

KHẢ NĂNG TỔNG HỢP CÁC YẾU TỐ KÍCH THÍCH TĂNG TRƯỞNG THỰC VẬT *IN VITRO* CỦA CHỦNG VI KHUẨN NgN07

Lê Mai Hương^{1*}, Hà Thị Hằng²,
Trần Thị Hồng Hà¹, Đào Thị Lương^{2*}

TÓM TẮT

Sử dụng vi khuẩn vùng rễ kích thích tăng trưởng thực vật (PGPR) là một giải pháp thay thế thân thiện với môi trường cho phân bón hóa học và thuốc trừ sâu. PGPR không chỉ nâng cao năng suất và chất lượng của các loại cây trồng khác nhau mà còn duy trì tính bền vững của hệ sinh thái nông nghiệp. Trong nghiên cứu này, chủng vi khuẩn NgN07 phân lập từ đất vùng rễ cây ngô, được xác định các yếu tố kích thích tăng trưởng thực vật trong điều kiện *in vitro* như cố định nitơ, hòa tan photphat khó tan, tổng hợp IAA, hoạt chất kháng nấm bệnh, enzyme phân giải các hợp chất hữu cơ khó tan và định danh đến loài. Kết quả nghiên cứu xác định cho thấy chủng NgN07 có khả năng cố định nitơ cao nhất với hàm lượng amonium đạt 24,63 µg/mL; hòa tan lân từ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ đạt 515,62 µg/mL; tổng hợp axit indole-3-acetic (IAA) từ tryptophan đạt 22,25 µg/mL sau 4 ngày nuôi cấy. Ngoài ra, chủng NgN07 còn có khả năng đối kháng các loại nấm gây bệnh thực vật *Colletotrichum gloeosporioides* và *Fusarium oxysporum* với đường kính vùng ức chế đạt $16 \pm 0,32$ mm và $17 \pm 0,41$ mm; tổng hợp enzyme phân hủy các hợp chất hữu cơ khó tan với đường kính vòng phân giải casein, chitin, CMC, pectin và tinh bột từ 20 -26 mm. Chủng vi khuẩn NgN07 được định danh là *Paenibacillus polymyxa* NgN07 thuộc nhóm vi khuẩn an toàn cấp độ 1 có tiềm năng sử dụng cho sản xuất phân bón sinh học và kiểm soát sinh học tác nhân gây bệnh hại cây trồng.

Từ khóa: *Paenibacillus polymyxa*, vi khuẩn kích thích tăng trưởng thực vật, cố định nitơ, hòa tan phosphate khó tan, tổng hợp IAA, đối kháng nấm bệnh, phân giải chất hữu cơ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vi khuẩn vùng rễ kích thích tăng trưởng thực vật (PGPR) đóng vai trò quan trọng trong ngành nông nghiệp bền vững. Nhu cầu ngày càng tăng đối với cây trồng với việc giảm đáng kể sử dụng phân bón hóa học và thuốc trừ sâu tổng hợp là một thách thức lớn hiện nay. Sử dụng PGPR đã được chứng minh cho tăng năng suất cây trồng bằng cách tạo điều kiện cho cây tăng trưởng thông qua cơ chế trực tiếp hoặc gián tiếp. Các cơ chế của PGPR bao gồm điều chỉnh cân bằng nội tiết tố và dinh dưỡng, tạo ra sức đề kháng chống lại mầm bệnh thực vật và hòa tan các chất dinh dưỡng để cây trồng dễ dàng hấp thụ. Ngoài ra, PGPR cho thấy sự tương tác hiệp đồng và đối kháng với các vi sinh vật trong vùng rễ và trong vùng đất xung quanh, điều này gián tiếp thúc đẩy tốc độ tăng trưởng của cây (Vejan *et al.*, 2016).

