

SELECTION OF EFFECTIVE *Bacillus* STRAINS TO CONTROL RICE BLAST DISEASE CAUSED BY THE *Pyricularia Oryzae* ISOLATED FROM SOME RICE GROWING AREAS IN THE MEKONG DELTA

Phung Ngoc Yen Phuong*, Tran Vu Phen, Ho Xuan Uyen
Can Tho University

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 14/8/2023 Revised: 30/9/2023 Published: 16/10/2023	The aim of the study was to select some strains of <i>Bacillus</i> that have the ability to control leaf blast disease caused by <i>Pyricularia oryzae</i>. The study including an evaluation of the antagonistic ability of strains <i>Bacillus</i> against <i>P. oryzae</i> was evaluated by dual culture methods on PDA (potato dextrose agar) media <i>in vitro</i> conditions, with 5 replications. The results showed that three out of 10 <i>Bacillus</i> strains had a strong inhibitory effect on the growth of <i>P. oryzae</i> mycelia. Since then, three strains of <i>Bacillus</i> (i.e. B61, BR15, and B42), were selected for further study under the greenhouse conditions, in a completely randomized design (CRD) experiment, with 4 replications. The results showed that all 3 strains of <i>Bacillus</i> investigated were able to control rice blast disease, however, the <i>Bacillus</i> B61 strain was the most promising strain in controlling the leaf blast disease caused by all three strains of <i>P. oryzae</i>.
KEYWORDS <i>Bacillus</i> <i>Pyricularia oryzae</i> Blast disease Antagonistic Rice	

TUYỂN CHỌN CHỦNG VI KHUẨN *Bacillus* CÓ HIỆU QUẢ KIỂM SOÁT BỆNH ĐẠO ÔN DO NẤM *Pyricularia oryzae* ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ VÙNG TRỒNG LÚA Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Phùng Ngọc Yến Phương*, Trần Vũ Phen, Hồ Xuân Uyên
Trường Đại học Cần Thơ

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 14/8/2023 Ngày hoàn thiện: 30/9/2023 Ngày đăng: 16/10/2023	Mục đích của nghiên cứu này nhằm tuyển chọn được chủng vi khuẩn <i>Bacillus</i> có khả năng kiểm soát tốt bệnh đạo ôn trên lá do nấm <i>Pyricularia oryzae</i> gây ra. Khả năng đối kháng của các chủng vi khuẩn <i>Bacillus</i> đối với nấm <i>P. oryzae</i> được đánh giá bằng phương pháp cấy kép trên môi trường PDA trong điều kiện <i>in vitro</i>, với 5 lần lặp lại. Kết quả cho thấy ba trong 10 chủng vi khuẩn có tác dụng ức chế tốt thông qua sự phát triển của sợi nấm <i>P. oryzae</i>. Từ đó, ba chủng vi khuẩn <i>Bacillus</i> B61, BR15 và B42 đã được khảo sát ở điều kiện nhà lưới, thí nghiệm bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, với 4 lần lặp lại. Kết quả cho thấy cả 3 chủng vi khuẩn <i>Bacillus</i> đã khảo sát đều có khả năng kiểm soát bệnh đạo ôn, trong đó chủng vi khuẩn <i>Bacillus</i> B61 là chủng vi khuẩn có triển vọng nhất đối với sự kiểm soát bệnh đạo ôn trên lá do cả 3 dòng nấm <i>P. oryzae</i> gây ra.
TỪ KHÓA <i>Bacillus</i> <i>Pyricularia oryzae</i> Bệnh đạo ôn Đối kháng Lúa	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.8543>

