

TÁC ĐỘNG CỦA VIỆC CÂY VI KHUẨN RHIZOBIUM ĐẾN SỰ SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT CỦA CÁC GIỐNG ĐẬU TƯƠNG Ở VÙNG THẢO NGUYÊN SUDAN, NIGERIA

RT, Rabi^{1,4}, A.M., Sa'ad¹, A. Muhammad¹, H.S Hamisu³, M.S. Jibrin²

Võ Như Cẩm biên dịch.

1. Phòng Khoa học cây trồng, Khoa nông nghiệp, Trường đại học Khoa học và Công nghệ Aliko Dangote, Wudil Kano.
2. Khoa Khoa học Cây trồng, Đại học Saadu Zungur, Bang Bauchi.
3. Viện nghiên cứu làm vườn quốc gia, Trạm Bagauda, P.M.B 3390, bang Kano.
4. Hiệp hội xay bột Nigeria.

Email tác giả tương ứng: rabiutijjani2020@gmail.com

Từ khóa: Cây vi khuẩn Rhizobium, Đậu tương, năng suất

TÓM TẮT

Đậu tương là một loại cây họ đậu thiết yếu ở vùng cận Sahara châu Phi, được đánh giá cao về giá trị dinh dưỡng và lợi ích kinh tế. Tuy nhiên, năng suất của nó ở vùng thảo nguyên Sudan của Nigeria thường bị hạn chế bởi sự thiếu hụt chất dinh dưỡng trong đất, đặc biệt là nitơ. Việc sử dụng phương pháp cây vi khuẩn Rhizobium đã nổi lên như một cách tiếp cận sinh học hiệu quả để tăng cường cố định nitơ, thúc đẩy sự sinh trưởng và năng suất tốt hơn. Nghiên cứu này nhằm mục đích đánh giá tác động của việc cấy vi khuẩn Rhizobium lên hai giống đậu tương trong điều kiện thảo nguyên Sudan. Các thí nghiệm thực địa được tiến hành trong mùa mưa năm 2021 tại Trang trại Giảng dạy và Nghiên cứu của Đại học Khoa học và Công nghệ Aliko Dangote Wudil (Vĩ độ: 11.9331° N, Kinh độ: 8.5216° E) và Khoa Nông nghiệp, Đại học Bayero, Kano (Vĩ độ: 12.0027° N, Kinh độ: 8.5914° E) ở vùng thảo nguyên Sudan, Nigeria. Thí nghiệm được tiến hành bằng phương pháp thiết kế khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh (RCBD), bao gồm hai nghiệm thức cấy vi khuẩn Rhizobium (cây và không cấy) và hai giống đậu tương (TGX1447-2E và TGX1885-10E). Dữ liệu được thu thập về số lượng nốt sần, trọng lượng tươi của nốt sần, trọng lượng khô của nốt sần, số quả trên mỗi cây, trọng lượng quả trên mỗi cây (g), tỷ lệ tách vỏ trên mỗi ô thí nghiệm, trọng lượng 100 hạt, năng suất trên mỗi cây và năng suất trên mỗi hecta. Nghiên cứu cho thấy việc cấy vi khuẩn Rhizobium ảnh hưởng đến đặc điểm sinh trưởng và năng suất của các giống đậu tương trong khu vực nghiên cứu. Đặc điểm sinh trưởng và năng suất tăng lên khi cấy vi khuẩn Rhizobium ở cả hai địa điểm. Kết quả cũng cho thấy giống TGX 1448-2E có ưu thế đáng kể so với giống TGX 1885-10E. Do đó, nghiên cứu khuyến nghị cấy vi khuẩn Rhizobium cho đậu tương và bón phân lân với liều lượng 40 kg/ha để tối ưu hóa sản xuất đậu tương trong điều kiện nông sinh thái tương tự.