Trong số các loài vi khuẩn hoạt động như PGPR, *Paenibacillus polymyxa* (trước đây là *Bacillus*

polymyxa) là một vi khuẩn được nghiên cứu nhiều trong nông nghiệp về khả năng thúc đẩy tăng trưởng thực vật. *P. polymyxa* là một loại vi khuẩn hình thành nội bào tử có thể sống trong nhiều hệ sinh thái. Nó thường được tìm thấy trong đất nông nghiệp, đặc biệt là liên kết chặt chẽ với thực vật, được phân lập từ nhiều vùng địa lý khác nhau. *P. polymyxa* được biết nhiều với khả năng hoạt động như một tác nhân kiểm soát sinh học chống lại một loạt các mầm bệnh thực vật trong cả điều kiện phòng thí nghiệm và ngoài đồng ruộng. Ngoài vai trò là một tác nhân kiểm soát sinh học mạnh, các chủng *P. polymyxa* còn được biết đến với khả năng cố định nitơ trong khí quyển, hòa tan photphat và sản xuất phytohormon (Padda *et al.*, 2017). Việc tổng hợp các enzym thủy phân được báo cáo là chuyển đổi sinh học của chất thải nông nghiệp giúp giải quyết các vấn đề môi trường nghiêm trọng bằng cách tạo ra của cải từ chất thải cũng có thể hoạt động như chất kiểm soát sinh học hiệu quả chống lại mầm bệnh (Daud *et al.*, 2019). Do vậy, *P. polymyxa* được sử dụng rộng rãi làm phân bón sinh học hiệu quả trong nông nghiệp bền vững. Nghiên cứu này đánh giá khả năng tổng hợp các yếu tố kích thích tăng trưởng thực vật *in vitro* của chủng vi khuẩn NgN07 phân lập từ vùng rễ

¹ Viện Hóa học các hợp chất thiên nhiên, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

² Viện Vi sinh vật và Công nghệ Sinh học, Đại học Quốc gia Hà Nội

*Email: lehuong1258@gmail.com

cây ngô, cho tiềm năng sử dụng làm phân bón sinh học.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Chủng vi khuẩn NgN07 được phân lập từ đất vùng rễ cây ngô ở Vinh Phúc và được lưu giữ tại Bảo tàng Giống chuẩn Việt Nam (VTCC), Viện Vi sinh vật và Công nghệ sinh học, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Vi sinh vật kiểm định: *Colletotrichum gloeosporioides* VTCC 31547 (CO), *Fusarium oxysporum* VTCC 30068 (FO) được cung cấp từ VTCC.

2.2. Hóa chất

Các hóa chất sử dụng trong quá trình nuôi cấy, định tính và định lượng từ các hãng: Merck, Sigma, Wako...

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Khảo sát khả năng tổng hợp các yếu tố kích thích tăng trưởng thực vật

Chủng vi khuẩn NgN07 được khảo sát khả năng tổng hợp ammonium trong môi trường peptone water, phản ứng với thuốc thử Nessler tạo màu nâu đỏ theo phương pháp của Goswami và cộng tác viên (2015). Khảo sát khả năng tổng hợp Axit indole-3-acetic (IAA) trong môi trường King'B có bổ sung tryptophan chuyển sang màu hồng bằng phương pháp so màu Salkowsky theo mô tả của Loper và Schroth (1986). Khảo sát khả năng hòa tan lân khó tan bằng phương pháp định tính (tạo vòng trong) trên môi trường thạch Pikovskayas chứa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (Goswami *et al.*, 2015). Định lượng lân hòa tan bằng phương pháp so màu molybdenum blue theo phương pháp của Murphy và Riley (1962). Khả năng đối kháng nấm gây bệnh thực vật sử dụng phương pháp thối thạch (Silambarasan *et al.*, 2012). Khả năng phân giải CMC, pectin và tinh bột được thực hiện theo phương pháp của Eldy và cộng tác viên (2021) với thuốc nhuộm Lugol; chitin nhuộm bằng đỏ Congo và casein được quan sát trực tiếp. Các thí nghiệm đều được lặp lại 3 lần.

2.3.2. Phân loại

Phân loại chủng vi khuẩn NgN07 dựa trên các đặc điểm hình thái (Garrity *et al.*, 2001) và sinh học phân tử. Các phương pháp tách chiết, khuếch đại và xác định trình tự gene ARNr 16S theo mô tả của Gabor và cộng tác viên (2003). Mức độ tương đồng

về trình tự ADNr của chủng nghiên cứu so với các chủng chuẩn đã công bố từ dữ liệu của GenBank, được phân tích bởi phần mềm CLUSTAL X (Thompson *et al.*, 1997). Cây phát sinh chủng loại được xây dựng theo phương pháp của Kimura (1980) và Saitou & Nei (1987).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khả năng tổng hợp các yếu tố kích thích tăng trưởng thực vật