* Corresponding author. Email: phuongnm1021001@gstudent.ctu.edu.vn

1. Giới thiệu

Bệnh đạo ôn trên lúa do nấm *P. oryzae* gây ra được xem là một trong những loại bệnh hại chính trong các giai đoạn phát triển của cây lúa và ở mọi vùng canh tác lúa khác nhau trên thế giới [1] và cả ở Việt Nam [2]. Tùy theo điều kiện canh tác cụ thể, giai đoạn nhiễm bệnh, nhìn chung thiệt hại do nấm *P. oryzae* gây ra khoảng 10 - 30% [3], [4]. Phòng bệnh đạo ôn có thể được thực hiện thông qua nhiều biện pháp khác nhau, trong đó biện pháp sinh học được xem là thân thiện với môi trường [4]. Trong những năm gần đây, một số nghiên cứu về việc sử dụng các tác nhân vi sinh nhằm kiểm soát bệnh đạo ôn trên lúa đã được tiến hành như nghiên cứu đối với *Pseudomonas fluorescens* [5], [6], *Streptomyces* spp. [7], *Bacillus* spp. [8],... Trong đó, nhiều chủng thuộc loài *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens* được đánh giá có tiềm năng và đã được phát triển thành dạng chế phẩm để kiểm soát bệnh đạo ôn [9]. Tuy nhiên, các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng hiệu quả của tác nhân phòng trừ sinh học thường biến động theo điều kiện môi trường tự nhiên, hoặc bản thân mầm bệnh do phải thích ứng với điều kiện môi trường nên đã phát triển các cơ chế tự bảo vệ khác nhau, làm ảnh hưởng đến hiệu quả của tác nhân sinh học [10]. Từ đó, nghiên cứu này được thực hiện trong điều kiện *in vitro* và ở điều kiện nhà lưới nhằm tuyển chọn chủng vi khuẩn *Bacillus* có khả năng kiểm soát bệnh đạo ôn trên lá lúa do các dòng nấm *P. oryzae* được phân lập từ các vùng trồng lúa quan trọng của Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL).

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Đánh giá khả năng đối kháng của chủng vi khuẩn *Bacillus* đối với nấm *P. oryzae* trong điều kiện *in vitro*

- Vật liệu: 10 chủng vi khuẩn *Bacillus* (B42, TT116, BR15, TT229, T259, B81, V358, V104, B61, PQ22) được cung cấp từ Khoa Bảo vệ thực vật, trường Đại học Cần Thơ. Nguồn nấm *P. oryzae* được phân lập từ 6 tỉnh thuộc ĐBSCL sau khi đánh giá sơ bộ khả năng gây hại trên giống lúa Jasmine – 85 (số liệu không trình bày), 3 dòng nấm từ Cần Thơ (*Pyricularia oryzae*. Cần Thơ – P.CT), Kiên Giang (*Pyricularia oryzae*. Kiên Giang – P.KG), An Giang (*Pyricularia oryzae*. An Giang – P.AG) được chọn cho nghiên cứu tiếp sau.

- Phương pháp: Khả năng đối kháng ở điều kiện *in vitro* của vi khuẩn *Bacillus* đối với nấm *P. oryzae* được thực hiện theo phương pháp cấy kếp [11], bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên 2 nhân tố (chủng *Bacillus* và dòng nấm *P. oryzae*), với 5 lần lặp lại. Vi khuẩn *Bacillus* được nhân lượng lớn trên môi trường King's B, trên máy lắc ngang, 150 vòng/phút trong 48 giờ, sau đó đưa về mật số 10^8 cfu/ml với nước cất vô trùng. Khoanh khuẩn ty nấm được lấy từ rìa khuẩn lạc của nấm *P. oryzae* và nuôi trên môi trường PDA trong đĩa petri, trong 7 ngày với nhiệt độ 28°C. Phương pháp khoanh khuẩn ty đối với nấm bệnh và phương pháp khoanh giấy thấm đối với các chủng vi khuẩn. Đục khoanh khuẩn ty nấm *P. oryzae* có đường kính 5 mm đặt vào giữa đĩa môi trường PDA. Đối với đối chứng dương (+): Đặt 2 khoanh giấy thấm (5 mm) đối xứng nhau qua khoanh khuẩn ty nấm và cách khoanh nấm 25 mm, khoanh giấy thấm có chứa hoạt chất Tricyclazole (thuốc hóa học Beam 75WP) được sử dụng theo nồng độ khuyến cáo. Đối với đối chứng âm (-): Thực hiện tương tự như đối chứng dương (+) nhưng thay đổi khoanh giấy thấm có chứa hoạt chất Tricyclazole (thuốc hóa học Beam 75WP) thành khoanh giấy thấm nước cất vô trùng; ngoài ra, đối chứng âm còn được thực hiện trong đĩa chỉ cấy khoanh khuẩn ty nấm *P. oryzae*. Đo bán kính khuẩn lạc nấm ở đối chứng và hướng về vi khuẩn *Bacillus* ở các thời điểm 5, 10 ngày sau thí nghiệm (NSTN). Hiệu suất đối kháng (HSDK) của vi khuẩn *Bacillus* đối với nấm *P. oryzae* được tính theo Y. Suryadi và cộng sự: $I\% = C - T/C \times 100$ (với I%: HSDK; C: Bán kính khuẩn lạc nấm về phía đối chứng; T: Bán kính khuẩn lạc nấm về phía vi khuẩn) [12].

