

**ĐẠI HỌC HUẾ**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM**

**NGUYỄN XUÂN VŨ**

**NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG CHẾ PHẨM VI KHUẨN CÓ ÍCH**  
***BACILLUS* TRONG SẢN XUẤT LẠC Ở QUẢNG NAM**

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC CÂY TRỒNG**

**HUẾ - 2022**

**ĐẠI HỌC HUẾ**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM**

**NGUYỄN XUÂN VŨ**

**NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG CHẾ PHẨM VI KHUẨN CÓ ÍCH**  
***BACILLUS* TRONG SẢN XUẤT LẠC Ở QUẢNG NAM**

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC CÂY TRỒNG**

**Ngành: Khoa học cây trồng**

**Mã số: 9620110**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC**  
**PGS.TS. PHAN THỊ PHƯƠNG NHI**

**HUẾ - 2022**

**CÔNG TRÌNH HOÀN THÀNH TẠI**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM, ĐẠI HỌC HUẾ**

**Người hướng dẫn khoa học:**

**PGS. TS. Phan Thị Phương Nhi**

**Phản biện 1:**

.....  
.....

**Phản biện 2:**

.....  
.....

**Phản biện 3:**

.....  
.....

**Luận án được bảo vệ tại Hội đồng chấm luận án cấp Đại học Huế, họp tại:**

.....

Vào hồi: ..... giờ ..... phút, ngày ..... tháng ..... năm 2022

**Có thể tìm hiểu luận án tại:**

.....  
.....  
.....

# MỞ ĐẦU

## 1. Đặt vấn đề

Cây lạc (*Arachis hypogaea* L.) là cây trồng có giá trị và được trồng phổ biến ở Việt Nam nói chung và các tỉnh miền Trung nói riêng. Trong những năm qua đã có nhiều nghiên cứu về ứng dụng các tiến bộ khoa học kỹ thuật nhằm đưa năng suất lạc lên cao. Tuy nhiên, nhìn chung năng suất lạc ở miền Trung nước ta vẫn còn thấp và có nhiều biến động do điều kiện đất đai nghèo dinh dưỡng, thời tiết khí hậu bất thuận và sâu bệnh hại.

Trong sản xuất nông nghiệp hiện nay, việc sử dụng phân bón hóa học mặc dù đã nâng cao năng suất, sản lượng cây trồng và mang lại hiệu quả kinh tế. Tuy nhiên, việc sử dụng nhiều phân vô cơ có thể gây tích lũy chất độc hại trong môi trường và nông sản phẩm. Từ đó dẫn đến làm suy thoái môi trường, mất cân bằng sinh thái, thậm chí gây độc hại trực tiếp đến người sản xuất và tiêu dùng. Một hướng nghiên cứu hiện đang được quan tâm đó là sử dụng phân bón vi sinh vật để nâng cao năng suất cây trồng mà vẫn đảm bảo cân bằng sinh thái và sản xuất nông nghiệp bền vững. Các chủng vi sinh vật được sử dụng trong phân bón vi sinh vật là các chủng có ích giúp cây sinh trưởng, phát triển tốt, hạn chế bệnh hại và cho năng suất cao. Trong các vi sinh vật có ích đối với cây trồng, vi khuẩn kích thích sinh trưởng vùng rễ là một trong những nhóm đã và đang được nghiên cứu rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới, nhất là vi khuẩn có ích *Bacillus*. Một số kết quả nghiên cứu cho thấy các vi khuẩn vùng rễ thuộc chi *Bacillus* có thể sản sinh nhiều hợp chất có hoạt tính sinh học khác nhau và có khả năng ức chế nhiều loại mầm bệnh trên nhiều loại cây trồng. Tuy nhiên, nước ta vẫn chưa có nhiều nghiên cứu về vi khuẩn *Bacillus* để ứng dụng cho cây lạc.

Ở Quảng Nam, lạc được trồng trên nhiều vùng sinh thái khác nhau, trên 2 loại đất chính là đất thịt pha cát và đất cát ven biển. Trong các loại cây trồng chính, cây lạc luôn chiếm diện tích lớn với khoảng 10.000 ha được trồng hàng năm. Mặc dù vậy năng suất lạc ở đây còn thấp. Nhằm nâng cao năng suất lạc, trong những năm vừa qua đã có một số nghiên cứu về vi khuẩn đối kháng và kích thích sinh trưởng cây lạc trên một số vùng sản xuất lạc ở miền Trung Việt Nam. Qua các kết quả nghiên cứu cho thấy, trong các chủng vi khuẩn có ích vùng rễ thu thập được, các chủng vi khuẩn *Bacillus* thể hiện ổn định về kích thích sinh trưởng và hạn chế bệnh hại trên lạc, từ đó cho năng suất lạc cao hơn đối chứng. Từ những nghiên cứu đó, chúng tôi đã tiến hành sản xuất các chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* để thử nghiệm trên cây lạc. Để có thể ứng dụng chế phẩm trong sản xuất lạc mang lại hiệu quả tôi thực hiện đề tài “**Nghiên cứu sử dụng chế phẩm vi khuẩn có ích *Bacillus* trong sản xuất lạc ở Quảng Nam**”.

## 2. Mục tiêu của đề tài

### 2.1 Mục tiêu chung

Lựa chọn được chế phẩm vi khuẩn có ích *Bacillus* và phương pháp sử dụng chế phẩm trong sản xuất lạc ở Quảng Nam nhằm kích thích sinh trưởng, phát triển, hạn chế bệnh hại và tăng năng suất lạc.

### 2.2. Mục tiêu cụ thể

- Tuyển chọn chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* có ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển và năng suất lạc sản xuất ở Quảng Nam.

- Xác định được liều lượng và thời điểm xử lý chế phẩm *Bacillus* cho hiệu quả tăng năng suất, hạn chế một số bệnh hại chính cao nhất trong sản xuất lạc.
- Ứng dụng chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* vào mô hình sản xuất lạc tại Quảng Nam.

### **3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài**

#### **3.1. Ý nghĩa khoa học**

- Kết quả nghiên cứu tác động của vi khuẩn có ích *Bacillus* đến sinh trưởng, phát triển và phòng trừ bệnh hại lạc của đề tài là cơ sở để khuyến cáo sử dụng chế phẩm vi khuẩn có ích *Bacillus* trong sản xuất lạc.
- Kết quả của đề tài có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho các công trình nghiên cứu khoa học liên quan đến ứng dụng vi sinh vật có ích trên cây trên cây họ đậu nói chung và cây lạc nói riêng.

#### **3.2. Ý nghĩa thực tiễn**

- Sử dụng vi khuẩn có ích *Bacillus* trong sản xuất lạc nhằm nâng cao năng suất mang lại hiệu quả kinh tế, đảm bảo môi trường tại địa bàn nghiên cứu.
- Sử dụng vi khuẩn có ích *Bacillus* trong sản xuất lạc nhằm hạn chế bệnh hại, điều này đặc biệt có ý nghĩa đối với vùng trồng lạc ở Quảng Nam.

### **4. Những điểm mới của đề tài**

1. Kết quả nghiên cứu đã tuyển chọn được chế phẩm cho hiệu quả cao trong sản xuất lạc là BaD-S20D12 từ chủng vi khuẩn *Bacillus* sp. bản địa, có khả năng kích thích sinh trưởng, phát triển, hạn chế bệnh hại và tăng năng suất giống lạc L23 tại Quảng Nam.
2. Kết quả nghiên cứu đã xác định được phương pháp sử dụng chế phẩm BaD-S20D12 cho giống lạc L23 là bón với liều lượng 10 kg/ha, trộn vào đất rồi rải lên hạt khi gieo làm tăng năng suất, hạn chế một số bệnh hại chính trong sản xuất lạc tại Quảng Nam.
3. Kết quả ứng dụng chế phẩm BaD-S20D12 vào mô hình sản xuất lạc tại Quảng Nam đem lại hiệu quả cao trong sản xuất lạc L23 tại Quảng Nam. Đây là kỹ thuật sản xuất lạc đầu tiên có ứng dụng chế phẩm *Bacillus* tại miền Trung.

### **5. Cấu trúc luận án**

Luận án được trình bày trong trang A4, dài 100 trang không bao gồm phần Tài liệu tham khảo và phần phụ lục. Trong đó, phần Mở đầu 3 trang; Chương 1: Tổng quan tài liệu 29 trang; Chương 2: Đối tượng và phương pháp nghiên cứu 12 trang; Chương 3: Kết quả nghiên cứu và thảo luận 55 trang; Chương 4: Kết luận và đề nghị 1 trang. Danh mục các công trình khoa học của luận án 1 trang; Tài liệu tham khảo 13 trang; Luận án có 133 tài liệu tham khảo, trong đó, có 50 tài liệu tiếng Việt, 82 tài liệu tiếng Anh và 1 tài liệu trên internet; Phụ lục 59 trang. Phần kết quả nghiên cứu và thảo luận có 24 bảng và 19 hình.

## CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU

### 1.1. CƠ SỞ LÝ LUẬN CỦA ĐỀ TÀI

#### 1.1.1. Giá trị cây lạc

#### 1.1.2. Nhu cầu về sinh thái của cây lạc

##### 1.1.2.1. Nhiệt độ

##### 1.1.2.2. Nước và ẩm độ

##### 1.1.2.3. Ánh sáng

##### 1.1.2.4. Đất trồng

#### 1.1.3. Vi sinh vật vùng rễ lạc và cơ chế kích thích sinh trưởng của vi khuẩn có ích

##### 1.1.3.1. Vi sinh vật vùng rễ

##### 1.1.3.2. Cơ chế kích thích sinh trưởng của vi khuẩn có ích

#### 1.1.4. Vi khuẩn *Bacillus*

#### 1.1.5. Khái niệm về chế phẩm sinh học

### 1.2. CƠ SỞ THỰC TIỄN CỦA ĐỀ TÀI

#### 1.2.1. Tình hình sản xuất lạc trên thế giới và Việt Nam

##### 1.2.1.1. Trên thế giới

##### 1.2.1.2. Ở Việt Nam

##### 1.2.1.3. Tình hình sản xuất lạc ở tỉnh Quảng Nam

#### 1.2.2. Những thuận lợi và khó khăn trong sản xuất lạc

#### 1.2.3. Sử dụng chế phẩm sinh học trong sản xuất cây trồng

### 1.3. CÁC VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN ĐẾN ĐỀ TÀI

#### 1.3.1. Nghiên cứu ngoài nước

##### 1.3.1.1. Nghiên cứu sử dụng vi khuẩn có ích cho cây lạc

##### 1.3.1.2. Nghiên cứu ứng dụng vi khuẩn *Bacillus*

##### 1.3.1.3. Một số nghiên cứu về vi sinh vật ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển của cây lạc

#### 1.3.2. Nghiên cứu trong nước

##### 1.3.2.1. Một số nghiên cứu về vi khuẩn có ích cho cây lạc ở Việt Nam

##### 1.3.2.2. Nghiên cứu phát triển và ứng dụng vi khuẩn *Bacillus* trong phòng trừ sâu bệnh hại

##### 1.3.2.3. Một số nghiên cứu về vi sinh vật ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển của cây lạc tại Việt Nam