Trong các hệ sinh thái tự nhiên, quá trình cố định nitơ sinh học là nguồn cung cấp nitơ quan trọng nhất. Khả năng cố định nitơ phổ biến ở các vi khuẩn. Vi khuẩn cố định nitơ gắn liền với thực vật được coi là một trong những lựa chọn thay thế cho phân đạm vô cơ để thúc đẩy sự phát triển và tăng năng suất của cây trồng (Navarro-Noya *et al.*, 2016). Cố định nitơ tự do là một phương thức hoạt động thúc đẩy sự phát triển của vi khuẩn *Bacillus* spp. và *Paenibacillus* spp. ở vùng rễ. Trước đây, hoạt động cố định nitơ của *P. polymyxa* sinh sống ở rễ đã được báo cáo là một cơ chế chính thúc đẩy sự phát triển của các loài thực vật bao gồm thông, lúa mì, mía và cải dầu (Jeong *et al.*, 2019). Khả năng tổng hợp amonium của chủng NgN07 được xác định trong dịch peptone bằng phản ứng Nessler đạt 24,63 $\mu\text{g/ml}$ sau 96 giờ nuôi (Bảng 1). Trong nghiên cứu của Goswami và cộng sự (2015), chủng *Paenibacillus mucilaginosus* N3 mang nhiều đặc tính của PGPR; tổng hợp amonium đạt 3,6 $\mu\text{mol/ml}$ sau 96 giờ nuôi. Nguyễn Hoàng Nhựt Linh và Nguyễn Hữu Hiệp (2019) đã phân lập được 50 chủng vi khuẩn có khả năng tổng hợp amonium đạt 0,121-0,289 mg/L từ 50 mẫu rễ, lá và trái của cây cà phê vối.

Phốt pho (P) là chất dinh dưỡng thiết yếu của thực vật và đóng một vai trò quan trọng trong quá trình sinh trưởng và phát triển của thực vật, vận chuyển năng lượng, truyền tín hiệu, sinh tổng hợp đại phân tử, quang hợp, hô hấp, hấp thụ chất dinh dưỡng và cố định nitơ. Đây là chất bổ sung dinh dưỡng lớn thứ hai trên thế giới cho cây trồng sau nitơ (Kshetri *et al.*, 2017). Các vi khuẩn thuộc các chi *Paenibacillus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, v.v. được báo cáo là có khả năng hòa tan các hợp chất photphat không hòa tan và hỗ trợ sự phát triển của thực vật (Jeong *et al.*, 2019). Trong nghiên cứu này, chủng NgN07 có khả năng hòa tan photphat trên thạch Pikovaskya chứa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, tạo vòng trong xung quanh khuẩn lạc. Định lượng photphat hòa tan của

chủng NgN07 được thực hiện trên môi trường Pikovaskya lỏng chứa glucose như một nguồn carbon, đạt tối đa 515,62 µg/ml sau 4 ngày nuôi (Bảng 1). Trong khi chủng *Paenibacillus mucilaginosus* N3 hòa tan canxi photphat tối đa là 11 µg/ml sau 15 ngày nuôi (Goswami và cs, 2015). *Paenibacillus durus* PNF16 hòa tan photphat đạt 405,33 µg/ml ở ngày nuôi thứ 12 (Ahmad *et al.*, 2016).

Các hợp chất IAA là các chất kích thích sinh trưởng phổ biến nhất được sản xuất bởi PGPR và

được biết là có tác dụng tăng cường sự phát triển của cây trồng (Ahmad *et al.*, 2016). Chủng NgN07 trong nghiên cứu này tạo ra một lượng IAA đáng kể từ tryptophan đạt 22,25 µg/ml. IAA phân tử được tổng hợp ở *Paenibacillus* sp., *Bacillus* sp. và *Klebsiella* sp. cũng được Ji và cộng tác viên (2014) báo cáo. IAA tối đa được tạo ra từ *Paenibacillus mucilaginosus* N3 là 13 µg/ml và *Paenibacillus durus* PNF16 là 21,7 µg/ml sau 72 giờ nuôi có bổ sung L-tryptophan (Ahmad *et al.*, 2016; Goswami *et al.*, 2015).