2.2. Đánh giá khả năng của các chủng vi khuẩn *Bacillus* trong kiểm soát bệnh đạo ôn lá ở điều kiện ngoài nhà lưới

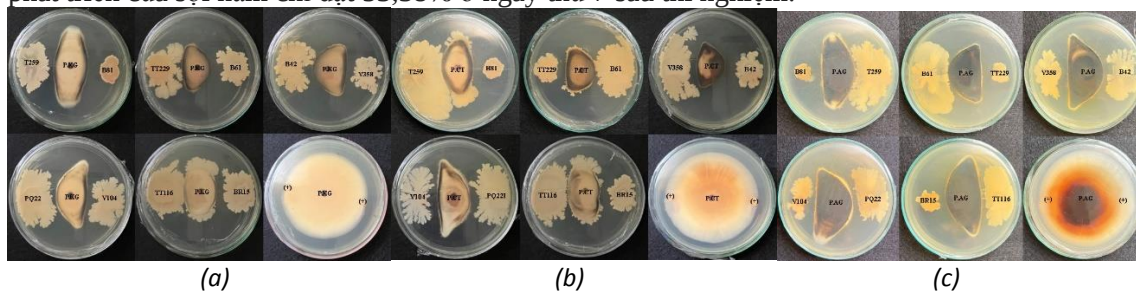
- Vật liệu: Hạt lúa giống Jasmine – 85 được gieo 10 hạt đã nảy mầm/ chậu, bón phân theo công thức phân: 90N – 40P₂O₅ – 30K₂O (kg/ha) [13]; 3 chủng *Bacillus* và 3 dòng nấm *P. oryzae* được chọn từ kết quả thí nghiệm 2.1.

$$DI (\%) = \sum_{i=1}^n (x_i n_i) / 9N \times 100 \quad (1)$$

$$HQGB = [(DI_{dc} - DI_{nt}) / DI_{dc}] \times 100 \quad (2)$$

thứ tự). Đối với dòng nấm *P. CT*, chủng B61 vẫn cho HSDK cao nhất (70,66%), tiếp đến là các chủng T259, PQ22, BR15 và B42 với HSDK lần lượt là 67,26%; 66,43%; 67,53%; 67,32%. Đối với dòng nấm *P. AG*, chủng B42 và B61 cũng cho HSDK cao nhất (65,53% và 66,22%, theo thứ tự), khác biệt so với các nghiệm thức còn lại. Bên cạnh đó là chủng BR15 với HSDK là 62,99%.

Từ kết quả đối kháng trên đĩa petri cho thấy các chủng vi khuẩn *Bacillus* đều có khả năng ức chế sự phát triển của sợi nấm. Kết quả này cho thấy sự ức chế tại thời điểm 5 NSTN cao hơn so với nghiên cứu của D. Bhattacharjee và cộng sự [16] với hiệu quả ức chế của *Bacillus* spp. lên sự phát triển của sợi nấm chỉ đạt 53,38% ở ngày thứ 7 sau thí nghiệm.



Hình 2. Hiệu quả đối kháng của các chủng vi khuẩn *Bacillus* spp. đối với các dòng nấm: (a) dòng nấm *P. KG*, (b) dòng nấm *P. CT* và (c) dòng nấm *P. AG* ở thời điểm 9 NSTN

Bảng 1. Hiệu suất đối kháng nấm *P. oryzae* của 10 chủng vi khuẩn *Bacillus* ở 3 và 5 NSTN