GIỚI THIỆU

Đậu tương (*Glycine max*) là một loại cây họ đậu có giá trị ở vùng cận Sahara châu Phi, mang lại lợi ích dinh dưỡng và cơ hội thu nhập cho nông dân. Nó cung cấp khoảng 40%

protein và 20% dầu cho thực phẩm của con người và thức ăn chăn nuôi [9]. Hiện nay, nó là loại hạt có dầu chính trên thế giới và chủ yếu được sử dụng để chiết xuất dầu ăn (chiết xuất dung môi quy mô lớn) và sản xuất bột làm thức ăn chăn nuôi [10]. Cây vi khuẩn *Rhizobium* vào hạt đậu tương giúp tăng cường quá trình cố định nitơ bất kể giống cây trồng có khả năng tạo nốt sần hay không. Một số nghiên cứu đã báo cáo rằng việc cấy vi khuẩn thích hợp vào đậu tương trước khi gieo trồng sẽ làm tăng năng suất đáng kể [10-12]. Hiệu quả cố định nitơ chủ yếu bị ảnh hưởng bởi quần thể vi khuẩn *Rhizobium* trong đất và khả năng tương thích của chúng với cây đậu tương. [20] đã ghi lại phản ứng của năm giống đậu tương tạo nốt sần đa năng đối với các chủng *Bradyrhizobium* được chọn và kết luận rằng tất cả các giống đậu tương được thử nghiệm đều thể hiện tác dụng tạo nốt sần có lợi, đặc biệt là ở những vùng đất có quần thể vi khuẩn *Rhizobium* bản địa thấp. Việc bón các vi chất dinh dưỡng, cùng với nitơ (N), photpho (P) và kali (K), đã được chứng minh là giúp cải thiện năng suất đậu tương. Thực hành này cũng có thể giúp giảm nghèo ở vùng cận Sahara châu Phi [18]. Theo [6], đậu tương có thể cố định 175 kg nitơ mỗi năm ở các khu vực được tưới tiêu, trong khi ở các khu vực khô hạn, chúng có thể cố định tới 100 kg nitơ mỗi năm. Cây đáp ứng nhu cầu nitơ của chúng thông qua nitơ khoáng trong đất hoặc cố định nitơ cộng sinh. *Rhizobia* có thể sống như sinh vật hoại sinh trong tàn dư thực vật, như sinh vật nội sinh bên trong cây hoặc liên kết chặt chẽ với vi khuẩn rễ cây [15]. Nghiên cứu của [1] chỉ ra rằng số lượng nốt sần được hình thành cao hơn nếu đất được cấy *Rhizobium*. Sự tương tác giữa các nốt sần rễ và vi khuẩn cộng sinh đã được kiểm tra bằng phương pháp proteomics trong quá trình trao đổi tín hiệu và tăng trưởng cộng sinh [24]. Sản xuất cây trồng ở Châu Phi cận Sahara (SSA) phải đối mặt với nhiều thách thức, bao gồm các yếu tố phi sinh học và kinh tế xã hội, dẫn đến sự khác biệt về sản lượng giữa các vùng. Nguyên nhân chính dẫn đến năng suất đậu tương thấp là do độ phì nhiêu của đất kém và đang suy giảm, độ chua của đất, các biện pháp quản lý không hiệu quả và việc sử dụng hạn chế các đầu vào nông nghiệp [11], [12], [19] và [17]. Nhiều nghiên cứu được thực hiện trên khắp Châu Phi đã chứng minh rằng vi khuẩn *rhizobia* bản địa ở nhiều khu vực không hiệu quả hoặc không đủ để đáp ứng nhu cầu nitơ của các giống cây trồng đa năng [22]. Điều này cho thấy việc cấy vi khuẩn là một lựa chọn đáng tin cậy hơn so với việc dựa vào phân bón thương mại đất tiền hoặc vi khuẩn *rhizobia* bản địa với hiệu quả không chắc chắn [25]. Ở Châu Phi cận Sahara (SSA), hơn 80% đất bị thiếu nitơ, và hơn 39% trẻ em dưới 5 tuổi bị suy dinh dưỡng và còi cọc. Vấn đề này có liên quan đến sự thiếu hụt các chất dinh dưỡng thiết yếu, đặc biệt là protein, trong nhiều chế độ ăn uống, dẫn đến hơn một phần ba số ca tử vong ở trẻ em [15]. So với các loại thực phẩm giàu protein khác như cá, trứng và thịt, đậu tương có giá thành thấp hơn. Mặc dù có tiềm năng là nguồn cung cấp protein, thức ăn chăn nuôi và thu nhập cho nông dân, sản lượng đậu tương vẫn chưa đủ do năng suất thấp, tạo ra khoảng cách giữa sản lượng hiện tại và sản lượng cần thiết [14]. Sử dụng các giống đậu tương có khả năng cố định đạm cao và chất cấy vi khuẩn *Rhizobium* có thể làm giảm nhu cầu bón phân đạm khoáng [14], [26], [21]. Có rất ít thông tin về tác động của việc cấy vi khuẩn *Rhizobium* lên đặc điểm sinh trưởng và năng suất của đậu tương ở vùng thảo nguyên Sudan của Nigeria. Do đó, nghiên cứu này được tiến hành để đánh giá tác động của việc cấy vi khuẩn *Rhizobium* lên sự sinh trưởng và năng suất của các giống đậu tương ở vùng thảo nguyên Sudan của Nigeria.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Các thí nghiệm được tiến hành trong vụ mùa năm 2021 tại Nông trường Nghiên cứu và Giảng dạy của Đại học Khoa học và Công nghệ Aliko Dangote Wudil ở Gaya, vĩ độ:

11.9331° N, kinh độ: 8.5216° E và Trại Nghiên cứu và Giảng dạy của Đại học Bayero, Kano (BUK), Kano, nằm ở vĩ độ: 12.0027° N, kinh độ: 8.5914° E với độ cao 415m so với mực nước biển. Cả hai địa điểm đều nằm trong vùng thảo nguyên Sudan của Nigeria. Thí nghiệm bao gồm hai giống đậu tương, TGX1447-2E và TGX1885-10E, với hai mức xử lý Rhizobium: không cấy và cấy. Các thí nghiệm được tiến hành bằng phương pháp thiết kế khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh (RCBD) với ba lần lặp lại. Kích thước ô thí nghiệm là 3 m x 3 m, bao gồm bốn luống và 4 ô trên mỗi lần lặp lại, tổng cộng có 12 ô. Khoảng cách 0,5 mét được duy trì giữa các ô thí nghiệm và khoảng cách 1 mét giữa các lần lặp lại để đảm bảo dễ dàng di chuyển trong khu vực thí nghiệm. Dữ liệu thu thập bao gồm: số lá trên mỗi cây, số cành trên mỗi cây, chiều cao cây (cm), số ngày đến khi 50% cây ra hoa, số nốt sần hữu hiệu, số nốt sần không hữu hiệu, trọng lượng tươi của nốt sần, trọng lượng khô của nốt sần, số quả trên mỗi cây, trọng lượng quả trên mỗi cây (g), tỷ lệ tách vỏ trên mỗi ô, trọng lượng 100 hạt, năng suất trên mỗi cây và năng suất trên mỗi hecta. Dữ liệu được phân tích bằng phương pháp phân tích phương sai, và các giá trị trung bình được so sánh bằng phép thử đa khoảng Duncan (DMRT).

Phân tích đất

Các mẫu đất được thu thập ngẫu nhiên từ nhiều điểm khác nhau trong khu vực thí nghiệm ở độ sâu 0–30cm. Các mẫu được trộn lẫn trong một xô, sau đó một phần đất đã kết tụ được thu thập, cho vào túi nhựa có nhãn và vận chuyển đến phòng thí nghiệm để phân tích. Đất được phơi khô tự nhiên ở nhiệt độ phòng và sau đó được nghiền nhẹ để dễ dàng tách sỏi và rễ cây ra khỏi đất khoáng. Đất được sàng qua rây 2mm và 0,5mm để tách sỏi và rễ cây, phần còn lại được giữ lại trên rây. Đất đã qua xử lý sau đó được bảo quản trong túi nhựa ở nơi khô ráo, thoáng mát. Sau đó, tiến hành phân tích đất.