Bảng 1. Khả năng tổng hợp ammonium, IAA và hòa tan phosphat của chủng NgN07

Khả năng tổng hợp ammonium (µg/ml)	Khả năng tổng hợp IAA (µg/ml)	Khả năng hòa tan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (µg/ml)
24,63±0,34	22,25±0,21	515,62±4,45
		

Tác nhân đối kháng vi sinh vật được sử dụng rộng rãi cho kiểm soát sinh học các bệnh nấm hại cây trồng. Một cơ chế chính của sự ức chế tác nhân gây bệnh thường được dùng bởi các PGPR sinh các chất kháng sinh, enzyme phân giải, các hợp chất dễ bay hơi và siderophores. Các chất kháng sinh và enzyme thủy phân được coi là các hợp chất kháng

nấm, có thể trực tiếp hoặc gián tiếp bảo vệ cây trồng khỏi bị tấn công từ các tác nhân gây bệnh (Xuan-Hoa *et al.*, 2012). Kết quả trước đó của Mukherjee và Sen (2006) chỉ ra rằng enzyme phân giải như chitinase và β -1,3-glucanase được sản xuất bởi các chủng *Streptomyces* spp. được sử dụng trong việc kiểm soát tác nhân gây bệnh.

Bảng 2. Khả năng kháng nấm gây bệnh cây của chủng NgN07

Nấm	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>
	16±0,32	17±0,41
Kích thước vòng kháng (mm)		

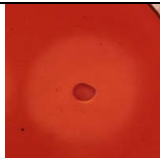
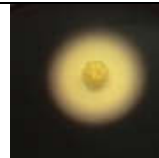
Trong nghiên cứu này, chủng vi khuẩn *P. polymyxa* NgN07 hình thành nội bào tử có khả năng đối kháng mạnh với nấm gây bệnh ở điều kiện *in vitro* với đường kính vòng kháng *Colletotrichum gloeosporioides* là 16 mm và *Fusarium oxysporum* là 17 mm (Bảng 2). Trong nghiên cứu khác, chủng *P. polymyxa* E681 ức chế mạnh các mầm bệnh truyền qua đất như *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani* và *Fusarium oxysporum* trong điều kiện *in vitro* (Jeong *et al.*, 2019).

Tổng hợp các enzym thủy phân được báo cáo là chuyển đổi sinh học của chất thải nông nghiệp giúp giải quyết các vấn đề môi trường nghiêm trọng bằng cách tạo ra sản phẩm từ chất thải, có thể hoạt động như chất kiểm soát sinh học hiệu quả chống lại mầm bệnh (Daud *et al.*, 2019). Kết quả ở bảng 3 cho thấy chủng NgN07 sinh các enzym ngoại bào bao gồm amylase, cellulase, chitinase, pectinase và protease giúp hỗ trợ dinh dưỡng cho vi khuẩn trong vùng rễ và cây trồng. Vòng phân giải các cơ chất đạt 20-26

mm. Nghiên cứu của Jeong và cộng tác viên (2019) chứng minh rằng chủng *P. polymyxa* E681 kích thích sự phát triển của thực vật khi hạt được ngâm trong huyền phù vi khuẩn, thể hiện sự đối kháng với các loại nấm, oomycetes và vi khuẩn gây bệnh cho cây

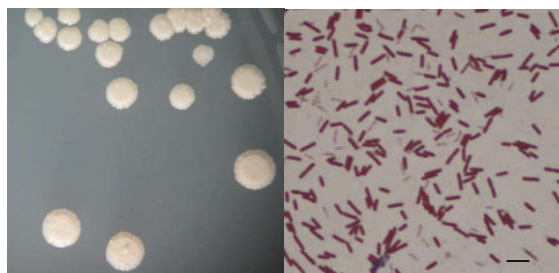
trồng, sinh các enzym thủy phân ngoại bào khác nhau (protease, amylase, cellulase và mannase) và thể hiện hoạt động xâm lấn rễ mạnh mẽ tới nhiều loại cây trồng trong đất.