##### 1.3.2.4. Nghiên cứu về chế phẩm sinh học cho lạc

## CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. PHẠM VI, ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

#### 2.1.1. Phạm vi nghiên cứu

Thời gian: Đề tài được thực hiện từ 1/2017 - 12/2020

Địa điểm: Thí nghiệm được thực hiện tại 3 xã đất cát gồm Bình Đào, Bình Phục, Bình Giang và 1 xã đất thịt nhẹ Bình Chánh của huyện Thăng Bình, tỉnh Quảng Nam

#### 2.1.2. Đối tượng nghiên cứu

- Giống lạc trong thí nghiệm là giống lạc L23.  
- Chế phẩm vi khuẩn: Thí nghiệm sử dụng các chế phẩm vi khuẩn được tạo ra từ vi khuẩn *Bacillus* có nguồn gốc từ cây lạc tại miền Trung Việt Nam được nhóm nghiên cứu chúng tôi phân lập và tuyển chọn. Các vi khuẩn đã được định danh đến loài bằng trình tự đoạn 16S-rDNA và đăng ký gene trên NCBI.

**Bảng 2.1.** Danh sách các chế phẩm vi khuẩn có ích *Bacillus* sử dụng trong nghiên cứu

Chế phẩm vi khuẩn	Chủng vi khuẩn	Mật độ vi khuẩn (cfu/g)	Nguồn gốc
BaD-S1A1	<i>Bacillus</i> sp. S1A1	1 x 10 <sup>9</sup>	Vùng cỏ rễ lạc
BaD-S1F3	<i>Bacillus</i> sp. S1F3	1 x 10 <sup>9</sup>	nt
BaD-S13E2	<i>Bacillus</i> sp. S13E2	1 x 10 <sup>9</sup>	nt
BaD-S13E3	<i>Bacillus</i> sp. S13E3	1 x 10 <sup>9</sup>	nt
BaD-S18F11	<i>Bacillus</i> sp. S18F11	1 x 10 <sup>9</sup>	nt
BaD-S20D12	<i>Bacillus</i> sp. S20D12	1 x 10 <sup>9</sup>	nt

### 2.2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

- Đánh giá ảnh hưởng của một số chế phẩm *Bacillus* đến sinh trưởng, phát triển và năng suất lạc.

- Nghiên cứu phương pháp sử dụng chế phẩm gồm liều lượng và thời điểm xử lý vi khuẩn *Bacillus* trong sản xuất lạc.

- Ứng dụng các kết quả nghiên cứu xây dựng mô hình sản xuất lạc tại Quảng Nam.

### 2.3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 2.3.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

##### 2.3.1.1. Nội dung 1: Đánh giá ảnh hưởng của một số chế phẩm *Bacillus* đến sinh trưởng, phát triển và năng suất lạc

Thời gian thực hiện: Vụ Xuân Hè 2017 và Đông Xuân 2017 - 2018.

a. Công thức thí nghiệm: Thí nghiệm gồm 7 công thức, trong đó 6 công thức sử dụng 6 chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* khác nhau và công thức đối chứng không sử dụng chế phẩm.

**Bảng 2.2.** Chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* sử dụng trong thí nghiệm

STT	Công thức thí nghiệm	Chế phẩm	Lượng dùng (kg/ha)	Phương pháp sử dụng
1	Công thức I	BaD-S1A1	10	Chế phẩm được trộn vào đất, rải lên hạt khi gieo
2	Công thức II	BaD-S1F3	10	nt
3	Công thức III	BaD-S13E2	10	nt
4	Công thức IV	BaD-S13E3	10	nt
5	Công thức V	BaD-S18F11	10	nt
6	Công thức VI	BaD-S20D12	10	nt
7	Công thức VII (đ/c)	-	-	-

b. *Bố trí thí nghiệm*: Thí nghiệm được bố trí theo khối hoàn toàn ngẫu nhiên RCBD, với 7 công thức, 3 lần nhắc lại tại xã Bình Đào (đất cát) và xã Bình Phục (đất cát) huyện Thăng Bình, tỉnh Quảng Nam.

Diện tích mỗi ô thí nghiệm: 15 m<sup>2</sup> (3 x 5); Diện tích toàn bộ thí nghiệm: 315 m<sup>2</sup>; Tổng diện tích của ruộng thí nghiệm: 515 m<sup>2</sup>.

**2.3.1.2. Nội dung 2: Nghiên cứu phương pháp sử dụng chế phẩm (gồm liều lượng và thời điểm xử lý vi khuẩn *Bacillus* trong sản xuất lạc)**

Thời gian thực hiện: Vụ Đông Xuân 2017 - 2018 và Xuân Hè 2018

a. *Công thức thí nghiệm*

Trong thí nghiệm này chọn 1 chế phẩm *Bacillus* có hiệu quả cao nhất ở nội dung 1 để thí nghiệm về liều lượng và thời điểm xử lý trong sản xuất lạc ở Quảng Nam đó là BaD-S20D12.

**Bảng 2.3. Liều lượng và thời điểm xử lý chế phẩm**

STT	Công thức thí nghiệm	Thời điểm xử lý	Liều lượng (kg/ha)	Phương pháp
1	Công thức I	Khi gieo hạt	5	Chế phẩm được trộn vào đất, rải lên hạt khi gieo
2	Công thức II	Khi gieo hạt	10	
3	Công thức III	Khi gieo hạt	15	
4	Công thức IV	Khi làm cỏ đợt 1	5	Chế phẩm được trộn với đất, rải vào góc lạc trước khi làm cỏ đợt 1
5	Công thức V	Khi làm cỏ đợt 1	10	
6	Công thức VI	Khi làm cỏ đợt 1	15	
7	Công thức VII (đ/c)	-	0	-

b. *Bố trí thí nghiệm*

Thí nghiệm được bố trí 2 nhân tố, mỗi công thức có 3 lần nhắc lại, các công thức được sắp theo phương pháp tổ hợp (Factorial design) và bố trí trên đồng ruộng theo phương pháp khối ngẫu nhiên hoàn toàn (RCBD). Diện tích mỗi ô thí nghiệm là 15 m<sup>2</sup>.

Thời gian thực hiện: vụ Đông Xuân 2018 - 2019

Công thức thí nghiệm bao gồm: Đối chứng (ĐC) - Sử dụng quy trình sản xuất hiện có của người dân; Công thức 1 (CT1 - BaD) - Sử dụng chế phẩm BaD-S20D12; Công thức 2 (CT2 - Biota) - Sử dụng chế phẩm thương mại Biota Max theo khuyến cáo.

Địa điểm: Mô hình được thực hiện tại vùng trồng lạc trên đất thịt nhẹ xã Bình Chánh, Thăng Bình, Quảng Nam. Diện tích 1 mô hình là 1.000 m<sup>2</sup>, không bố trí nhắc lại. Sử dụng liều lượng và thời điểm bón của chế phẩm BaD-S20D12 cho năng suất lạc tốt nhất ở nội dung 2.

### 2.3.2. Biện pháp kỹ thuật

Quy trình kỹ thuật được áp dụng theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về khảo nghiệm giá trị canh tác và giá trị sử dụng của giống lạc QCVN 01 - 57: 2011/BNNPTNT. Công thức có sử dụng chế phẩm: Phương pháp bón và liều lượng bón theo bảng 2.2 (thí nghiệm nội dung 1) và 2.3 (thí nghiệm nội dung 2). Ở mô hình thí nghiệm nội dung 3, chế phẩm BaD-S20D12 được sử dụng liều lượng 10 kg/ha trộn vào đất, rải lên hạt khi gieo (công thức tốt nhất ở thí nghiệm nội dung 2).





### 2.3.3. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp đánh giá

#### 2.3.3.1. Chỉ tiêu sinh trưởng, phát triển

- Tỷ lệ mọc: Theo dõi tỷ lệ mọc của giống lạc L23 ở các công thức vào giai đoạn 7, 10 và 15 ngày sau trồng. Mỗi ô thí nghiệm đếm số cây mọc/m<sup>2</sup>, lấy giá trị trung bình của 3 lần nhắc lại, căn cứ vào mật độ trồng (33 cây/m<sup>2</sup>) để tính tỷ lệ mọc theo công thức: Tỷ lệ mọc (%) = (số cây mọc/ 33) x 100

- Các chỉ tiêu sinh trưởng: Tập trung chủ yếu vào chiều cao thân chính, số lá, chiều dài cành cấp 1 và số lá xanh còn lại và số cành các cấp. Tiến hành đo chiều cao cây, đếm số lá trên các công thức vào 20 ngày sau trồng (giai đoạn cây con), chọn mỗi ô thí nghiệm 10 cây, cắm cọc cố định để tiếp tục theo dõi ở các kì điều tra tiếp theo. Chiều dài cành cấp 1 đầu tiên, số lá còn lại trên cây và số cành các cấp được đo đếm 1 lần trên các cây mẫu đã cố định trước khi thu hoạch.

- Số lượng nốt sần: Theo dõi một số chỉ tiêu về nốt sần ở các thời kỳ: Bắt đầu lạc ra hoa, lúc lạc hình thành quả non và trước thu hoạch. Dùng xẻng đào toàn bộ cây, mỗi ô đào 3 cây, rửa sạch đếm nốt sần.

#### 2.3.3.2. Theo dõi một số bệnh hại chính

- *Nhóm bệnh về lá* (Bệnh đốm lá và gỉ sắt): Điều tra định kỳ 14 ngày/lần, điều tra 10 lá kép ngẫu nhiên/điểm, mỗi ô thí nghiệm điều tra 5 điểm chéo góc. Đếm số lá bị bệnh để tính tỷ lệ bệnh và số lá bị bệnh theo từng cấp bệnh để tính chỉ số bệnh.

Tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh được tính theo công thức sau:

$$\text{Tỷ lệ bệnh (\%)} = (\text{Tổng số lá bị bệnh} / \text{Tổng số lá điều tra}) \times 100$$

$$\text{Chỉ số bệnh (\%)} = [((N_1 \times 1) + (N_3 \times 3) + \dots + (N_n \times n)) / N \times 9] \times 100$$

Trong đó: N<sub>1</sub> là số lá bị bệnh ở cấp 1; N<sub>3</sub> là số lá bị bệnh ở cấp 3; N<sub>n</sub> là số lá bị bệnh ở cấp n; N là tổng số lá điều tra; 9 là cấp bệnh cao nhất trong thang phân cấp. Phân cấp lá bị bệnh theo QCVN 01 - 168: 2014/BNNPTNT.

- *Nhóm bệnh về rễ* (Bệnh lở cổ rễ, bệnh héo rũ gốc mộc đen, héo rũ gốc mộc trắng và héo xanh do vi khuẩn):

Định kỳ theo dõi vào giai đoạn cây con, ra hoa, làm quả và thu hoạch.

Tỷ lệ bệnh được tính theo công thức:

$$\text{Tỷ lệ bệnh (\%)} = (\text{Tổng số cây bị bệnh} / \text{Tổng số cây điều tra}) \times 100$$

Đánh giá phản ứng của bệnh trong toàn bộ quá trình phát triển theo diện tích dưới đường diễn biến bệnh (AUDPC – Area under disease progressive curve):

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} (y_i + y_{i+1})(t_{i+1} - t_i) / 2$$

Trong đó: n = số lần đo bệnh; y<sub>i</sub> = cường độ bệnh (chỉ số bệnh hoặc tỷ lệ bệnh); t<sub>i</sub> = thời gian tồn tại lần đo thứ I; t<sub>i+1</sub> - t<sub>i</sub> = tổng thời gian dịch bệnh.

#### 2.3.3.3. Phương pháp đánh giá các chỉ tiêu về năng suất

- Số quả/cây, số quả chắc/cây

- Cân khối lượng 100 quả khô (P<sub>100</sub> quả) (g): Bóc ngẫu nhiên cho đủ 100 g quả và đếm tổng số quả, sau đó xác định khối lượng P<sub>100</sub> quả bằng công thức:  
P<sub>100</sub> quả (g) = (100 g/ Tổng số quả) x 100

- Năng suất quả khô (kg/m<sup>2</sup>) = Khối lượng quả khô (kg/ô)/ Diện tích ô (m<sup>2</sup>)

- Năng suất lý thuyết (NSLT) = (Số quả chắc/cây x số cây/m<sup>2</sup> x P<sub>100</sub> quả (g) x 7500 m<sup>2</sup>)/10<sup>7</sup>

- Năng suất thực thu (tạ/ha) là năng suất quả khô thu được từ các ô thí nghiệm khi phơi đến ẩm độ 12% và qui ra đơn vị tạ/hecta.

#### **2.3.4. Phương pháp phân tích và xử lý số liệu**

Các số liệu trung bình được tính toán, vẽ đồ thị bằng phần mềm Microsoft Excel 2010 và xử lý thống kê bằng phần mềm Statistix 10.0, SPSS 16.0.

## CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ CHẾ PHẨM *BACILLUS* ĐẾN SINH TRƯỞNG, PHÁT TRIỂN VÀ NĂNG SUẤT LẠC

#### 3.1.1. Ảnh hưởng của chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* đến sinh trưởng, phát triển cây lạc

##### 3.1.1.1. Ảnh hưởng đến tỷ lệ mọc

**Bảng 3.1.** Tỷ lệ mọc của giống lạc L23 ở các công thức thí nghiệm tại huyện Thăng Bình, tỉnh Quảng Nam

Đơn vị tính: %

Công thức	Chế phẩm	Vụ Xuân Hè 2017			Vụ Đông Xuân 2017 - 2018		
		7 NSG	10 NSG	15 NSG	7 NSG	10 NSG	15 NSG
I	BaD-S1A1	35,35 <sup>a</sup>	66,67 <sup>a</sup>	87,88 <sup>a</sup>	33,33 <sup>a</sup>	62,63 <sup>a</sup>	88,89 <sup>a</sup>
II	BaD-S1F3	36,36 <sup>a</sup>	67,68 <sup>a</sup>	86,87 <sup>b</sup>	34,34 <sup>a</sup>	61,62 <sup>a</sup>	86,87 <sup>ab</sup>
III	BaD-S13E2	35,35 <sup>a</sup>	65,66 <sup>a</sup>	86,87 <sup>ab</sup>	32,32 <sup>a</sup>	65,66 <sup>a</sup>	86,87 <sup>ab</sup>
IV	BaD-S13E3	33,33 <sup>a</sup>	63,64 <sup>a</sup>	83,84 <sup>ab</sup>	34,34 <sup>a</sup>	65,66 <sup>a</sup>	85,86 <sup>ab</sup>
V	BaD-S18F11	38,38 <sup>a</sup>	62,63 <sup>a</sup>	86,87 <sup>ab</sup>	35,35 <sup>a</sup>	62,63 <sup>a</sup>	88,89 <sup>a</sup>
VI	BaD-S20D12	39,39 <sup>a</sup>	70,71 <sup>a</sup>	88,89 <sup>a</sup>	33,33 <sup>a</sup>	63,64 <sup>a</sup>	85,86 <sup>ab</sup>
VII	- (đ/c)	30,30 <sup>a</sup>	59,60 <sup>a</sup>	79,80 <sup>b</sup>	26,26 <sup>b</sup>	58,59 <sup>a</sup>	81,82 <sup>b</sup>

*Ghi chú:* Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

Qua Bảng 3.1 cho thấy tỷ lệ mọc của hai vụ Xuân Hè 2017 và Đông Xuân 2017 – 2018 có tỷ lệ nảy mọc tương tự nhau. Việc sử dụng chế phẩm không ảnh hưởng đến tỷ lệ mọc của cây lạc trong giai đoạn đầu 10 ngày sau khi gieo trồng, nhưng đến giai đoạn 15 ngày sau khi gieo trồng bắt đầu có sự ảnh hưởng của chế phẩm đối với sự phát triển của cây lạc. Kết quả của chúng tôi cũng tương tự với Hayat và cs (2010) cho rằng vi khuẩn có ích có thể kích thích khả năng mọc mầm như làm tăng tốc độ hay tỷ lệ mọc.

##### 3.1.1.2. Ảnh hưởng đến chiều cao cây và chiều dài cành cấp 1 trên cây

**Bảng 3.2.** Chiều cao thân chính và chiều dài cành cấp 1 của giống lạc L23 ở các công thức thí nghiệm

Đơn vị tính: cm

Công thức	Chế phẩm	Giai đoạn sinh trưởng				Chiều dài cành cấp 1
		Cây con	BDRH	KTRH	Thu hoạch	
<b>Vụ Xuân Hè 2017</b>						
I	BaD-S1A1	10,80 <sup>c</sup>	20,57 <sup>b</sup>	34,03 <sup>bc</sup>	39,40 <sup>b</sup>	49,77 <sup>bc</sup>
II	BaD-S1F3	11,40 <sup>bc</sup>	20,77 <sup>b</sup>	35,13 <sup>abc</sup>	39,27 <sup>bc</sup>	51,10 <sup>abc</sup>
III	BaD-S13E2	11,93 <sup>ab</sup>	20,87 <sup>b</sup>	36,60 <sup>ab</sup>	39,03 <sup>bc</sup>	50,90 <sup>abc</sup>
IV	BaD-S13E3	11,37 <sup>bc</sup>	20,97 <sup>b</sup>	35,13 <sup>abc</sup>	39,17 <sup>bc</sup>	51,40 <sup>a</sup>
V	BaD-S18F11	11,87 <sup>ab</sup>	21,50 <sup>ab</sup>	35,17 <sup>abc</sup>	40,77 <sup>a</sup>	51,23 <sup>ab</sup>
VI	BaD-S20D12	12,40 <sup>a</sup>	22,63 <sup>a</sup>	37,03 <sup>a</sup>	40,63 <sup>a</sup>	51,07 <sup>abc</sup>
VII	- (đ/c)	11,00 <sup>bc</sup>	20,67 <sup>b</sup>	33,63 <sup>c</sup>	38,37 <sup>c</sup>	49,63 <sup>c</sup>

Công thức	Chế phẩm	Giai đoạn sinh trưởng				Chiều dài cành cấp 1
		Cây con	BDRH	KTRH	Thu hoạch	
<b>Vụ Đông Xuân 2017 – 2018</b>						
I	BaD-S1A1	10,73 <sup>c</sup>	17,80 <sup>a</sup>	28,70 <sup>a</sup>	45,87 <sup>a</sup>	49,97 <sup>a</sup>
II	BaD-S1F3	11,33 <sup>bc</sup>	13,80 <sup>cd</sup>	23,57 <sup>a</sup>	39,03 <sup>b</sup>	41,03 <sup>bc</sup>
III	BaD-S13E2	11,93 <sup>ab</sup>	15,27 <sup>bc</sup>	24,23 <sup>a</sup>	39,93 <sup>b</sup>	43,33 <sup>b</sup>
IV	BaD-S13E3	11,37 <sup>bc</sup>	16,77 <sup>ab</sup>	25,10 <sup>a</sup>	37,93 <sup>b</sup>	42,30 <sup>bc</sup>
V	BaD-S18F11	11,87 <sup>ab</sup>	12,37 <sup>d</sup>	23,57 <sup>a</sup>	37,53 <sup>b</sup>	39,50 <sup>bc</sup>
VI	BaD-S20D12	12,40 <sup>a</sup>	13,17 <sup>d</sup>	20,50 <sup>a</sup>	35,87 <sup>b</sup>	39,10 <sup>c</sup>
VII	- (đ/c)	11,00 <sup>bc</sup>	13,57 <sup>cd</sup>	27,87 <sup>a</sup>	35,57 <sup>b</sup>	40,60 <sup>bc</sup>

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

Kết quả bảng 3.2 cho thấy trong vụ Đông Xuân 2017 - 2018 cây lạc có chiều cao cây tương tự trong vụ Xuân Hè 2017, giữa các công thức có sự sai khác có ý nghĩa thống kê. Đồng thời chúng ta có thể thấy rằng, chế phẩm của vi khuẩn *Bacillus* có ảnh hưởng đến chiều cao thân chính và chiều dài cành cấp 1 của cây lạc trong hai vụ Xuân Hè 2017 và vụ Đông Xuân 2017 – 2018. Kết quả nghiên cứu của Lê Như Cương và Nguyễn Quảng Quân (2016) cũng cho thấy các công thức thí nghiệm bón chế phẩm *Bacillus* có tác dụng làm tăng chiều cao cây so với đối chứng. Trong các công thức bón chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* khác nhau, công thức bón chế phẩm từ chủng *Bacillus* sp. S20D12 làm tăng chiều cao cây khác biệt so với đối chứng ở cả vùng đất thịt và đất cát.

