from black beans exerts anti-diabetic effects in rats through a multi-genomic mode of action in adipose tissue. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1019259.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1019259>
- Do, T. L. (2004). *Vietnamese medicinal plants and herbs*. Medical Publishing House, Hanoi (in Vietnamese).
- Doan, M. D., Nguyen, T. D., Vu, L. C., Vu, N. T., & Nguyen, T. T. (2019). Effects of density and fertilizer on growth and yield of Nam Dan small-grain mung bean variety. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 2(99), 72 - 79 (in Vietnamese).
- Dong, W. I., Zhang, X. Y., Dai, X. Q., Fu, X. L., Yang, F. T., Liu, X. Y., Sun, X. M., Wena, X. F., & Schaeffer, S. (2014). Changes in soilmicrobial community composition in response to fertilization of paddy soils insubtropical. *China Applied Soil Ecology*, 84, 140-147.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.06.007>
- Ewansiha, S. U., & Singh, B. B. (2006). Relative drought tolerance of importance herbaceous legumes and cereals in the moist and semi-arid regions of West Africa. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 4(2), 188-190.
- Hoang, M. T., Luyen, T. T. N., Nguyen, T. C. M., & Tran, T. V. (2022). Effects of planting season and density on growth and yield of broad bean in Phu Tho. *Journal of Science and Technology, Hung Vuong University*, 27(2), 85-90. (in Vietnamese).
- Jacob, K. N., N’guessan, K., Alphonse, A. K., Joël, Y. K., Koutoua, A., & Justin, Y. K. (2019) Influence of Mineral Fertilization on the Capacity of Nodulation of Three Species of Legumes (Groundnut, Cowpea and Soybean). *American Journal of Plant Sciences*, 10, 2208-2218.
<https://doi.org/10.4236/ajps.2019.1012156>
- Kebede, E. (2021). Contribution, Utilization, and Improvement of Legumes-Driven Biological Nitrogen Fixation in Agricultural Systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 1–18.
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.767998>
- Krizmanić, G., Tucak, M., Brkić, A., Marković, M., Jovanović, S. V., Beraković, I., & Čupić, T. (2020). The impact of plant density on the seed yield and the spring field pea’s yield component. *Poljoprivreda*, 26(1), 25–31.
<https://doi.org/10.18047/poljo.26.1.4>
- Le, T. T. C., Vu, T. T. H., Vu, N. T., Nguyen, X. T. & Nguyen, C. T. (2020). Effect of row spacing sown by mechanical machines on growth and yield of soybean in autumn-winter crop in Hung Ha, Thai Binh province. *Vietnam Journal of Agricultural Science and Technology*, 07(106), 66 - 72 (in Vietnamese).
- Li, Z., Zhao, T., Liu, J., Li, H., & Liu, B. (2023). Shade-Induced Leaf Senescence in Plants. *Plants*, 12(7), 1-17.
<https://doi.org/10.3390/plants12071550>
- Luque-Rodriguez, J. M., Luque de Castro, M. D., & Pe’ rez-Juan, P. (2007). Dynamic superheated liquid extraction of anthocyanins and other phenolics from red grape skins of winemaking residues. *Bioresource Technology*, 98(14), 2705-2713.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.09.019>
- Luu, T. X., Trieu, L. H. T., & Tran, T. K. (2020). Study on the influence of some technical measures on the growth, development and yield of soybean variety DT51 in Bao Yen district, Lao Cai province. *Journal of Science & Technology, Thai Nguyen University*, 225(08), 409-414 (in Vietnamese).
- Ministry of Agriculture and Rural Development. (2014). *Decision approving the planning for crop structure conversion on rice-growing land for the period 2014 - 2020. (in Vietnamese)*.
- Mojica, L., Berhow, M., & Gonzalez de Mejia, E. (2017). Black bean anthocyanin-rich extracts as food colorants: Physicochemical stability and antidiabetes potential. *Food chemistry*, 229, 628–639.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.124>
- Mwamlima, L. H., Pamela Ouma, J., & Kimutai Cheruiyot, E. (2020). Leaf Gas Exchange and Root Nodulation Respond to Planting Density in

- Soybean [*Glycine max* (L) Merrill]. *Advances in Agriculture*, 2020(1), 1–7.
<https://doi.org/10.1155/2020/6424389>
- Nguyen, H. L., & Tran, P. D. (2019). *Industrial crop production techniques*.
- Nguyen, T. T., Pham, T. N., & Vu, V. Q. (2023). Effects of planting season, planting density and fertilizer dosage on growth and yield of green bean variety TX05 in Thai Binh. *Vietnam Journal of Agricultural Science and Technology*, 01(143), 47-52. (in Vietnamese).
- Plant Resources Center. (2012). *Cowpea germplasm description and initial evaluation form*.
- Phan, T. H. T., Dang, T. N., Tran, T. H., Nguyen, V. H., Nguyen, T. H. L., Nguyen, V. M. L., Dao, T. H. V., Nguyen, T. V., & Nguyen, H. C. (2021). Effect of nano metals Fe, Cu and Co on the growth of nitrogen-fixing bacteria *Sinorhizobium Fredii T14* and the ability to form nodules in soybean roots. *Journal of Biotechnology*, 19(4), 725-733 (in Vietnamese).
- Rajput, M. J., S. Tunio, M. A. Rajput., & Rajput, F. K. (1984). Effect of row spacing and plant spacing on yield and yield components in soybean. *Pak. J. Agric. Rec.*, 5, 83-87.