Bảng 1. Các đặc tính vật lý và hóa học của đất tại BUK và Gaya trong mùa mưa năm 2021

Tính chất vật lý	BUL	Gaya
Phân bố kích thước hạt (g/kg)		
Cát	68,8	76,0
Phù sa	18,0	20,0
Sét	13,2	4,0
Lớp kết cấu	đất cát pha thịt	đất cát pha sét
Tính chất hóa học		
pH (H ₂ O)	5,90	6,10
pH (CaCl ₂)	6,30	6,00
Chất hữu cơ (k/kg)	0,43	4,50
Nitơ N (g/kg)	0,14	1,10
Phốt pho (mg/kg)	18,8	6,30
Trao đổi Cation (Cmol/kg)		
K	0,256	0,174
Na	0,072	0,212
Ca	1,425	2,192
Mg	0,729	0,376
Zn	2,206	3,104
Bo ₄	7,154	8,726
E.A	0,333	0,334
CEC	2,816	3,288

KẾT QUẢ

Kết quả phân tích đất tại hai địa điểm được trình bày trong Bảng 1. Các mẫu đất được phân tích tại phòng thí nghiệm đất thuộc khoa Khoa học Đất, Đại học Bayero, Kano. Kết quả cho thấy tại địa điểm thí nghiệm của Đại học Bayero, Kano là đất cát pha thịt, trong khi tại Gaya là đất cát pha sét. Độ pH (H₂O) của đất tại BUK và Gaya lần lượt là 5,9 và 6,1. Hàm lượng chất hữu cơ (OM) của BUK và Gaya lần lượt là 0,43 và 4,5 g/kg.

Trọng lượng tươi và khô (DW) của nốt sần và số quả trên mỗi cây

Kết quả trong Bảng 2 cho thấy sự khác biệt đáng kể giữa các phương pháp xử lý tại cả hai địa điểm Gaya và BUK. Ảnh hưởng của chất cấy tại cả hai địa điểm cho thấy rằng nhóm được cấy đạt giá trị cao nhất so với nhóm không được cấy về trọng lượng tươi, trọng lượng khô và số quả trên mỗi cây. Ảnh hưởng của giống cho thấy giống TGX 1885-10E có trọng lượng tươi, trọng lượng khô và số quả trên mỗi cây cao hơn so với giống TGX 1448-2E. Tại địa điểm BUK, không có sự khác biệt đáng kể nào được ghi nhận giữa các giống về trọng lượng tươi (Bảng 2). Giống TGX 1448-2E có trọng lượng khô cao hơn (0,35) so với giống TGX 1885-10E (0,29). Giống TGX 1448-2E cho năng suất 68,58 quả/cây, trong khi giống TGX 1885-10E cho năng suất 52,04 quả/cây.

Bảng 2. Tác động của chế phẩm vi khuẩn Rhizobium và các giống cây trồng đến các thông số sinh trưởng của đậu tương trong mùa mưa năm 2021 tại Gaya và BUK thuộc bang Kano.

Nghiệm thức	Gaya			BUK		
	Trọng lượng tươi	Trọng lượng khô	Số quả/cây	Trọng lượng tươi	Trọng lượng khô	Số quả/cây
Không cấy	0,34b	0,31b	45,85b	0,33b	0,26b	52,88b
Có cấy	0,49a	0,47a	117,50a	0,47a	0,38a	67,75a
SE (±)	0,06	0,03	8,59	0,05	0,03	5,97
PL	**	**	**	**	**	**
Giống						
TGX 1448-2E	0,23b	0,27b	62,14b	0,42	0,35a	68,58a
TGX 1885-10E	0,59a	0,50a	101,21a	0,38	0,29b	52,04b
SE (±)	0,04	0,03	10,56	0,05	0,03**	5,82**
PL	**	**	**	NS	**	**
Tương tác						
I x V	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Các giá trị trung bình được ký hiệu bằng cùng một chữ cái trong cùng một cột không khác biệt đáng kể ở mức độ xác suất 5% theo phép thử đa khoảng Duncan, * = Có ý nghĩa thống kê ở mức 5%, NS = Không có ý nghĩa thống kê, I = Mẫu cấy, V = Giống. WAP = Tuần sau khi trồng và SE = Sai số chuẩn.