### 3.1.1.3. Ảnh hưởng đến số lá trên cây

Ở vụ Xuân Hè 2017, số lá giữa các công thức thí nghiệm ở giai đoạn tạo quả dao động từ 15,39 – 15,93 lá, giữa các công thức có sự sai khác ý nghĩa thống kê. Trong đó, công thức VI (BaD-S20D12) có số lá cao nhất (15,93 lá), công thức đối chứng (15,37 lá) và không có sự sai khác thống kê so với các công thức còn lại. Vụ Đông Xuân 2017-2018, công thức I (BaD-S1A1) có số lá cao nhất trong cả hai thời kỳ lần lượt là 10,67 lá và 13,93 lá, có sai khác ý nghĩa thống kê so với công thức đối chứng không xử lý chế phẩm. Kết quả bảng 3.3 cho thấy các chế phẩm vi khuẩn có ích *Bacillus* sử dụng trong các công thức đã có ảnh hưởng đến sự phát triển của lá và số lá còn xanh trên cây qua các giai đoạn theo dõi trong cả hai vụ thí nghiệm.

**Bảng 3.3.** Số lá trên thân chính và số lá xanh còn lại của giống lạc L23 ở các công thức thí nghiệm

Đơn vị tính: lá/cây

Công thức	Chế phẩm	Giai đoạn sinh trưởng				Số lá xanh còn lại
		Cây con	BDRH	KTRH	Tạo quả	
<b>Vụ Xuân Hè 2017</b>						
I	BaD-S1A1	5,47 <sup>a</sup>	8,63 <sup>ab</sup>	12,90 <sup>ab</sup>	15,40 <sup>c</sup>	9,03 <sup>cd</sup>
II	BaD-S1F3	5,40 <sup>ab</sup>	8,70 <sup>a</sup>	12,83 <sup>b</sup>	15,43 <sup>c</sup>	9,23 <sup>bc</sup>
III	BaD-S13E2	5,47 <sup>a</sup>	8,50 <sup>ab</sup>	12,77 <sup>bc</sup>	15,53 <sup>bc</sup>	9,40 <sup>ab</sup>
IV	BaD-S13E3	5,43 <sup>ab</sup>	8,60 <sup>ab</sup>	12,80 <sup>bc</sup>	15,33 <sup>c</sup>	9,27 <sup>bc</sup>
V	BaD-S18F11	5,33 <sup>b</sup>	8,60 <sup>ab</sup>	12,90 <sup>ab</sup>	15,90 <sup>ab</sup>	9,33 <sup>ab</sup>
VI	BaD-S20D12	5,47 <sup>a</sup>	8,63 <sup>ab</sup>	13,03 <sup>a</sup>	15,93 <sup>a</sup>	9,57 <sup>a</sup>
VII	- (đ/c)	5,43 <sup>ab</sup>	8,43 <sup>b</sup>	12,63 <sup>c</sup>	15,37 <sup>c</sup>	8,87 <sup>d</sup>
<b>Vụ Đông Xuân 2017 – 2018</b>						
I	BaD-S1A1	5,47 <sup>a</sup>	6,83 <sup>a</sup>	10,67 <sup>a</sup>	13,93 <sup>a</sup>	7,43 <sup>a</sup>
II	BaD-S1F3	5,50 <sup>a</sup>	6,53 <sup>a</sup>	9,73 <sup>b</sup>	12,90 <sup>c</sup>	7,13 <sup>ab</sup>
III	BaD-S13E2	5,47 <sup>a</sup>	6,83 <sup>a</sup>	10,23 <sup>ab</sup>	13,20 <sup>bc</sup>	5,77 <sup>bc</sup>
IV	BaD-S13E3	5,43 <sup>a</sup>	6,73 <sup>a</sup>	10,00 <sup>ab</sup>	13,07 <sup>bc</sup>	7,10 <sup>ab</sup>
V	BaD-S18F11	5,33 <sup>a</sup>	6,47 <sup>a</sup>	10,23 <sup>ab</sup>	13,33 <sup>b</sup>	7,57 <sup>a</sup>
VI	BaD-S20D12	5,50 <sup>a</sup>	7,07 <sup>a</sup>	9,97 <sup>b</sup>	13,10 <sup>bc</sup>	6,00 <sup>bc</sup>
VII	- (đ/c)	5,43 <sup>a</sup>	6,87 <sup>a</sup>	10,23 <sup>ab</sup>	13,30 <sup>b</sup>	5,13 <sup>c</sup>

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

#### 3.1.1.4. Ảnh hưởng đến số cành trên cây

**Bảng 3.4.** Số cành của giống lạc L23 ở các công thức thí nghiệm

Đơn vị tính: cành/cây

Công thức	Chế phẩm	Cành cấp 1		Cành cấp 2		Tổng số cành	
		XH	ĐX	XH	ĐX	XH	ĐX
		2017	17-18	2017	17-18	2017	17-18
I	BaD-S1A1	4,80 <sup>ab</sup>	3,77 <sup>a</sup>	3,83 <sup>ab</sup>	2,37 <sup>a</sup>	8,63 <sup>abc</sup>	6,14 <sup>a</sup>
II	BaD-S1F3	4,80 <sup>ab</sup>	3,70 <sup>a</sup>	3,90 <sup>ab</sup>	2,50 <sup>a</sup>	8,70 <sup>abc</sup>	6,20 <sup>a</sup>
III	BaD-S13E2	4,73 <sup>abc</sup>	3,83 <sup>a</sup>	4,20 <sup>a</sup>	2,50 <sup>a</sup>	8,93 <sup>a</sup>	6,33 <sup>a</sup>
IV	BaD-S13E3	4,70 <sup>bc</sup>	3,87 <sup>a</sup>	3,67 <sup>b</sup>	2,20 <sup>a</sup>	8,37 <sup>bc</sup>	6,07 <sup>a</sup>
V	BaD-S18F11	4,87 <sup>a</sup>	3,83 <sup>a</sup>	3,60 <sup>b</sup>	2,13 <sup>a</sup>	8,40 <sup>bc</sup>	5,96 <sup>a</sup>
VI	BaD-S20D12	4,87 <sup>a</sup>	3,93 <sup>a</sup>	3,97 <sup>ab</sup>	2,37 <sup>a</sup>	8,84 <sup>a</sup>	6,30 <sup>a</sup>
VII	- (đ/c)	4,63 <sup>c</sup>	3,97 <sup>a</sup>	3,73 <sup>b</sup>	2,00 <sup>a</sup>	8,36 <sup>c</sup>	5,97 <sup>a</sup>

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

Kết quả bảng 3.4 cho thấy trong cả hai vụ, tổng số cành trong vụ Xuân Hè 2017 có sự sai khác ý nghĩa thống kê, trong khi đó vụ Đông Xuân 2017 – 2018 không thấy sự sai khác ý nghĩa thống kê giữa các công thức có sử dụng chế phẩm so với công thức đối chứng không sử dụng chế phẩm. Tóm lại, qua 2 vụ nghiên cứu đều cho thấy công thức đối

chúng có tổng số cành trên cây thấp hơn so với các công thức có sử dụng chế phẩm vi khuẩn có ích *Bacillus*.

### 3.1.1.5. Ảnh hưởng đến số lượng nốt sần

**Bảng 3.5.** Số lượng nốt sần ở các công thức thí nghiệm

Đơn vị tính: nốt sần/cây

Công thức	Chế phẩm	Giai đoạn sinh trưởng					
		Bắt đầu ra hoa		Kết thúc ra hoa		Thu hoạch	
		XH 2017	ĐX 17-18	XH 2017	ĐX 17-18	XH 2017	ĐX 17-18
I	BaD-S1A1	162,78 <sup>d</sup>	169,00 <sup>bc</sup>	225,67 <sup>c</sup>	234,33 <sup>c</sup>	265,00 <sup>d</sup>	375,33 <sup>a</sup>
II	BaD-S1F3	163,11 <sup>cd</sup>	167,11 <sup>bc</sup>	230,11 <sup>c</sup>	239,22 <sup>c</sup>	271,56 <sup>c</sup>	370,33 <sup>a</sup>
III	BaD-S13E2	169,11 <sup>b</sup>	184,22 <sup>ab</sup>	245,00 <sup>b</sup>	255,22 <sup>b</sup>	274,33 <sup>bc</sup>	399,33 <sup>a</sup>
IV	BaD-S13E3	168,67 <sup>bc</sup>	172,67 <sup>ab</sup>	246,78 <sup>b</sup>	257,67 <sup>b</sup>	274,56 <sup>bc</sup>	363,00 <sup>a</sup>
V	BaD-S18F11	168,78 <sup>bc</sup>	191,22 <sup>a</sup>	253,22 <sup>b</sup>	261,89 <sup>ab</sup>	277,33 <sup>b</sup>	366,67 <sup>a</sup>
VI	BaD-S20D12	176,78 <sup>a</sup>	180,78 <sup>ab</sup>	269,44 <sup>a</sup>	274,78 <sup>a</sup>	296,78 <sup>a</sup>	372,33 <sup>a</sup>
VII	- (đ/c)	144,44 <sup>e</sup>	148,44 <sup>c</sup>	205,11 <sup>d</sup>	213,78 <sup>d</sup>	252,33 <sup>e</sup>	318,00 <sup>a</sup>

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

Số lượng nốt sần đạt lớn nhất ở giai đoạn thu hoạch trong cả vụ trồng và có sự khác biệt giữa hai vụ mùa, vụ Xuân Hè 2017 có sự sai khác trong khi vụ Đông Xuân 2017 – 2018 không có sự sai khác giữa việc sử dụng các chế phẩm khác nhau. Vụ Xuân Hè 2017 số lượng nốt sần trong giai đoạn thu hoạch của cây lạc dao động từ 252,33 – 296,78 nốt sần, tất cả các công thức chế phẩm khác nhau có sự sai khác so với công thức đối chứng. Công thức VI (BaD-S20D12) có số nốt sần cao nhất và công thức đối chứng chỉ đạt 252,33 nốt sần. Trong vụ Đông Xuân 2017 – 2018, số lượng nốt sần giữa các công thức dao động 318 – 399,33 nốt sần, các chế phẩm khác nhau không ảnh hưởng đến sự phát triển của nốt sần trong vụ này. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy khi sử dụng chế phẩm *Bacillus* cho cây lạc đã làm tăng số lượng nốt sần so với đối chứng. Trong các chế phẩm sử dụng, chế phẩm BaD-S20D12 cho số lượng nốt sần trên cây cao nhất.