Các chủng vi khuẩn (B)	HSDK (%) đối với dòng nấm (A) ở thời điểm 5 NSTN				HSDK (%) đối với dòng nấm (A) ở thời điểm 9 NSTN			
	<i>P.KG</i>	<i>P.CT</i>	<i>P.AG</i>	TB(B)	<i>P.KG</i>	<i>P.CT</i>	<i>P.AG</i>	TB(B)
B61	52,97 ^a	57,45 ^a	49,66 ^b	54,03 ^A	68,96 ^a	70,66 ^a	66,20 ^a	68,61 ^A
TT229	46,75 ^c	43,54 ^c	41,22 ^c	43,84 ^C	64,71 ^b	61,08 ^c	56,22 ^e	60,67 ^{EF}
T259	42,17 ^d	48,58 ^{cd}	42,15 ^{de}	44,30 ^C	65,15 ^b	67,26 ^b	60,72 ^c	64,38 ^C
B81	39,38 ^e	49,37 ^c	44,74 ^c	44,50 ^C	59,25 ^d	61,88 ^c	57,52 ^{de}	59,55 ^{FG}
V104	37,378 ^e	40,92 ^f	37,10 ^f	38,46 ^E	65,05 ^b	61,93 ^c	52,52 ^g	59,51 ^{FG}
PQ22	48,77 ^b	48,34 ^{cd}	42,20 ^{de}	46,44 ^B	63,13 ^{bc}	66,43 ^b	58,89 ^d	62,81 ^D
BR15	43,16 ^d	54,83 ^b	44,19 ^{cd}	47,39 ^B	64,25 ^{bc}	67,53 ^b	62,99 ^b	64,92 ^C
TT116	42,20 ^d	41,06 ^f	36,37 ^f	39,88 ^D	61,54 ^{cd}	61,65 ^c	54,42 ^f	59,20 ^F
V358	42,52 ^d	47,64 ^d	40,15 ^e	43,43 ^C	65,30 ^b	61,15 ^c	56,91 ^e	61,12 ^E
B42	53,87 ^a	55,73 ^b	52,85 ^a	54,15 ^A	68,58 ^a	67,32 ^b	65,53 ^a	67,14 ^B
Beam75WP(+)	4,59 ^g	4,98 ^g	5,59 ^g	5,05 ^F	0,00 ^e	0,00 ^d	0,00 ^h	0,00 ^G
TB(A)	41,43 ^B	44,76 ^A	39,66 ^C		58,73 ^A	58,81 ^A	53,72 ^B	
Mức ý nghĩa	F(A) **: F(B) **: F(AxB) **				F(A) **: F(B) **: F(AxB) **			
CV (%)	3,46				2,85			

Ghi chú: Các trung bình nghiệm thức trong bảng theo sau bởi một hay những chữ cái (in thường) giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê trong phép thử Duncan với mức ý nghĩa 5%. (**): khác biệt ở mức ý nghĩa 1%. Số liệu được chuyển đổi arcsin $\sqrt{X/100}$ (với X tính bằng %), khi phân tích thống kê. HSDK: hiệu suất đối kháng. NSTN: ngày sau thí nghiệm.

Beam 75WP (chứa hoạt chất Tricyclazole) là một trong những loại thuốc trừ bệnh đạo ôn được sử dụng phổ biến, được chọn làm đối chứng dương trong nghiên cứu này. Tricyclazole có tính lưu dẫn có tác động ức chế quá trình melanin hoá đĩa áp của nấm nên ngăn chặn sự xâm nhập của nấm vào biểu bì lá lúa và kiểm soát bệnh đạo ôn. Tuy nhiên, tricyclazole không có tác dụng rõ ràng đối với sự nảy mầm của bào tử [3], [17]. Trong điều kiện thử nghiệm *in vitro*, đối chứng thuốc Beam 75WP không thể hiện được khả năng ức chế sợi nấm, có thể là do cơ chế tác động của hoạt chất Tricyclazole. Nhìn chung, HSDK của các chủng vi khuẩn đều có chiều hướng tăng qua 2 thời điểm ghi nhận chỉ tiêu. Tất cả các chủng vi khuẩn đều có hiệu quả ức chế mầm bệnh trên 50% ở thời điểm 9 NSTN. Tuy nhiên, qua đánh giá khả năng đối kháng của 10 chủng vi khuẩn *Bacillus* cho thấy các chủng vi khuẩn *Bacillus* B61, B42 và BR15 là những chủng vi

khuẩn có hiệu quả ức chế sự phát triển của sợi nấm tốt hơn so với các chủng vi khuẩn còn lại và duy trì ở mức ổn định. Bên cạnh đó, các chủng vi khuẩn này có khả năng ức chế sự phát triển sợi nấm sớm và kéo dài. Từ đó, 3 chủng vi khuẩn *Bacillus* B61, B42 và BR15 được chọn để tiếp tục thực hiện ở thí nghiệm ngoài nhà lưới.