Trọng lượng 100 hạt, trọng lượng quả trên mỗi cây và năng suất hạt trên mỗi cây

Bảng 3. cho thấy tác động của chất cấy vi sinh lên hạt giống, ảnh hưởng đáng kể đến trọng lượng 100 hạt, trọng lượng quả và năng suất hạt trên mỗi cây ở cả hai địa điểm. Hạt giống được cấy vi sinh cho trọng lượng 100 hạt cao nhất (13,67g và 11,35g), trọng lượng quả trên mỗi cây cao nhất (56,15g và 35,36g) và năng suất hạt/cây cao nhất (47,36g và 29,16g) ở cả hai địa điểm. Giống TGX1885-10E thể hiện hiệu suất vượt trội, cho hạt

nặng nhất, số lượng quả cao nhất và năng suất hạt trên mỗi cây cao nhất ở tất cả các địa điểm, ngoại trừ trọng lượng 100 hạt tại BUK.

Bảng 3. Tác động của chế phẩm vi sinh Rhizobium và các giống cây trồng đến các thông số năng suất và năng suất đậu tương trong mùa mưa năm 2021 tại Gaya và BUK, bang Kano

Nghiệm thức	Gaya			BUK		
	Trọng lượng 100 hạt	Trọng lượng quả/cây	Năng suất hạt/cây	Trọng lượng 100 hạt	Trọng lượng quả/cây	Năng suất hạt/cây
Không cây	11,09b	21,10b	16,13b	10,68b	27,60b	21,84b
Có cây	13,67a	56,15a	47,36a	11,35a	35,36a	29,16a
SE (±)	0,22	3,7	2,94	0,24	3,08	2,69
PL	**	**	**	**	**	**
Giống						
TGX 1448-2E	11,77b	28,26b	24,02b	11,16	35,45a	29,20a
TGX 1885-10E	12,98a	48,99a	39,47a	10,88	27,50b	21,81b
SE (±)	0,32	4,77	4,16	0,26	3,05	2,68
PL	**	**	**	NS	**	**
Tương tác						
I x V	NS	**	**	NS	NS	NS

Các giá trị trung bình có cùng chữ cái trong cùng một cột không khác biệt đáng kể ở mức xác suất 5% bằng cách sử dụng phép thử đa khoảng Duncan. * = Có ý nghĩa thống kê ở mức 5%, NS = Không có ý nghĩa thống kê, I = Chất cây vi sinh, V = Giống, WAP = Tuần sau khi trồng, SE = Sai số chuẩn.

Năng suất hạt và tỷ lệ tách vỏ trên mỗi hecta

Bảng 4. Tác động của chế phẩm vi khuẩn Rhizobium và các giống cây trồng đến các thông số năng suất và số lượng nốt sần của đậu tương tại Gaya và BUK trong mùa mưa năm 2021.

Nghiệm thức	Gaya		BUK	
	Năng suất hạt (Kg/ha)	Tỷ lệ tách vỏ (%)	Năng suất hạt (Kg/ha)	Tỷ lệ tách vỏ (%)
Không cây	4.000,6b	71,47b	5.796,7b	78,16
Có cây	13.638,6a	84,17a	7.770,3a	79,07
SE (±)	1439,32	1,42	703,88	1,95
PL	**	**	**	NS
Giống				
TGX 1448-2E	5.805,6b	74,55b	7.727,3a	79,81
TGX 1885-10E	11.833,1a	81,09a	5.839,6b	77,41
SE (±)	1.762,90	1,79	710,47	1,96
PL	**	**	**	NS
Tương tác				
I x V	**	NS	NS	NS

Các giá trị trung bình có cùng chữ cái trong cùng một cột không khác biệt đáng kể ở mức xác suất 5% bằng cách sử dụng phép thử đa khoảng Duncan. * = Có ý nghĩa thống kê ở mức 5%, NS = Không có ý nghĩa thống kê, I = Chất cây, F = Phân bón vô cơ, V = Giống, WAP = Tuần sau khi trồng, SE = Sai số chuẩn.

Bảng 4. cho thấy tác động của chất cây vi sinh và giống cây trồng đến năng suất và tỷ lệ tách vỏ ở cả hai địa điểm. Chất cây vi sinh ảnh hưởng đáng kể đến năng suất hạt và tỷ lệ tách vỏ ở Gaya và BUK. Kết quả cho thấy hạt giống được cấy vi sinh có năng suất hạt và tỷ lệ tách vỏ cao nhất ở Gaya, ngoại trừ tỷ lệ tách vỏ, không có sự khác biệt đáng kể giữa hạt giống được cấy vi sinh và hạt giống không được cấy vi sinh.