### 3.1.2. Ảnh hưởng đến bệnh hại trên cây lạc

#### 3.1.2.1. Bệnh gỉ sắt (*Puccinia arachidis* Speg.)

Vụ Xuân Hè 2017: Tỷ lệ bệnh trong giai đoạn cuối (05/7) dao động từ 61,33 – 84,67%, công thức VI (BaD-S20D12) có tỷ lệ bệnh giảm nhiều so với những giai đoạn trước và tỷ lệ bệnh thấp nhất trong tất cả các công thức cùng với công thức I (BaD-S1A1), tỷ lệ bệnh ở mức 61,33% và 63,33%. Vụ Đông Xuân: Tỷ lệ bệnh trong giai đoạn này dao động từ 61,33 – 84,67%, công thức VI (BaD-S20D12) có tỷ lệ bệnh giảm nhiều so với những giai đoạn trước và tỷ lệ bệnh thấp nhất trong tất cả các công thức cùng với công thức I (BaD-S1A1), tỷ lệ bệnh ở mức 61,33% và 63,33%. Giữa các công thức thí nghiệm có sự sai khác ý nghĩa thống kê so với công thức đối chứng. Tóm lại, trong hai vụ nghiên cứu là Xuân Hè 2017 và vụ Đông Xuân 2017 – 2018 khi so sánh giữa các công thức sử dụng vi khuẩn *Bacillus* và công thức đối chứng cho thấy sử dụng vi khuẩn *Bacillus* làm cho bệnh hạn chế so với đối chứng, đã làm giảm tỷ lệ bệnh và chỉ

số bệnh gỉ sắt trên đồng ruộng. Sử dụng chế phẩm BaD-S20D12 hạn chế bệnh gỉ sắt tốt hơn so với công thức đối chứng và các chế phẩm khác.

**Bảng 3.6.** Tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh gỉ sắt trên giống lạc L23 ở các công thức thí nghiệm qua các kỳ điều tra trong vụ Xuân Hè 2017

Đơn vị tính: %

Công thức	Chế phẩm	Kỳ điều tra							
		Cây con		Ra hoa, đâm tia				Làm quả	
		24/5		07/6		21/6		05/7	
		TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB
I	BaD-S1A1	27,33 <sup>d</sup>	3,04 <sup>d</sup>	54,00 <sup>f</sup>	6,00 <sup>f</sup>	60,00 <sup>e</sup>	7,56 <sup>d</sup>	61,33 <sup>d</sup>	13,04 <sup>c</sup>
II	BaD-S1F3	45,33 <sup>bc</sup>	5,04 <sup>bc</sup>	63,33 <sup>e</sup>	7,04 <sup>e</sup>	67,33 <sup>d</sup>	8,52 <sup>bcd</sup>	68,00 <sup>c</sup>	12,89 <sup>c</sup>
III	BaD-S13E2	48,67 <sup>abc</sup>	5,41 <sup>abc</sup>	67,33 <sup>d</sup>	7,48 <sup>e</sup>	72,67 <sup>c</sup>	8,96 <sup>bc</sup>	72,67 <sup>b</sup>	13,85 <sup>b</sup>
IV	BaD-S13E3	42,67 <sup>c</sup>	4,74 <sup>c</sup>	69,33 <sup>c</sup>	7,70 <sup>c</sup>	72,00 <sup>e</sup>	9,04 <sup>bc</sup>	72,67 <sup>b</sup>	14,00 <sup>b</sup>
V	BaD-S18F11	53,33 <sup>a</sup>	5,93 <sup>a</sup>	74,00 <sup>b</sup>	8,22 <sup>b</sup>	78,00 <sup>b</sup>	9,56 <sup>b</sup>	74,00 <sup>b</sup>	14,00 <sup>b</sup>
VI	BaD-S20D12	46,67 <sup>abc</sup>	5,19 <sup>abc</sup>	62,00 <sup>e</sup>	6,89 <sup>e</sup>	65,33 <sup>d</sup>	8,15 <sup>cd</sup>	63,33 <sup>d</sup>	11,48 <sup>d</sup>
VII	- (đ/c)	52,67 <sup>ab</sup>	5,85 <sup>ab</sup>	91,33 <sup>a</sup>	10,15 <sup>a</sup>	94,00 <sup>a</sup>	12,81 <sup>a</sup>	84,67 <sup>a</sup>	15,93 <sup>a</sup>

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

**Bảng 3.7.** Tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh gỉ sắt trên giống lạc L23 ở các công thức thí nghiệm qua các kỳ điều tra trong vụ Đông Xuân 2017 – 2018

Đơn vị tính: %

Công thức	Chế phẩm	Kỳ điều tra							
		Cây con		Ra hoa, đâm tia				Làm quả	
		10/3		24/3		07/4		21/4	
		TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB
I	BaD-S1A1	34,67 <sup>ab</sup>	3,85 <sup>ab</sup>	56,67 <sup>e</sup>	6,74 <sup>e</sup>	60,00 <sup>e</sup>	8,15 <sup>d</sup>	62,67 <sup>e</sup>	13,93 <sup>b</sup>
II	BaD-S1F3	38,00 <sup>ab</sup>	4,22 <sup>ab</sup>	65,33 <sup>d</sup>	7,85 <sup>cd</sup>	68,00 <sup>d</sup>	8,89 <sup>bcd</sup>	69,33 <sup>cd</sup>	13,48 <sup>bc</sup>
III	BaD-S13E2	44,67 <sup>a</sup>	4,96 <sup>a</sup>	69,33 <sup>c</sup>	8,15 <sup>bcd</sup>	73,33 <sup>c</sup>	9,48 <sup>bc</sup>	72,67 <sup>bc</sup>	14,59 <sup>b</sup>
IV	BaD-S13E3	41,33 <sup>ab</sup>	4,59 <sup>ab</sup>	70,67 <sup>c</sup>	8,44 <sup>bc</sup>	74,00 <sup>bc</sup>	9,70 <sup>bc</sup>	73,33 <sup>bc</sup>	14,67 <sup>b</sup>
V	BaD-S18F11	33,33 <sup>b</sup>	3,70 <sup>b</sup>	76,67 <sup>b</sup>	8,81 <sup>b</sup>	78,67 <sup>b</sup>	9,93 <sup>b</sup>	74,67 <sup>b</sup>	14,67 <sup>b</sup>
VI	BaD-S20D12	33,33 <sup>b</sup>	3,70 <sup>b</sup>	63,33 <sup>d</sup>	7,48 <sup>d</sup>	65,33 <sup>e</sup>	8,44 <sup>cd</sup>	66,67 <sup>de</sup>	12,44 <sup>c</sup>
VII	- (đ/c)	36,00 <sup>ab</sup>	4,00 <sup>ab</sup>	92,00 <sup>a</sup>	10,96 <sup>a</sup>	92,67 <sup>a</sup>	13,26 <sup>a</sup>	89,33 <sup>a</sup>	17,63 <sup>a</sup>

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .



### 3.1.2.2. Bệnh đốm lá lạc

**Bảng 3.8.** Tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh đốm lá trên giống lạc L23 ở các công thức thí nghiệm trong vụ Xuân Hè 2017

Đơn vị tính: %

Công thức	Chế phẩm	Kỳ điều tra							
		Cây con		Ra hoa, đâm tia				Làm quả	
		24/5		07/6		21/6		05/7	
		TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB
I	BaD-S1A1	56,00 <sup>g</sup>	6,22 <sup>g</sup>	49,33 <sup>e</sup>	6,07 <sup>c</sup>	53,33 <sup>e</sup>	6,67 <sup>c</sup>	56,67 <sup>e</sup>	7,33 <sup>c</sup>
II	BaD-S1F3	70,00 <sup>f</sup>	7,78 <sup>f</sup>	58,67 <sup>d</sup>	7,41 <sup>bc</sup>	62,00 <sup>d</sup>	8,07 <sup>bc</sup>	65,33 <sup>d</sup>	8,89 <sup>bc</sup>
III	BaD-S13E2	74,00 <sup>d</sup>	8,22 <sup>d</sup>	72,67 <sup>b</sup>	8,81 <sup>b</sup>	76,00 <sup>b</sup>	9,48 <sup>b</sup>	75,33 <sup>bc</sup>	9,70 <sup>b</sup>
IV	BaD-S13E3	76,00 <sup>c</sup>	8,44 <sup>c</sup>	71,33 <sup>b</sup>	7,93 <sup>b</sup>	72,67 <sup>bc</sup>	8,37 <sup>b</sup>	76,00 <sup>b</sup>	8,89 <sup>bc</sup>
V	BaD-S18F11	80,67 <sup>b</sup>	8,96 <sup>b</sup>	66,67 <sup>bc</sup>	7,70 <sup>b</sup>	72,00 <sup>bc</sup>	8,59 <sup>b</sup>	70,67 <sup>bcd</sup>	8,59 <sup>bc</sup>
VI	BaD-S20D12	72,00 <sup>e</sup>	8,00 <sup>e</sup>	62,00 <sup>cd</sup>	8,07 <sup>b</sup>	66,67 <sup>cd</sup>	8,59 <sup>b</sup>	70,00 <sup>cd</sup>	9,26 <sup>b</sup>
VII	- (đ/c)	90,00 <sup>a</sup>	10,00 <sup>a</sup>	85,33 <sup>a</sup>	11,41 <sup>a</sup>	86,00 <sup>a</sup>	12,22 <sup>a</sup>	89,33 <sup>a</sup>	12,89 <sup>a</sup>

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

**Bảng 3.9.** Tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh đốm lá trên giống lạc L23 ở các công thức thí nghiệm trong vụ Đông Xuân 2017 - 2018