3.2. Khả năng kiểm soát bệnh đạo ôn lá của vi khuẩn *Bacillus* ở điều kiện nhà lưới

3.2.1. Chỉ số bệnh (DI)

Kết quả trình bày ở Bảng 2 cho thấy, ở thời điểm 7 ngày sau khi lây bệnh (NSKLB), các nghiệm thức được xử lý có chỉ số bệnh trong khoảng 7,83 – 17,83%, đều thấp hơn so với đối chứng không xử lý (23,61%), trong đó nghiệm thức được xử lý vi khuẩn B61 có chỉ số bệnh thấp (13,48%), tuy nhiên vẫn cao hơn so với thuốc Beam 75WP (7,83%). Xét theo từng dòng nấm, đối với dòng nấm *P.KG* và *P.CT* thì chủng vi khuẩn B61 cho chỉ số bệnh thấp hơn so với 2 chủng vi khuẩn B42 và BR15; đối với dòng nấm *P.AG*, chủng B61 có chỉ số bệnh thấp nhất là 10,46% và không khác biệt so với nghiệm thức Beam 75WP (+) nhưng khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại. Khi xét trung bình ở thời điểm 7 NSKLB thì dòng nấm *P.KG* có chỉ số bệnh cao nhất với 17,04% và không khác biệt ý nghĩa so với dòng nấm *P.AG*.

Ở thời điểm 14 NSKLB, ghi nhận chỉ số bệnh của các nghiệm thức đều có xu hướng tăng lên và dao động từ 14,75 – 39,93% (Hình 3). Trong đó, chủng vi khuẩn B61 vẫn tiếp tục thể hiện chỉ số bệnh (24,47%) thấp hơn 2 chủng vi khuẩn còn lại nhưng vẫn cao hơn so với đối chứng thuốc Beam 75WP (14,75%). Tuy nhiên, sự tương tác giữa 3 dòng nấm và 3 chủng vi khuẩn ở thời điểm này mức độ nhiễm bệnh không có khác biệt ý nghĩa về mặt thống kê.

Bảng 2. Chỉ số bệnh (%) ở thời điểm 7 và 14 NSKLB

Nghiệm thức	Chỉ số bệnh đối với dòng nấm (A) ở 7 NSKLB				Chỉ số bệnh đối với dòng nấm (A) ở 14 NSKLB			
	<i>P.KG</i>	<i>P.CT</i>	<i>P.AG</i>	TB(B)	<i>P.KG</i>	<i>P.CT</i>	<i>P.AG</i>	TB(B)
B61	16,1 ^b	13,89 ^c	10,46 ^b	13,48 ^C	25,09 ^{bc}	26,48 ^b	21,85 ^b	24,47 ^C
B42	19,44 ^b	15,37 ^{bc}	18,66 ^a	17,83 ^B	30,08 ^b	29,99 ^b	35,09 ^a	31,72 ^B
BR15	16,3 ^b	17,48 ^b	18,66 ^a	17,82 ^B	27,15 ^b	32,38 ^{ab}	34,57 ^a	31,37 ^B
Beam 75WP	6,67 ^c	4,26 ^d	12,57 ^b	7,83 ^D	14,63 ^c	9,45 ^c	20,19 ^b	14,75 ^D
ĐC (-)	26,67 ^a	22,59 ^a	21,57 ^a	23,61 ^A	41,31 ^a	38,38 ^a	40,16 ^a	39,93 ^A
TB(A)	17,04 ^A	14,72 ^B	16,59 ^A		27,33	27,65	30,37	
Mức ý nghĩa	F(A)**; F(B)**; F(AxB)**				F(A) ^{ns} ; F(B) [*] ; F(AxB) ^{ns}			
CV (%)	12,91				20,82			

Ghi chú: Các trung bình nghiệm thức trong bảng theo sau bởi một hay những chữ cái (in thường) giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê trong phép thử Duncan với mức ý nghĩa 5%. (**): khác biệt ở mức ý nghĩa 1%, (*): khác biệt ở mức ý nghĩa 5%, (ns): khác biệt không có ý nghĩa. NSKLB: ngày sau khi lây bệnh. ĐC (-): nước cất. Số liệu được chuyển đổi arcsin $\sqrt{X/100}$ (với X tính bằng %), khi phân tích thống kê.