Bảng 3. Khả năng sinh các enzyme ngoại bào của chủng NgN07

Cơ chất	Casein	CMC	Chitin	Pectin	Tinh bột
Kích thước vòng phân giải (mm)	20±0,31	25±0,22	26±0,29	23±0,33	23±0,43
					

3.2. Phân loại chủng vi khuẩn NgN07

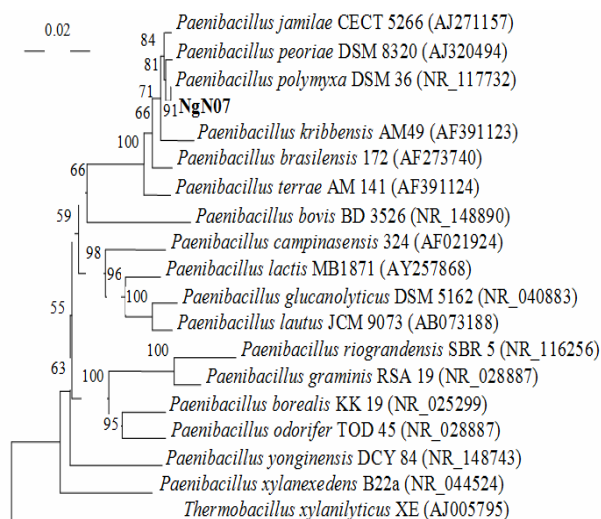
Phân loại dựa vào hình thái: Nuôi 72 giờ trên môi trường NA ở nhiệt độ 30°C, khuẩn lạc hình tròn, nhô phẳng ở giữa, bề mặt nhẵn, màu trắng sữa, mép không đều, không tiết sắc tố ra môi trường, đường kính 2,0 - 3,0 mm. Tế bào sau 24 giờ nuôi cấy trên môi trường NA, Gram dương, hình que, kích thước (0,48 - 0,61) × (2,34 - 3,78) µm (Hình 1).



Hình 1. Hình thái khuẩn lạc (trái) và tế bào (phải) của chủng NgN07

Phân loại dựa vào trình tự gen rRNA 16S: DNA của chủng vi khuẩn NgN07 được tách chiết và trình tự gen rRNA 16S được xác định. Cây phát sinh chủng loại dựa vào trình tự gen rRNA 16S của chủng NgN07 và 17 loài thuộc chi *Paenibacillus* được xây dựng (Hình 2). Kết quả cho thấy chủng nghiên cứu nằm cùng nhánh với nhóm loài *Paenibacillus polymyxa* trên cây phân loại. So sánh trình tự gen rRNA 16S, chủng NgN07 có quan hệ gần gũi nhất với *Paenibacillus polymyxa* DSM 36 với độ tương đồng là 99,49% (1377/1384 bp). Kết quả phân tích cho thấy chủng NgN07 thuộc loài *Paenibacillus polymyxa*. Đây là loài được công nhận an toàn (GRAS) và sản phẩm của loài này được liệt kê vào danh mục các chất an toàn được dùng trong thực phẩm do Cơ quan Quản lý Thực phẩm và Dược phẩm Hoa Kỳ (FDA)

cho phép sử dụng (Acosta *et al.*, 2005; Cochrane và Vederas, 2014; Häßler *et al.*, 2012). *Paenibacillus polymyxa* (trước đây là *Bacillus polymyxa*) là một loại vi khuẩn hình thành nội bào tử có thể sống trong nhiều hệ sinh thái. Ngoài vai trò là một tác nhân kiểm soát sinh học mạnh, *P. polymyxa* còn có nhiều đặc tính, bao gồm cố định nitơ, kích thích tăng trưởng thực vật, hòa tan photphat trong đất và sản xuất exopolysaccharides, enzyme thủy phân, kháng sinh, cytokinin, đồng thời giúp tích tụ sinh học và cải thiện độ xốp của đất. Daud *et al.* (2019) coi *P. polymyxa* là một nguồn tài nguyên quan trọng cho các ứng dụng nông nghiệp.



Hình 2. Vị trí phân loại của chủng NgN07 và các loài trong chi *Paenibacillus* dựa vào trình tự gen rRNA 16S

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, chủng NgN07 phân lập từ đất vùng rễ cây ngô ở Vĩnh Phúc đã hội tụ đầy đủ các đặc tính của chủng PGPR: khả năng cố định nitơ (hàm lượng amonium đạt 24,63 µg/ml), tổng hợp

kích thích sinh trưởng thực vật (hàm lượng IAA đạt 22,25 µg/mL); hòa tan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ đạt 515,62 µg /ml sau 4 ngày nuôi cấy. Đối kháng với nấm gây bệnh thực vật với đường kính vòng kháng *Colletotrichum gloeosporioides* đạt 16 mm và *Fusarium oxysporum* đạt 17 mm. Tổng hợp đa enzyme ngoại bào với đường kính vòng phân giải casein, CMC, chitin, pectin và tinh bột đạt 20-26 mm. Chủng vi khuẩn NgN07 được định danh là *Paenibacillus polymyxa* NgN07 thuộc nhóm vi khuẩn an toàn cấp độ 1 có tiềm năng sử dụng cho sản xuất phân bón sinh học và kiểm soát sinh học tác nhân gây bệnh hại cây trồng.