Tác động của giống cây trồng cho thấy giống TGX1885-10E có trọng lượng hạt và tỷ lệ tách vỏ cao hơn so với giống TGX1447-2E ở Gaya. Tuy nhiên, giống TGX1447-2E lại cho năng suất hạt cao hơn giống TGX1885-10E ở BUK. Tỷ lệ tách vỏ không có sự khác biệt đáng kể do giống cây trồng ở cùng một địa điểm.

THẢO LUẬN

Rhizobium là một nhóm vi khuẩn cố định đạm tạo nên mối quan hệ cộng sinh với các cây họ đậu, chẳng hạn như đậu tương. Những vi khuẩn này cư trú trong các nốt sần rễ của cây chủ, tạo điều kiện thuận lợi cho việc chuyển hóa nitơ trong khí quyển thành các dạng mà cây có thể dễ dàng hấp thụ, từ đó tăng cường dinh dưỡng nitơ cho cây. Kết quả nghiên cứu cho thấy hầu hết các đặc điểm sinh trưởng và năng suất quan sát được đều phản ứng tích cực với việc cấy vi khuẩn Rhizobium. Việc cấy vi khuẩn Rhizobium đã tác động đáng kể đến các đặc điểm sinh trưởng và năng suất của đậu tương, làm tăng chiều cao cây, số lá và số cành. Điều này có thể được giải thích bởi khả năng của vi khuẩn Rhizobium trong việc tăng cường cố định đạm. Việc cấy vi khuẩn Rhizobium làm tăng đáng kể quá trình cố định đạm ở cây đậu tương với một lượng lớn nitơ cố định, rất cần thiết cho các quá trình sinh lý khác nhau. Lượng nitơ sẵn có tăng lên này thúc đẩy sự sinh trưởng thực vật và sự phát triển tổng thể của cây. Một nghiên cứu [7] đã xem xét tác động của việc cấy vi khuẩn Rhizobium lên năng suất và khả năng cố định nitơ của đậu tương. Kết quả cho thấy cây đậu tương được cấy vi khuẩn có số lượng nốt sần tăng lên, trọng lượng khô của nốt sần cao hơn và hoạt động của nitrogenase được tăng cường. Những yếu tố này góp phần cải thiện khả năng cố định nitơ, từ đó dẫn đến tăng trưởng và năng suất đậu tương. Lượng nitơ cố định sẵn có được tăng cường hỗ trợ sự phát triển của lá, thân và rễ, dẫn đến tăng chiều cao cây, diện tích lá và sinh khối tổng thể. Một nghiên cứu của [23] đã xem xét tác động của việc cấy vi khuẩn Rhizobium lên sự sinh trưởng và năng suất đậu tương. Nghiên cứu này cho thấy cây được cấy vi khuẩn có chiều cao cây, diện tích lá và sản lượng chất khô cao hơn đáng kể so với cây không được cấy vi khuẩn. Số lượng nốt sần và nốt sần hữu hiệu tăng lên đáng kể có thể là do việc cấy vi khuẩn Rhizobium kích thích sự hình thành nốt sần ở đậu tương, dẫn đến sự hình thành nhiều nốt sần khỏe mạnh hơn. Sự hình thành nốt sần tăng lên đảm bảo khả năng cố định nitơ lớn hơn, cung cấp nguồn nitơ liên tục cho cây trong suốt chu kỳ sinh trưởng. [5] đã nghiên cứu tác động của việc cấy vi khuẩn Rhizobium lên sự hình thành nốt sần và tăng trưởng của đậu tương. Kết quả cho thấy cây đậu tương được cấy vi khuẩn có số lượng nốt sần, trọng lượng tươi của nốt sần và hiệu quả của nốt sần tăng lên so với cây không được cấy vi khuẩn, từ đó thúc đẩy quá trình cố định nitơ tốt hơn và sự tăng trưởng tiếp theo. Kết quả cho thấy tác động đáng kể của vi khuẩn Rhizobium lên các đặc điểm tăng trưởng và năng suất. Việc cấy vi khuẩn Rhizobium có tác động tích cực đáng kể đến năng suất đậu tương bằng cách cải thiện khả năng cung cấp nitơ và thúc đẩy sự tăng trưởng của cây, sự cộng sinh của vi khuẩn Rhizobium góp phần làm tăng năng suất cây trồng và sản lượng. Một phân tích tổng hợp do [27] thực hiện đã phân tích nhiều nghiên cứu khác nhau về việc cấy vi khuẩn Rhizobium ở đậu tương. Kết quả cho thấy cây đậu tương được cấy vi khuẩn có năng suất hạt cao hơn đáng kể so với cây không được cấy vi khuẩn, với mức tăng năng suất trung bình khoảng 15%.