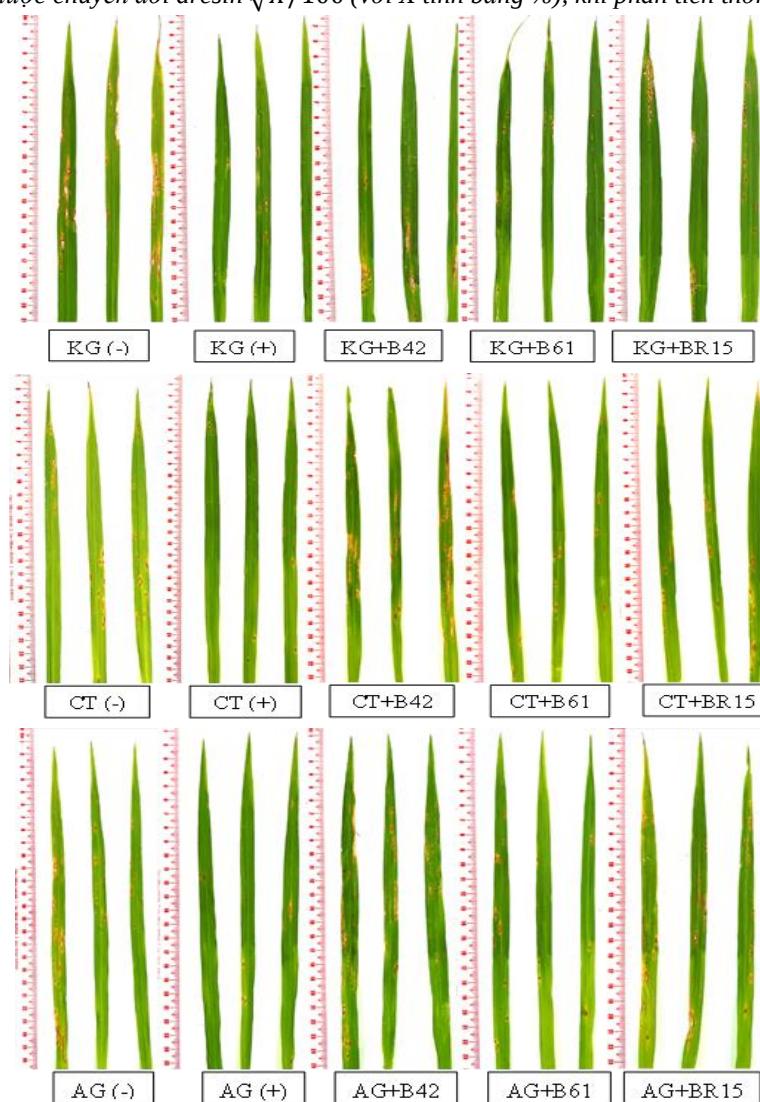
3.2.2. Hiệu quả giảm bệnh

Kết quả trình bày trong Bảng 3 cho thấy hiệu quả giảm bệnh ở thời điểm 7 NSKLB dao động từ 23,38 – 65,3%. Khi xét về hiệu quả giảm bệnh của các chủng vi khuẩn này thì thấy rằng có sự tương tác giữa các chủng vi khuẩn và dòng nấm. Trong đó, chủng B61 có hiệu quả giảm bệnh (43,13%) cao hơn so với 2 chủng vi khuẩn B42 và BR15 và khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại. Đến thời điểm 14 NSKLB thì giữa vi khuẩn và dòng nấm không có sự tương tác với nhau. Tuy nhiên, ở thời điểm này cả 3 chủng vi khuẩn và đối chứng đều có hiệu quả giảm bệnh giảm so với ở thời điểm 7 NSKLB.