- Razzaque, M. A., Haque, M. M., Karim, M. A., & Solaiman, A. R. M. (2016). Nitrogen fixating ability of mungbean genotypes under different levels of nitrogen application. *Bangladesh J. Agril. Res.*, 41(1), 163-171.
<https://doi.org/10.3329/bjar.v41i1.27681>
- Rehling, F., Sandner, T. M., & Matthies, D. (2021). Biomass partitioning in response to intraspecific competition depends on nutrients and species characteristics: A study of 43 plant species. *Journal of Ecology*, 109(5), 2219–2233.
<https://doi.org/10.1111/1365-2745.13635>
- Department of Agriculture and Rural Development of Quang Tri Province. (2022). *Report on agricultural production situation of Vinh Linh district, Quang Tri province*. (in Vietnamese).
- Saini, N., Patil, S. S., & Birunagi, S. M. (2024). Optimizing Spacing and Nutrient Management for Enhanced Growth and Yield of Summer Green Gram (*Vigna radiata* L.): A Comprehensive Review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 14(6), 224–236.
<https://doi.org/10.9734/ijecce/2024/v14i64223>
- Shahsavari, M. R. (1989). *Evaluating the contribution of genotype and phenotype growth parameters in the formation of grain yield and determining the characteristics of ideal type of common bean*. MS thesis in plant breeding, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology.
- Sita, K., Sehgal, A., Hanumantharao, B., Nair, R. M., Vara Prasad, P. V., Kumar, S., Gaur, P. M., Farooq, M., Siddique, K. H. M., Varshney, R. K., & Nayyar, H. (2017). Food legumes and rising temperatures: Effects, adaptive functional mechanisms specific to reproductive growth stage and strategies to improve heat tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1–30.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01658>
- Taj, F. H., Akbar, H., Basir, A., & Ullah, N. (2002). Effect of Row Spacing on Agronomic Traits and Yield of Mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). *Asian Journal of Plant Sciences*, 1, 328-329.
<https://doi.org/10.3923/ajps.2002.328.329>
- Thi, N. Đ., Ngoc, H. B., & Hue, Đ. T. (2013). *Textbook of Plant Physiology*. Hue University Publishing House (in Vietnamese).
- Tran, T. V., Hoang, M. T., & Nguyen, T. C. M. (2022). Study on the effects of density and fertilization formulas on the growth and yield of Faba bean in Phu Tho. *Tan Trao University Journal of Science*, 3, 89-94 (in Vietnamese).
- Trinh, T. Sen, Nguyen, T. H., & Nguyen, N. L. (2023). The effects of organic fertilizer dose and plant densities on growth and yield of black beans (*Vigna cylindrica* (L.) Skeels) in Quang Tri province. *Journal of Agricultural Science and Technology, Hue University of Agriculture and Forestry*, 7(1), 3357–3367.
<https://doi.org/10.46826/luaf-jasat.v7n1y2023.1014>
- Trinh, T. Sen, Tran, T. H. Sen, Nguyen, T. H., & Tran, V. T. (2024). Effects of organic microbial fertilizer dosage and planting density on growth and yield of *Vigna umbellata* (Thunb.) Ohwi & Ohashi) in Thua Thien Hue province. *Journal of Agricultural Science and Technology, Hue University of Agriculture and Forestry*, 8(2), 4168–4177. <https://doi.org/10.46826/luaf-jasat.v8n2y2024.1121>
- Vahdatpour, F., Aroiee, H., Hemmati, K., Kamkar, B., & Sheikh, F. (2021). Leaf area index, dry matter accumulation and allocation trends in vicia faba l. Affected by inoculation with rhizobium and pseudomonas. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(4), 903–914.
- Vietnam Academy of Agricultural Sciences Plant Resources Center. (2012). *Survey, collection, description and evaluation of plant gene pools*, 49 - 54 (in Vietnamese).
- Vo, M. K. (1998). *Fertilizer use practices*. Hanoi: Agricultural Publishing House (in Vietnamese).
- Vo, V. C. (1991). *Vegetables and legumes used for food and medicine*. Science and Economics Publishing House (in Vietnamese).

- Voisin, A. S., Munier-Jolain, N. G., & Salon, C. (2010). The nodulation process is tightly linked to plant growth. An analysis using environmentally and genetically induced variation of nodule number and biomass in pea. *Plant and Soil*, 337, 399-412. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0536-6>
- Vu, N. T., Nong, T. D., Nguyen, T. X., & Nguyen, T. T. T. (2020). Effects of density and amount of phosphate fertilizer on growth and yield of green bean variety DXVN7 in the summer-autumn crop of 2018 in Gia Lam, Hanoi. *Journal of Science of Tay Bac University*, 18, 95-104 (in Vietnamese).
- Yigezu, D. (2014). *Response of Soybean (Glycine max L. Merrill) Varieties to Plant Spacing in Guliso district, Western Ethiopia*. MSc. Thesis in Agronomy, Haramaya University, Ethiopia.
- Yun, J., Wang, C., Zhang, F., Chen, L., Sun, Z., Cai, Y., Luo, Y., Liao, J., Wang, Y., Cha, Y., Zhang, X., Ren, Y., Wu, J., Hasegawa, P. M., Tian, C., Su, H., Ferguson, B. J., Gresshoff, P. M., Hou, W., Han, T., ... Li, X. (2023). A nitrogen fixing symbiosis-specific pathway required for legume flowering. *Science Advances*, 9(2), eade1150. <https://doi.org/10.1126/sciadv.ade1150>