Đơn vị tính: %

Công thức	Chế phẩm	Kỳ điều tra							
		Cây con		Ra hoa, đâm tia				Làm quả	
		10/3		24/3		07/4		21/4	
		TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB
I	BaD-S1A1	48,67 <sup>d</sup>	5,70 <sup>d</sup>	51,33 <sup>e</sup>	6,30 <sup>c</sup>	55,33 <sup>f</sup>	6,89 <sup>c</sup>	58,67 <sup>e</sup>	7,56 <sup>c</sup>
II	BaD-S1F3	58,67 <sup>c</sup>	6,81 <sup>cd</sup>	60,67 <sup>d</sup>	7,78 <sup>b</sup>	64,00 <sup>e</sup>	8,59 <sup>b</sup>	65,33 <sup>d</sup>	9,19 <sup>b</sup>
III	BaD-S13E2	70,00 <sup>b</sup>	8,37 <sup>b</sup>	72,00 <sup>b</sup>	8,74 <sup>b</sup>	74,00 <sup>bc</sup>	9,56 <sup>b</sup>	77,33 <sup>b</sup>	9,93 <sup>b</sup>
IV	BaD-S13E3	67,33 <sup>b</sup>	7,48 <sup>bc</sup>	72,00 <sup>b</sup>	8,15 <sup>b</sup>	75,33 <sup>b</sup>	8,67 <sup>b</sup>	76,67 <sup>b</sup>	9,26 <sup>b</sup>
V	BaD-S18F11	62,67 <sup>bc</sup>	7,11 <sup>bc</sup>	68,00 <sup>bc</sup>	8,15 <sup>b</sup>	70,67 <sup>cd</sup>	8,59 <sup>b</sup>	72,67 <sup>bc</sup>	9,11 <sup>b</sup>
VI	BaD-S20D12	58,67 <sup>c</sup>	7,56 <sup>bc</sup>	64,67 <sup>cd</sup>	8,37 <sup>b</sup>	68,67 <sup>d</sup>	8,81 <sup>b</sup>	70,67 <sup>cd</sup>	9,48 <sup>b</sup>
VII	- (đ/c)	82,67 <sup>a</sup>	10,52 <sup>a</sup>	86,00 <sup>a</sup>	12,07 <sup>a</sup>	88,00 <sup>a</sup>	12,44 <sup>a</sup>	89,33 <sup>a</sup>	14,07 <sup>a</sup>

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

Qua kết quả nghiên cứu ở Bảng 3.8 và Bảng 3.9 cho thấy, việc sử dụng các chế phẩm *Bacillus* có tác dụng hạn chế bệnh đốm lá trên cây lạc thể hiện ở TLB và CSB đốm lá thấp hơn so với đối chứng cả trong vụ Xuân Hè 2017 và Đông Xuân 2017 – 2018.

### 3.1.3. Ảnh hưởng đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lạc

**Bảng 3.10.** Các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất giống lạc L23 ở các công thức thí nghiệm

Công thức	Chế phẩm	Số cây/m <sup>2</sup> (cây)	Số quả chắc/cây (quả)	P <sub>100</sub> quả (gam)	NSLT (tạ/ha)	NSTT (tạ/ha)	Tỷ lệ NS tăng so với đối chứng (%)
<b>Vụ Xuân Hè 2017</b>							
I	BaD-S1A1	25,87 <sup>b</sup>	13,90 <sup>c</sup>	125,50 <sup>ab</sup>	33,84 <sup>de</sup>	24,25 <sup>c</sup>	6,36
II	BaD-S1F3	25,83 <sup>b</sup>	14,37 <sup>bc</sup>	126,57 <sup>a</sup>	35,24 <sup>cd</sup>	25,21 <sup>bc</sup>	10,57
III	BaD-S13E2	26,07 <sup>ab</sup>	14,47 <sup>bc</sup>	124,37 <sup>ab</sup>	35,17 <sup>cd</sup>	25,40 <sup>bc</sup>	11,40
IV	BaD-S13E3	26,63 <sup>ab</sup>	14,67 <sup>ab</sup>	123,17 <sup>b</sup>	36,08 <sup>bc</sup>	25,98 <sup>ab</sup>	13,95
V	BaD-S18F11	26,20 <sup>ab</sup>	15,20 <sup>ab</sup>	125,03 <sup>ab</sup>	37,35 <sup>b</sup>	26,25 <sup>ab</sup>	15,13
VI	BaD-S20D12	26,97 <sup>a</sup>	15,57 <sup>a</sup>	126,03 <sup>ab</sup>	39,67 <sup>a</sup>	26,97 <sup>a</sup>	18,29
VII	- (đ/c)	24,80 <sup>c</sup>	14,17 <sup>bc</sup>	122,93 <sup>b</sup>	32,42 <sup>e</sup>	22,80 <sup>d</sup>	-
<b>Vụ Đông Xuân 2017 – 2018</b>							
I	BaD-S1A1	27,33 <sup>a</sup>	9,10 <sup>b</sup>	125,33 <sup>ab</sup>	23,38 <sup>bc</sup>	18,58 <sup>de</sup>	2,48
II	BaD-S1F3	26,67 <sup>ab</sup>	9,07 <sup>b</sup>	124,47 <sup>abc</sup>	22,57 <sup>bc</sup>	20,21 <sup>bc</sup>	11,47
III	BaD-S13E2	27,33 <sup>a</sup>	9,93 <sup>ab</sup>	122,25 <sup>cd</sup>	24,89 <sup>ab</sup>	19,46 <sup>cd</sup>	7,34
IV	BaD-S13E3	26,00 <sup>ab</sup>	9,93 <sup>ab</sup>	123,19 <sup>bcd</sup>	23,84 <sup>b</sup>	20,97 <sup>ab</sup>	15,66
V	BaD-S18F11	26,67 <sup>ab</sup>	10,83 <sup>a</sup>	126,23 <sup>a</sup>	27,32 <sup>a</sup>	21,24 <sup>ab</sup>	17,15
VI	BaD-S20D12	26,67 <sup>ab</sup>	10,27 <sup>ab</sup>	124,57 <sup>abc</sup>	25,54 <sup>ab</sup>	21,96 <sup>a</sup>	21,13
VII	- (đ/c)	25,33 <sup>b</sup>	8,73 <sup>b</sup>	121,47 <sup>d</sup>	20,11 <sup>c</sup>	18,13 <sup>e</sup>	-

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

Kết quả theo dõi trong vụ Xuân Hè 2017 cho thấy năng suất thực thu giữa các công thức dao động từ 22,80 – 26,97 tạ/ha. Trong đó công thức VI (BaD-S20D12) có năng suất cao nhất 26,97 tạ/ha. Vụ Đông Xuân 2017-2018, năng suất thực thu giữa các công thức dao động từ 18,13 – 21,96 tạ/ha, công thức VI (BaD-S20D12) cũng đạt năng suất cao nhất 21,96 tạ/ha. Như vậy, tương tự vụ Xuân Hè 2017, trong vụ Đông Xuân 2017 - 2018, tất cả các chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* trong nghiên cứu này (BaD-S1A1, BaD-S1F3, BaD-S13E2, BaD-S13E3, BaD-S18F11 và BaD-S20D12) đều cho NSTT vượt so với đối chứng và tỷ lệ tăng năng suất đạt từ 2,48 – 21,13%. Trong đó, chế phẩm BaD-S20D12 có NSTT vượt đối chứng nhiều nhất là 21,13%.

Từ kết quả nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của một số chế phẩm *Bacillus* đến sinh trưởng, phát triển và năng suất giống lạc L23 tại Quảng Nam, chúng tôi đã tuyển chọn được chế phẩm BaD-S20D12 để sử dụng cho nghiên cứu tiếp theo về phương pháp sử dụng chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* trong sản xuất lạc.

## 3.2. NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP SỬ DỤNG CHẾ PHẨM (LIỀU LƯỢNG VÀ THỜI ĐIỂM XỬ LÝ) VI KHUẨN *BACILLUS* TRONG SẢN XUẤT LẠC

### 3.2.1. Ảnh hưởng của phương pháp sử dụng chế phẩm *Bacillus* đến sinh trưởng, phát triển cây lạc

### 3.2.1.1. Ảnh hưởng đến chiều cao cây lạc

**Bảng 3.11.** Ảnh hưởng của phương pháp sử dụng chế phẩm *Bacillus* đến chiều cao cây lạc

Đơn vị tính: cm

Công thức thí nghiệm	Giai đoạn theo dõi			
	Ra hoa	Đâm tia	Làm quả	Thu hoạch
<b>Vụ Đông Xuân 2017 – 2018</b>				
Công thức I	9,21 <sup>bc</sup>	25,32 <sup>bc</sup>	35,71 <sup>abc</sup>	43,73 <sup>bc</sup>
Công thức II	11,62 <sup>a</sup>	30,02 <sup>a</sup>	39,08 <sup>a</sup>	46,37 <sup>a</sup>
Công thức III	10,30 <sup>ab</sup>	28,58 <sup>ab</sup>	38,20 <sup>ab</sup>	43,90 <sup>ab</sup>
Công thức IV	7,90 <sup>c</sup>	23,97 <sup>c</sup>	34,58 <sup>bc</sup>	46,80 <sup>a</sup>
Công thức V	8,38 <sup>c</sup>	23,94 <sup>c</sup>	34,38 <sup>c</sup>	43,63 <sup>bc</sup>
Công thức VI	10,42 <sup>ab</sup>	29,37 <sup>a</sup>	38,88 <sup>a</sup>	45,17 <sup>a</sup>
Công thức VII (đ/c)	8,83 <sup>bc</sup>	18,17 <sup>d</sup>	28,83 <sup>d</sup>	36,77 <sup>c</sup>
<b>Vụ Xuân Hè 2018</b>				
Công thức I	9,21 <sup>ab</sup>	25,32 <sup>bc</sup>	35,71 <sup>bc</sup>	50,40 <sup>ab</sup>
Công thức II	10,41 <sup>a</sup>	28,11 <sup>ab</sup>	39,97 <sup>a</sup>	51,90 <sup>ab</sup>
Công thức III	8,20 <sup>b</sup>	24,68 <sup>c</sup>	35,10 <sup>c</sup>	45,90 <sup>ab</sup>
Công thức IV	7,90 <sup>b</sup>	23,97 <sup>c</sup>	34,58 <sup>c</sup>	49,47 <sup>ab</sup>
Công thức V	8,39 <sup>b</sup>	23,92 <sup>c</sup>	34,38 <sup>c</sup>	52,63 <sup>a</sup>
Công thức VI	10,42 <sup>a</sup>	29,37 <sup>a</sup>	38,88 <sup>ab</sup>	49,17 <sup>ab</sup>
Công thức VII (đ/c)	8,83 <sup>ab</sup>	18,17 <sup>d</sup>	28,83 <sup>d</sup>	40,43 <sup>b</sup>

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

Qua kết quả theo dõi cả 2 vụ Đông Xuân 2017 - 2018 và Xuân Hè 2018, công thức II có chiều cao cây cao nhất ở các giai đoạn sinh trưởng, phát triển của giống L23. Giai đoạn thu hoạch giống L23 có chiều cao cây ở 2 vụ lần lượt là 46,37 cm và 51,90 cm. Như vậy, công thức II – sử dụng chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* BaD-S20D12 với liều lượng 10 kg/ha khi gieo hạt có xu hướng thúc đẩy chiều cao của cây, cây sinh trưởng tốt hơn.