Bảng 3. Hiệu quả giảm bệnh (%) ở thời điểm 7 và 14 NSKLB

Thí nghiệm thức	Hiệu quả giảm bệnh đối với dòng nấm (A) ở 7 NSKLB				Hiệu quả giảm bệnh đối với dòng nấm (A) ở 14 NSKLB			
	P.KG	P.CT	P.AG	TB(B)	P.KG	P.CT	P.AG	TB(B)
B61	39,37 ^b	38,01 ^b	52,05 ^a	43,13 ^B	42,1 ^b	29,8 ^b	46,67 ^a	39,52 ^B
B42	26,6 ^b	31,59 ^{bc}	13,74 ^b	23,97 ^C	36,29 ^b	19,72 ^b	13,32 ^b	23,11 ^C
BR15	38,89 ^b	22,33 ^c	8,93 ^b	23,38 ^C	36,78 ^b	15,45 ^b	15,61 ^b	22,62 ^C
Beam 75WP	72,85 ^a	81,14 ^a	41,9 ^a	65,3 ^A	67,97 ^a	73,19 ^a	50,81 ^a	63,99 ^A
TB(A)	44,43 ^A	43,27 ^A	29,15 ^B		45,79 ^A	34,53 ^B	31,61 ^B	
Mức ý nghĩa	F(A)*;F(B)*;F(AxB)**				F(A)*;F(B)**;F(AxB) ^{ns}			
CV (%)	24,42				38,77			

Ghi chú: Các trung bình thí nghiệm thức trong bảng theo sau bởi một hay nhiều chữ cái (in thường) giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê trong phép thử Duncan với mức ý nghĩa 5%. (**): khác biệt ở mức ý nghĩa 1%, (*): khác biệt ở mức ý nghĩa 5%, (ns): khác biệt không có ý nghĩa. NSKLB: ngày sau khi lây bệnh. Số liệu được chuyển đổi arcsin $\sqrt{X/100}$ (với X tính bằng %), khi phân tích thống kê.

**Hình 3.** Mức độ nhiễm bệnh trên lá lúa của các thí nghiệm thức tại thời điểm 14 NSKLB

Như vậy, qua kết quả đánh giá về hiệu lực tác động đối với bệnh đạo ôn lá ở điều kiện ngoài nhà lưới cho thấy 3 chủng *Bacillus* B61, B42 và BR15 đều có hiệu quả đối với nấm *P. oryzae* ở các mức độ khác nhau. Trong đó, chủng B61 cho hiệu quả kiểm soát cao hơn 2 chủng B42 và BR15. Như vậy, trong nghiên cứu này, chủng B61 là chủng vi khuẩn có triển vọng nhất do có hiệu quả đối kháng cao với nấm *P. oryzae* trong điều kiện *in vitro* và có hiệu quả cao hơn trong kiểm soát bệnh đạo ôn trên lúa. Ngoài ra, theo nghiên cứu của F. Zhu và cộng sự [18] ghi nhận được chỉ số bệnh qua từng năm lần lượt là 22,9% (2017), 25% (2018) và 16,9% (2019) thấp hơn so với đối chứng nước và không khác biệt so với đối chứng sử dụng thuốc iprobenfosricyclazole. Phương pháp xử lý chủng *Bacillus subtilis* GB519 trước khi lây bệnh 24h có hiệu quả kiểm soát sinh học cao lần lượt là 70,3; 69,9 và 65,1% trong 3 năm khảo sát. GB519 trong nghiên cứu này cũng được xác minh là có khả năng sản sinh amylase, protease, chitinase và lipase để giải thích cho việc có khả năng phòng trừ sinh học.

4. Kết luận

Ba trong 10 chủng *Bacillus* có khả năng ức chế sự phát triển của sợi nấm *P. oryzae* đã được chọn (B61, B42 và BR15). Trong đó chủng *Bacillus* B61 thể hiện khả năng ức chế sợi nấm vượt trội với hiệu suất đối kháng là 68,61%.

Ba chủng vi khuẩn *Bacillus* B61, B42 và BR15 đều có khả năng kiểm soát bệnh đạo ôn đối với thử nghiệm trong nhà lưới. Tuy nhiên, chủng *Bacillus* B61 được đánh giá là có hiệu quả hơn so với 2 chủng còn lại.