LỜI CẢM ƠN

Công trình được hoàn thành với hỗ trợ kinh phí từ đề tài mã số NĐT.61.HU/19 do Bộ Khoa học và Công nghệ cấp (2019-2022). Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ahmad F., Ahmad I., Altaf M. M., Khan M. S., Shouche Y. S., 2016. Characterization of *Paenibacillus durus* (PNF16) a new isolate and its synergistic interaction with other isolated rhizobacteria in promoting growth and yield of chickpea. *Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences*, 5 (4): 345-350.
2. Acosta M. P., Valdman E., Leite S., Battaglini F., Ruzal S., 2005. Biosorption of copper by *Paenibacillus polymyxa* cells and their exopolysaccharide. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 21: 1157-1163.
3. Cochrane S. A and Vederas J. C., 2014. Lipopeptides from *Bacillus* and *Paenibacillus* spp.: a gold mine of antibiotic candidates. *Medicinal Research Reviews*, 36:4-31.
4. Daud N. S., Din A. R. J. M., Rosli M. A., Azam Z. M., Othman N. Z., Sarmidi M. R., 2019. *Paenibacillus polymyxa* bioactive compounds for agricultural and biotechnological applications. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 18:101092.
5. Eldy J., Daquioag L. and Penuliar G. M., 2021. Isolation of Actinomycetes with Cellulolytic and Antimicrobial Activities from Soils Collected from an Urban Green Space in the Philippines. *International Journal of Microbiology*, 2021.
6. Gabor E. M., de Vries E. J. & Janssen D. B., 2003. Efficient recovery of environmental DNA for expression cloning by indirect extraction methods. *FEMS Microbiology Ecology*, 44: 153-163.
7. Garrity G. M., Boone D. R. and Castenholz R. W., 2001. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed., vol. 1, Springer-Verlag, New York, NY.
8. Goswami D., Parmar S., Vaghela H., Dhandhukia P. and Thakker J. N., 2015. Describing *Paenibacillus mucilaginosus* strain N3 as an efficient plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). *Cogent Food & Agriculture*, 1: 1000714.
9. Häßler T., Schieder D., Pfaller R., Faulstich M., Sieber V., 2012. Enhanced fed-batch fermentation of 2,3-butanediol by *Paenibacillus polymyxa* DSM 365. *Bioresource Technology*, 124:237-244.
10. Jeong H., Choi S-K., C-M. and Park S-H., 2019. Chronicle of a Soil Bacterium: *Paenibacillus polymyxa* E681 as a Tiny Guardian of Plant and Human Health. *Front in Microbiology*, 10: 467.
11. Ji S.H., Gururani M. A., Chun S. C., 2014. Isolation and characterization of plant growth promoting endophytic diazotrophic bacteria from Korean rice cultivars. *Microbiology Research*, 169(1):83-98.
12. Kimura M., 1980. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, 16: 111-120.
13. Kshetri L., Pandey P., Sharma G. D., 2017. Solubilization of Inorganic Rock Phosphate by Rhizobacteria of *Allium hookeri* Thwaites and Influence of Carbon and Nitrogen Sources Amendments. *Journal of pure and Applied Microbiology*, 11(4):1899-1908.
14. Loper J. E. and Schroth M. N., 1986. Influence of bacterial sources of indole-3-acetic acid on root elongation of sugar beet. *Phytopathology*, 76:386-389.
15. Mukherjee G. and Sen S. K., 2006. Purification, characterization, and antifungal activity of chitinase from *Streptomyces venezuelae* P10. *Current Microbiology*, 53:265-269.
16. Murphy J. and Riley J. P., 1962. "A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters", *Analytica chimica acta*, 27:31-36.