Nghiên cứu này chỉ ra rằng phản ứng của các giống đậu tương đối với hầu hết các đặc điểm sinh trưởng được đánh giá là đáng kể tại Gaya. Điều này có thể là do sự tương tác giữa các giống và việc cấy vi khuẩn *Rhizobium*, giúp tăng cường quá trình cố định đạm và do đó cải thiện tiềm năng sinh trưởng. Sự khác biệt quan sát được về đặc điểm sinh trưởng và năng suất giữa các giống đậu tương là do cấu tạo di truyền của chúng, ảnh hưởng đến phản ứng của chúng đối với việc cấy vi khuẩn *Rhizobium*. Những khác biệt này cũng có thể là kết quả của việc chọn lọc bởi các nhà chọn giống cây trồng, những người lựa chọn giống dựa trên các đặc điểm như khả năng phản ứng với việc cấy vi khuẩn. Cần lưu ý rằng các giống tham gia nghiên cứu này có nguồn gốc đa dạng và lịch sử lai tạo khác nhau, điều này có thể góp phần vào phản ứng khác nhau của chúng đối với chất cấy vi khuẩn. Tuy nhiên, tại BUK, phản ứng của hầu hết các giống đối với việc cấy vi khuẩn *Rhizobium* không đáng kể. Điều này có thể là do khả năng thích nghi của các giống với các điều kiện môi trường cụ thể, điều này có thể đã ảnh hưởng đến hiệu quả của việc cấy vi khuẩn.

KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy các đặc điểm sinh trưởng và năng suất của các giống đậu tương bị ảnh hưởng đáng kể bởi việc ứng dụng cấy vi khuẩn *Rhizobium* tại các khu vực nghiên cứu. Tất cả các đặc điểm về sinh trưởng và năng suất đều tăng lên khi cấy vi khuẩn *Rhizobium* tại cả hai địa điểm. Kết quả cũng cho thấy giống TGX 1448-2E có ưu thế đáng kể so với TGX 1885-10E tại BUK, trong khi tại Gaya, giống TGX 1885-10E lại cho năng suất tốt hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Aminu S. M., Shamsuddeen, U. and Dianda, M. (2015). Effects of inoculation on the growth of soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill] planted in soils from different geographical location in North Western Nigeria. ("Effect of *Rhizobium* inoculation to nodulation and growth of soybean") *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*, 3(3):38-42.
2. Aminu, I. D., Adediran, J. A., and Adegbite, A. A. (2015). Effects of *Rhizobium* inoculation on soybeans nodulation and yield. *Journal of Plant Nutrition*, 38(5), 748-761.
3. Bain, L. E., Awah, P. K., Geraldine, N., Ndam, A., and Kindong, N. P. (2013). Malnutrition and poverty in sub-Saharan Africa. *Journal of Nutrition and Food Security*, 8(1), 30-37.
4. Bekere, W., and Hailemariam, M. (2012). Role of soybean in nitrogen fixation and its impact on soil fertility. *African Journal of Agricultural Research*, 7(12), 1889-1896.
5. Farhat, R., Haruna, I. and Aziz, T. (2020). Effect of *Rhizobium* inoculation on soybean nodulation and growth. *Journal of Plant Nutrition*, 43(5), 717-726. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1726419>
6. Furseth, B., Schjønning, P., and Jensen, B. (2012). Nitrogen fixation in soybean: Implications for fertilization practices. *Field Crops Research*, 137, 49-57.
7. Gao, X., Zhang, X. and Li, X. (2018). The impact of *Rhizobium* inoculation on soybean yield and nitrogen fixation. *Field Crops Research*, 219, 124-132. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.03.014>
8. Giller, K. E., and Cadisch, G. (1995). Future benefits from biological nitrogen fixation: An ecological approach to understanding the effects of *Rhizobium*

inoculation. *Field Crops Research*, 42(2), 211-219. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(95\)00070-0](https://doi.org/10.1016/0378-4290(95)00070-0)