Hiệu quả đối kháng đối với nấm *P. oryzae* và hiệu quả kiểm soát bệnh đạo ôn của các chủng *Bacillus* có khác nhau tùy theo vùng canh tác lúa mà nguồn *P. oryzae* được phân lập.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] S. H. Ou, *Rice Disease*, 2nd Edition, Commonwealth Mycological Institute, 1985.
- [2] V. K. Nguyen, *Important rice diseases in the Mekong Delta*. Agriculture, Ha Noi, 2015.
- [3] F. Guo, X. Chen, M. Lu, L. Yang, S. W. Wang, and B. M. Wu, "Spatial analysis of rice blast in China at three different scales," *Phytopathology*, vol. 108, no. 11, pp. 1276-1286, 2018.
- [4] H. F. Zhang, T. Islam, and W. D. Liu, "Integrated pest management programme for cereal blast fungus *Magnaporthe oryzae*," *Journal of Integrative Agriculture*, vol. 21, pp. 3420-3433, 2022, doi: 10.1016/j.jia.2022.08.056.
- [5] P. Vidhyasekaran, R. Rabindran, M. Muthamilan, K. Nayar, K. Rajappan, N. Subramanian, and K. Vasumathi, "Development of a powder formulation of *Pseudomonas fluorescens* for control of rice blast," *Plant Pathology*, vol. 46, pp. 291-297, 1997.
- [6] T. X. M. Nguyen and D. C. Nguyen, "Evaluation of *Pseudomonas fluorescens* against *Pyricularia oryzae* causing rice blast disease and related mechanisms in invitro condition," *Journal of Vietnam Agricultural Science and Technology*, vol. 06, no. 67, pp. 34-39, 2016.
- [7] N. Q. Dang, T. T. T. Tran, and M. T. Le, "Determination Biocontrol of Actinomycetes Isolates on Rice Blast Disease on Salt Affected Soils in The Nethouse Condition," *Journal of Plant Protection in Vietnam*, vol. 5, pp. 19-27, 2021.
- [8] V. P. Tran, A. L. Tran, and N. T. Dinh, "Induction of systemic resistance by some bacterial *Bacillus* isolates against rice blast disease caused by *Pyricularia oryzae* in net house conditions," *Journal Science of Can Tho University*, vol. 3, pp. 249-257, 2016, doi: 10.22144/ctu.jsi.2016.095.
- [9] N. D. Cao, T. D. Nguyen, K. L. Nguyen, and T. L. Ma, "Application of antagonistic *Bacillus* against rice blast disease (*Pyricularia oryzae* L.) on high-yielding rice in Tra Vinh, Vinh Long and Soc Trang provinces," *Vietnam Journal of Agriculture & Rural development*, vol. 15, pp. 36-46, 2014.
- [10] R. Lahlali, S. Ezrari, N. Radouane, J. Kenfaoui, Q. Esmaeel, H. El Hamss, Z. Belabess, and E. A. Barka, "Biological Control of Plant Pathogens: A Global Perspective," *Microorganisms*, vol. 10, p. 596, 2021, doi: 10.3390/microorganisms10030596.
- [11] R. Rabindran and P. Vidhyasekaran, "Development of a formulation of *Pseudomonas fluorescens* PfALR2 for management of rice sheath blight," *Crop Prot*, vol. 15, pp. 715-721, 1996.

-
- [12] Y. Suryadi, D. Susilowati, E. Riana, and N. R. Mubarik, "Management of rice blast disease (*Pyricularia oryzae*) using formulated bacterial consortium," *Emirates Journal of Food and Agriculture*, vol. 25, no. 5, pp. 349-357, 2013.
- [13] N. D. Nguyen, *Textbook of Rice..* Vietnam National University Ho Chi Minh City (in Vietnamese), 2008.
- [14] V. P. Tran, "Efficacy and biochemical mechanism of systemic acquired resistance induced by biotic inducers against the rice blast disease (*Pyricularia oryzae* Cavara)," Ph. D dissertation, Can Tho University in Vietnamese, 2010.
- [15] IRRI, *Standard Evaluation System for Rice 5th Edition*. Manila, Philippines: IRRI, 2013.
- [16] D. Bhattacharjee, J. Bhattacharjee, and R. Nath, "Evaluation of bio-controlling agents against rice blast pathogen," *The Pharma Innovation Journal*, vol. 10, no. 11, pp. 1685-1689, 2021.
- [17] D. Mares, C. Romagnoli, E. Andreotti, M. Manfrini, and C. B. Vicentini, "Synthesis and antifungal action of new tricyclazole analogues," *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 52, no. 7, pp. 2003-2009, 2004.
- [18] F. Zhu, J. Wang, Y. Jia, C. Tian, D. Zhao, X. Wu, Y. Liu, D. Wang, S. Qi, X. Liu, L. Li, Z. Jiang, and Y. Li, "*Bacillus subtilis* GB519 Promotes Rice Growth and Reduces the Damages Caused by Rice Blast Fungus *Magnaporthe oryzae*," *PhytoFrontiers™*, vol. 1, no. 4, pp. 330-338, 2021.