17. Navarro-Noya Y. E., Luna-Guido M., Dendooven L., 2016. Cultivable Nitrogen Fixing Bacteria from Extremely Alkaline-Saline Soils, *Advances in Microbiology*, 6:412-423.
18. Nguyễn Hoàng Nhựt Linh và Nguyễn Hữu Hiệp, 2019. Tuyển chọn vi khuẩn có khả năng cố định đạm, hòa tan lân, tổng hợp IAA nội sinh trong cây cà phê vối (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) trồng tại tỉnh Đắk Lắk. *Tạp chí Khoa học - Trường Đại học Cần Thơ*, chuyên đề: Công nghệ Sinh học, 55(2): 34-40.
19. Padda K. P., Puri A., Chanway C. P., 2017. *Paenibacillus polymyxa*: A Prominent Biofertilizer and Biocontrol Agent for Sustainable Agriculture, In *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*. Meena VS, Mishra PK, Bisht JK, Pattanayak A (Eds.), Springer Nature p.165-191.
20. Saitou N. and Nei M., 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4:406-425.
21. Silambarasan S., Praveen kumar E., Murugan T., Saravanan D. and Balagurunathan R., 2012. Antibacterial and antifungal activities of Actinobacteria isolated from Rathnagiri hills, *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2 (10):99-103.
22. Thompson J. D., Gibson T. J., Plewniak F., Jeanmougin F. and Higgins D. G., 1997. The CLUSTAL X Windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Research*, 25:4876-4882.
23. Vejan P., Abdullah R., Khadiran T., Ismail S., Boyce A. N., 2016. Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Agricultural Sustainability - A Review, *Molecules*, 21: 573.
24. Xuan-Hoa N., Naing K-W., Lee Y-S., Tindwa H., Lee G-H., Jeong B-K., Ro H-M., Kim S-J., Jung W-J., Kim K-Y., 2012. Biocontrol Potential of *Streptomyces griseus* H7602 Against Root Rot Disease (*Phytophthora capsici*) in Pepper. *The plant pathology journal*, 28(3).

BIOSYNTHESIS OF *IN VITRO* PLANT GROWTH-PROMOTING FACTORS OF BACTERIUM NGN07

Le Mai Huong¹, Ha Thi Hang²,
Tran Thi Hong Ha¹, Dao Thi Luong^{2*}

¹Institute of Natural Products Chemistry

²Institute of Microbiology and Biotechnology, VNU Ha Noi

Summary

The use of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) is an environmentally friendly alternative to chemical fertilizers and pesticides. PGPR not only enhances the yield and quality of various crops, but also maintains the sustainability of the agro-ecosystem. In this study, bacterium NgN07 was isolated from the rhizospheres of maize and determined for *in vitro* plant-growth-promoting traits including nitrogen fixation, insoluble phosphate solubilization, indole-3-acetic acid (IAA) synthesis, antagonistic activities against phytopathogenic fungi and production of insolubilize organic compounds degrading enzymes. Results showed that NgN07 was the most potent PGPR with 24.63 $\mu\text{g ml}^{-1}$ of fixed ammonium; 22.25 $\mu\text{g ml}^{-1}$ of IAA produced from tryptophan and 515.62 $\mu\text{g ml}^{-1}$ of solubilized $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ after 4 days of incubation. Additionally, NgN07 exhibited antagonistic activity against phytopathogenic fungi including *Colletotrichum gloeosporioides* and *Fusarium oxysporum* with inhibition zone diameters of 16 ± 0.32 mm and 17 ± 0.41 mm, respectively; biosynthesis of insoluble organic compounds degrading enzymes with clear zone diameters on agar plates containing casein, chitin, CMC, pectin and starch varied from 20 -26 mm. The bacterium was identified as *Paenibacillus polymyxa* strain NgN07 belonging to biological safety level 1 and thus potential for use in production of bio-fertilizers and in biological control of plant pathogens.

Keywords: *Paenibacillus polymyxa*, plant growth promoting bacteria, nitrogen fixation, phosphate solubilization, IAA biosynthesis, fungal pathogen inhibition, organic degradation.

Người phản biện: GS.TS. Phạm Văn Toàn

Ngày nhận bài: 26/02/2021

Ngày thông qua phản biện: 26/3/2021

Ngày duyệt đăng: 02/4/2021