### 3.2.1.2. Ảnh hưởng đến chiều dài cành cấp 1 trên cây

**Bảng 3.12.** Ảnh hưởng của phương pháp sử dụng chế phẩm *Bacillus* đến chiều dài cành cấp 1 trên cây

Đơn vị tính: cm

Công thức thí nghiệm	Giai đoạn theo dõi			
	Ra hoa	Đâm tia	Làm quả	Thu hoạch
<b>Vụ Đông Xuân 2017 – 2018</b>				
Công thức I	9,37 <sup>abc</sup>	24,94 <sup>a</sup>	29,97 <sup>ab</sup>	48,97 <sup>ab</sup>
Công thức II	10,74 <sup>a</sup>	27,74 <sup>a</sup>	32,07 <sup>a</sup>	55,07 <sup>a</sup>
Công thức III	8,38 <sup>cde</sup>	26,19 <sup>a</sup>	30,08 <sup>ab</sup>	51,60 <sup>ab</sup>
Công thức IV	7,72 <sup>de</sup>	24,91 <sup>a</sup>	27,15 <sup>bc</sup>	50,83 <sup>ab</sup>
Công thức V	6,99 <sup>e</sup>	24,40 <sup>ab</sup>	27,32 <sup>bc</sup>	46,77 <sup>ab</sup>
Công thức VI	10,41 <sup>ab</sup>	26,83 <sup>a</sup>	31,20 <sup>a</sup>	48,30 <sup>ab</sup>
Công thức VII (đ/c)	9,19 <sup>bcd</sup>	20,65 <sup>b</sup>	25,87 <sup>c</sup>	42,63 <sup>b</sup>
<b>Vụ Xuân Hè 2018</b>				

Công thức thí nghiệm	Giai đoạn theo dõi			
	Ra hoa	Đâm tia	Làm quả	Thu hoạch
Công thức I	9,37 <sup>ab</sup>	24,94 <sup>a</sup>	29,97 <sup>ab</sup>	55,30 <sup>a</sup>
Công thức II	10,77 <sup>a</sup>	26,64 <sup>a</sup>	31,45 <sup>a</sup>	57,17 <sup>a</sup>
Công thức III	7,38 <sup>cd</sup>	25,19 <sup>a</sup>	28,28 <sup>abc</sup>	46,23 <sup>b</sup>
Công thức IV	7,72 <sup>bcd</sup>	24,91 <sup>a</sup>	27,15 <sup>bc</sup>	51,50 <sup>ab</sup>
Công thức V	7,01 <sup>d</sup>	24,39 <sup>ab</sup>	27,34 <sup>bc</sup>	50,43 <sup>ab</sup>
Công thức VI	10,41 <sup>a</sup>	26,83 <sup>a</sup>	31,20 <sup>b</sup>	50,93 <sup>ab</sup>
Công thức VII (đ/c)	9,19 <sup>abc</sup>	20,65 <sup>b</sup>	25,87 <sup>c</sup>	46,87 <sup>b</sup>

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

Ở giai đoạn thu hoạch, trong vụ Đông Xuân 2017 – 2018, chiều dài cành của các công thức thí nghiệm biến động từ 55,07 - 42,63 cm, dài nhất là công thức II và ngắn nhất là công thức đối chứng nhưng sự sai khác này không có ý nghĩa thống kê. Trong vụ Xuân Hè 2018, chiều dài cành cấp 1 của các công thức biến động từ 46,23 - 57,17 cm, dài nhất vẫn là công thức II, sự sai khác này có ý nghĩa thống kê. Kết quả theo dõi cho thấy ở cả 2 vụ, qua các giai đoạn ra hoa, đâm tia, làm quả và thu hoạch, công thức II sử dụng chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* BaD-S20D12 với liều lượng 10 kg/ha khi gieo hạt đều cho thấy chiều dài cành cấp 1 của giống lạc L23 là dài nhất, góp phần thúc đẩy sinh trưởng, phát triển của cây.

### 3.2.1.3. Ảnh hưởng đến số lá trên thân chính

**Bảng 3.13.** Ảnh hưởng của phương pháp sử dụng chế phẩm *Bacillus* đến số lá trên thân chính

Đơn vị tính: lá/cây

Công thức thí nghiệm	Giai đoạn theo dõi			
	Ra hoa	Đâm tia	Làm quả	Thu hoạch
<b>Vụ Đông Xuân 2017 – 2018</b>				
Công thức I	6,50 <sup>a</sup>	7,73 <sup>b</sup>	9,73 <sup>b</sup>	10,40 <sup>ab</sup>
Công thức II	6,60 <sup>a</sup>	9,67 <sup>b</sup>	11,50 <sup>a</sup>	10,77 <sup>a</sup>
Công thức III	5,80 <sup>ab</sup>	7,97 <sup>b</sup>	8,83 <sup>b</sup>	8,17 <sup>bc</sup>
Công thức IV	5,47 <sup>b</sup>	7,93 <sup>b</sup>	9,03 <sup>b</sup>	10,40 <sup>ab</sup>
Công thức V	5,50 <sup>b</sup>	7,80 <sup>b</sup>	9,47 <sup>b</sup>	8,60 <sup>abc</sup>
Công thức VI	6,23 <sup>ab</sup>	9,63 <sup>a</sup>	11,73 <sup>a</sup>	8,50 <sup>bc</sup>
Công thức VII (đ/c)	5,60 <sup>b</sup>	7,90 <sup>b</sup>	9,23 <sup>a</sup>	7,57 <sup>c</sup>
<b>Vụ Xuân Hè 2018</b>				
Công thức I	6,33 <sup>ab</sup>	7,73 <sup>b</sup>	9,73 <sup>b</sup>	11,37 <sup>b</sup>
Công thức II	6,50 <sup>a</sup>	9,17 <sup>a</sup>	11,37 <sup>a</sup>	13,23 <sup>a</sup>
Công thức III	5,30 <sup>d</sup>	7,97 <sup>b</sup>	8,83 <sup>b</sup>	10,73 <sup>b</sup>
Công thức IV	5,47 <sup>cd</sup>	7,93 <sup>b</sup>	9,03 <sup>b</sup>	10,77 <sup>b</sup>
Công thức V	5,50 <sup>bcd</sup>	7,80 <sup>b</sup>	9,47 <sup>b</sup>	11,20 <sup>b</sup>
Công thức VI	6,23 <sup>abc</sup>	9,10 <sup>a</sup>	11,30 <sup>a</sup>	13,10 <sup>a</sup>
Công thức VII (đ/c)	5,60 <sup>bcd</sup>	7,90 <sup>b</sup>	9,20 <sup>b</sup>	10,87 <sup>b</sup>

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

So với vụ Đông Xuân 2017 - 2018 thì vụ Xuân Hè 2018 ở giai đoạn thu hoạch, các công thức có số lá/cây cao hơn, cao nhất vẫn là công thức công thức II và công thức VI (13,10 - 13,23 lá), các công thức còn lại không có sai khác về mặt thống kê, thấp nhất là công thức III (10,73 lá). Kết quả bảng 3.13 cho thấy ở cả 2 vụ Đông Xuân 2017 - 2018 và vụ Xuân Hè 2018, công thức II – sử dụng chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* BaD-S20D12 với liều lượng 10 kg/ha khi gieo hạt có xu hướng thúc đẩy số lá trên thân chính nhiều nhất.

#### 3.2.1.4. Ảnh hưởng đến số lượng nốt sần của cây lạc

**Bảng 3.14.** Ảnh hưởng của phương pháp sử dụng chế phẩm *Bacillus* đến số lượng nốt sần của cây lạc

Đơn vị tính: nốt sần/cây

Công thức thí nghiệm	Giai đoạn theo dõi	
	Làm quả	Thu hoạch
<b>Vụ Đông Xuân 2017 – 2018</b>		
Công thức I	159,33 <sup>bc</sup>	206,67 <sup>c</sup>
Công thức II	192,33 <sup>a</sup>	342,00 <sup>a</sup>
Công thức III	165,67 <sup>abc</sup>	247,33 <sup>bc</sup>
Công thức IV	157,67 <sup>bc</sup>	242,33 <sup>bc</sup>
Công thức V	153,67 <sup>c</sup>	244,33 <sup>bc</sup>
Công thức VI	189,33 <sup>bc</sup>	274,33 <sup>b</sup>
Công thức VII (đ/c)	137,33 <sup>c</sup>	260,67 <sup>b</sup>
<b>Vụ Xuân Hè 2018</b>		
Công thức I	260,33 <sup>cd</sup>	307,00 <sup>d</sup>
Công thức II	301,67 <sup>a</sup>	422,00 <sup>a</sup>
Công thức III	264,67 <sup>bc</sup>	306,67 <sup>d</sup>
Công thức IV	257,33 <sup>cd</sup>	343,00 <sup>c</sup>
Công thức V	254,33 <sup>cd</sup>	377,00 <sup>b</sup>
Công thức VI	289,33 <sup>ab</sup>	407,33 <sup>a</sup>
Công thức VII (đ/c)	237,33 <sup>d</sup>	349,67 <sup>c</sup>

*Ghi chú:* Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

Vụ Đông Xuân 2017 - 2018: Ở giai đoạn làm quả, giữa các công thức có chế phẩm bón ngay từ khi gieo và bón khi làm cỏ đợt 1 thì số lượng nốt sần hầu như không sai khác về mặt thống kê. Đến giai đoạn thu hoạch giữa các công thức đã có sự sai khác có ý nghĩa, số nốt sần cao nhất ở công thức II (342,0 nốt sần/cây). Vụ Xuân Hè 2018: Ở cả hai giai đoạn là làm quả và thu hoạch, liều lượng và thời điểm bón chế phẩm đã có ảnh hưởng đến các công thức thí nghiệm, công thức II có số lượng nốt sần cao nhất ở cả hai giai đoạn lần lượt là 301,67 nốt sần/cây và 422,0 nốt sần/cây nhưng không có sự sai khác với công thức VI. Kết quả bảng 3.14 cho thấy ở cả 2 vụ Đông Xuân 2017 - 2018 và vụ Xuân Hè 2018, công thức II – sử dụng chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* BaD-S20D12 với liều lượng 10 kg/ha khi gieo hạt cho số lượng nốt sần nhiều hơn các công thức khác.