9. Ibanda, J., Nanziri, M., and Kasirye, S. (2018). Soybean production and its role in food security in Sub-Saharan Africa. *African Crop Science Journal*, 26(2), 103-115.
10. Javeheri, M. N. and Bahdoin, M. R. (2011). Edible oil extraction from soybeans: Large-scale solvent extraction techniques. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(6), 834-842.
11. Kanyanjua, S. M., Buresh, R. J. and Muriithi, S. (2002). Soil fertility management and its effect on soybean yields in Sub-Saharan Africa. *Soil Science Society of America Journal*, 66(3), 983-991.
12. Kimani, S. K., Oyugi, M. A. and Ngugi, K. (2004). Improving soybean yields through soil management practices. *Kenya Agricultural Research Journal*, 12(1), 55-67.
13. Liu, J., Wang, Y. and Zhang, L. (2010). Soil nitrogen deficiency in sub-Saharan Africa: Implications for agricultural development. *Global Change Biology*, 16(11), 2847-2858.
14. Mahamood, M., Usman, I. and Saeed, B. (2009). Soybean production: Bridging the gap between potential and actual yields. *Agricultural Sciences*, 3(4), 103-112.
15. Mohammadi, S. and Sohrabi, Y. (2012). The role of Rhizobium in nitrogen fixation and plant growth. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12(3), 270-280.
16. Müller, A., and Krawinkel, M. (2005). Micronutrient deficiencies and their impact on child health in Sub-Saharan Africa. *Nutrition Reviews*, 63(5), 225-235.
17. Njeru, R. W. (2009). Constraints to soybean production in Sub-Saharan Africa. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 9(3), 865-876.
18. Nube, A., Kumaga, F. and Gichuki, S. (2006). Enhancing soybean productivity through integrated nutrient management. *Journal of Sustainable Agriculture*, 28(1), 35-50.
19. Okalebo, J. R., Gathua, K. W. and Woome, P. L. (2002). *Laboratory Methods of Soil and Plant Analysis: A Working Manual*. TSBF-CIAT.
20. Olufajo, O. O. and Ojo, D. K. (2011). Evaluation of Bradyrhizobial strains for nodulation of promiscuous soybean varieties. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(6), 1282-1290.
21. Ronner, E., van der Burg, W. J., and Hartemink, A. E. (2016). Benefits of soybean inoculation with specific Rhizobium strains in Sub-Saharan Africa. *Plant and Soil*, 400(1-2), 297-308.
22. Sanginga, N., Dashiell, K. E. and Giller, K. E. (2002). Managing soil fertility for improved soybean yields in Sub-Saharan Africa. *Soil Use and Management*, 18(4), 285-292.
23. Santos, J. M., Oliveira, A. R. and Silva, A. M. (2019). Effects of Rhizobium inoculation on growth and yield of soybean. *Plant and Soil*, 436(1-2), 299-312. <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3883-2>

24. Simon, M., Schlüter, U. and Meyer, A. (2014). Proteomic analysis of soybean root nodules during the symbiotic interaction with *Rhizobium*. *Plant Physiology*, 165(3), 968-978.
25. Solidaridad. (2014). The role of soybean inoculation in sustainable agriculture. *Solidaridad Research Report*, 7(2), 14-23.
26. Thuita, M., Mutua, B. and Nyongesa, W. (2012). Economic benefits of using *Rhizobium* inoculants for soybean production. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 10(3), 162-173.
27. Tufail, M., Rashid, M. and Ahmed, S. (2018). Meta-analysis of *Rhizobium* inoculation effects on soybean yield. *Agricultural Systems*, 163, 24-33. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.006>