### 3.2.2. Ảnh hưởng đến tình hình bệnh hại cây lạc

#### 3.2.2.1. Bệnh lở cổ rễ (*Rhizoctonia solani* Kuhn)

**Bảng 3.15.** Tỷ lệ bệnh lở cổ rễ hại lạc qua các giai đoạn theo dõi

Công thức thí nghiệm	Giai đoạn theo dõi (%)			AUDPC
	Cây con	Ra hoa, làm quả	Thu hoạch	
<b>Vụ Đông Xuân 2017 – 2018</b>				
Công thức I	0,20 <sup>a</sup>	0,10 <sup>a</sup>	0,00	8,65 <sup>ab</sup>
Công thức II	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00	0,00 <sup>a</sup>
Công thức III	0,10 <sup>a</sup>	0,10 <sup>a</sup>	0,00	5,91 <sup>ab</sup>
Công thức IV	0,10 <sup>a</sup>	0,11 <sup>a</sup>	0,00	6,15 <sup>ab</sup>
Công thức V	0,20 <sup>a</sup>	0,10 <sup>a</sup>	0,00	8,80 <sup>ab</sup>
Công thức VI	0,10 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00	2,66 <sup>ab</sup>
Công thức VII (đ/c)	0,41 <sup>a</sup>	0,21 <sup>a</sup>	0,00	17,66 <sup>b</sup>
<b>Vụ Xuân Hè 2018</b>				
Công thức I	0,00	0,00	0,00	0,00
Công thức II	0,00	0,00	0,00	0,00
Công thức III	0,00	0,00	0,00	0,00
Công thức IV	0,00	0,00	0,00	0,00
Công thức V	0,00	0,00	0,00	0,00
Công thức VI	0,00	0,00	0,00	0,00
Công thức VII (đ/c)	0,00	0,00	0,00	0,00

*Ghi chú:* Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

Trong quá trình theo dõi thí nghiệm, bệnh lở cổ rễ chỉ xuất hiện trong vụ Đông Xuân 2017 – 2018. Đánh giá phản ứng của bệnh trong toàn bộ quá trình phát triển, qua xử lý AUDPC ở bảng 3.15 cho thấy công thức VII (đối chứng) có tỷ lệ bệnh lở cổ rễ là cao nhất (17,66), trong khi đó công thức II là 0,00 và sự sai khác này có ý nghĩa thống kê. Vụ Xuân Hè 2018 không xuất hiện bệnh lở cổ rễ ở cả ba giai đoạn sinh trưởng phát triển trên giống lạc L23 tại huyện Thăng Bình, tỉnh Quảng Nam. Kết quả ở bảng 3.15 cho thấy chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* sp. BaD-S20D12 đã có tác dụng hạn chế bệnh lở cổ rễ.

#### 3.2.2.2. Bệnh héo rũ gốc mốc trắng hại lạc (*Sclerotium rolfsii* Sacc.)

**Bảng 3.16.** Tỷ lệ bệnh héo rũ gốc mốc trắng hại lạc ở điều kiện đồng ruộng qua các giai đoạn theo dõi

Công thức thí nghiệm	Giai đoạn theo dõi (%)			AUDPC
	Cây con	Ra hoa, làm quả	Thu hoạch	
<b>Vụ Đông Xuân 2017 – 2018</b>				
Công thức I	0,30 <sup>ab</sup>	1,32 <sup>a</sup>	0,31 <sup>b</sup>	37,03 <sup>ab</sup>
Công thức II	0,00 <sup>b</sup>	0,30 <sup>b</sup>	0,10 <sup>b</sup>	8,38 <sup>a</sup>
Công thức III	0,10 <sup>b</sup>	0,40 <sup>b</sup>	0,10 <sup>b</sup>	14,45 <sup>ab</sup>
Công thức IV	0,31 <sup>ab</sup>	1,45 <sup>a</sup>	0,32 <sup>b</sup>	41,09 <sup>b</sup>
Công thức V	0,20 <sup>ab</sup>	1,54 <sup>a</sup>	0,32 <sup>b</sup>	41,44 <sup>b</sup>
Công thức VI	0,10 <sup>b</sup>	1,50 <sup>a</sup>	0,21 <sup>b</sup>	35,53 <sup>ab</sup>
Công thức VII (đ/c)	0,51 <sup>a</sup>	1,66 <sup>a</sup>	0,99 <sup>a</sup>	83,51 <sup>c</sup>

Công thức thí nghiệm	Giai đoạn theo dõi (%)			AUDPC
	Cây con	Ra hoa, làm quả	Thu hoạch	
<b>Vụ Xuân Hè 2018</b>				
Công thức I	0,20 <sup>a</sup>	0,60 <sup>a</sup>	0,21 <sup>b</sup>	28,83 <sup>ab</sup>
Công thức II	0,10 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,10 <sup>b</sup>	14,29 <sup>a</sup>
Công thức III	0,10 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,10 <sup>b</sup>	14,49 <sup>a</sup>
Công thức IV	0,20 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>	0,21 <sup>b</sup>	32,82 <sup>ab</sup>
Công thức V	0,20 <sup>a</sup>	0,82 <sup>a</sup>	0,32 <sup>b</sup>	37,99 <sup>ab</sup>
Công thức VI	0,20 <sup>a</sup>	0,80 <sup>a</sup>	0,21 <sup>b</sup>	35,06 <sup>ab</sup>
Công thức VII (đ/c)	0,51 <sup>a</sup>	1,24 <sup>a</sup>	0,87 <sup>a</sup>	68,03 <sup>b</sup>

*Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .*

Kết quả ở bảng 3.16 cho thấy bệnh héo rũ gốc mốc trắng xuất hiện gây hại cả ba giai đoạn sinh trưởng, phát triển của cây lạc. Xử lý AUDPC của vụ Đông Xuân 2017 – 2018 cho thấy công thức VII (đ/c) có tỷ lệ bệnh héo rũ gốc mốc trắng cao nhất (83,51), tiếp đến là công thức I (37,03), chỉ số này thấp nhất là ở công thức II đạt 8,38 và có sự sai khác thống kê với công thức VII. Trong vụ Xuân Hè 2018, AUDPC ở công thức II và III có tỷ lệ bệnh héo rũ gốc mốc trắng thấp nhất (lần lượt là 14,29 và 14,49) và công thức VII là cao nhất (68,03), sự sai khác này có ý nghĩa thống kê. Như vậy, ở cả 2 vụ, công thức II – sử dụng chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* BaD-S20D12 với liều lượng 10 kg/ha khi gieo hạt đạt hiệu quả kỹ thuật cao nhất trong việc quản lý bệnh héo rũ gốc mốc trắng trên cây lạc vụ Xuân Hè 2018 tại Thăng Bình, Quảng Nam.

### 3.2.2.3. Bệnh héo rũ gốc mốc đen hại lạc (*Aspergillus niger* Van Tiegh)

**Bảng 3.17.** Tỷ lệ bệnh héo rũ gốc mốc đen hại lạc ở điều kiện đồng ruộng qua các giai đoạn theo dõi

Công thức thí nghiệm	Giai đoạn theo dõi (%)			AUPDC
	Cây con	Ra hoa, làm quả	Thu hoạch	
<b>Vụ Đông Xuân 2017 – 2018</b>				
Công thức I	0,30 <sup>a</sup>	1,32 <sup>a</sup>	0,31 <sup>b</sup>	56,48 <sup>bc</sup>
Công thức II	0,10 <sup>a</sup>	0,30 <sup>b</sup>	0,20 <sup>b</sup>	16,32 <sup>a</sup>
Công thức III	0,20 <sup>a</sup>	0,41 <sup>b</sup>	0,20 <sup>b</sup>	22,43 <sup>ab</sup>
Công thức IV	0,31 <sup>a</sup>	1,44 <sup>a</sup>	0,32 <sup>b</sup>	61,03 <sup>c</sup>
Công thức V	0,41 <sup>a</sup>	1,54 <sup>a</sup>	0,43 <sup>b</sup>	68,83 <sup>c</sup>
Công thức VI	0,30 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>	0,31 <sup>b</sup>	62,30 <sup>c</sup>
Công thức VII (đ/c)	0,51 <sup>a</sup>	1,67 <sup>a</sup>	1,21 <sup>a</sup>	91,12 <sup>c</sup>
<b>Vụ Xuân Hè 2018</b>				
Công thức I	0,20 <sup>a</sup>	1,21 <sup>abc</sup>	0,21 <sup>a</sup>	48,22 <sup>abc</sup>
Công thức II	0,10 <sup>a</sup>	0,30 <sup>c</sup>	0,20 <sup>a</sup>	16,30 <sup>a</sup>
Công thức III	0,10 <sup>a</sup>	0,40 <sup>bc</sup>	0,20 <sup>a</sup>	19,69 <sup>ab</sup>
Công thức IV	0,31 <sup>a</sup>	1,55 <sup>a</sup>	0,32 <sup>a</sup>	64,21 <sup>c</sup>
Công thức V	0,31 <sup>a</sup>	1,43 <sup>ab</sup>	0,42 <sup>a</sup>	62,56 <sup>bc</sup>
Công thức VI	0,30 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>	0,31 <sup>a</sup>	62,34 <sup>bc</sup>
Công thức VII (đ/c)	0,41 <sup>a</sup>	1,65 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	74,65 <sup>c</sup>

*Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .*

Đánh giá phản ứng của bệnh héo rũ gốc mốc đen hại lạc trong toàn bộ quá trình phát triển qua chỉ số AUDPC ở vụ Đông Xuân 2017 – 2018 cho thấy công thức VII (đ/c) không xử lý chế phẩm là cao nhất (91,12), thấp nhất là công thức II (16,32) và sự sai khác này có ý nghĩa thống kê. Tương tự vụ Đông Xuân 2017-2018, AUDPC ở vụ Xuân Hè 2018 cao nhất vẫn là công thức VII (đ/c) không sử dụng chế phẩm (74,65), thấp nhất ở công thức II (16,30), sự sai khác này là có ý nghĩa thống kê. Như vậy, qua bảng 3.17 chúng tôi thấy rằng việc bón 10 kg/ha BaD-S20D12 khi gieo hạt có vai trò quan trọng và đạt hiệu quả kỹ thuật cao nhất trong việc quản lý bệnh héo rũ gốc mốc đen trên cây lạc.

#### 3.2.2.4. Bệnh héo rũ tái xanh hại lạc (*Ralstonia solanacearum* Smith)

**Bảng 3.18.** Tỷ lệ bệnh héo rũ tái xanh hại lạc ở điều kiện đồng ruộng qua các giai đoạn theo dõi

Công thức thí nghiệm	Giai đoạn theo dõi (%)			AUDPC
	Cây con	Ra hoa, làm quả	Thu hoạch	
<b>Vụ Đông Xuân 2017 – 2018</b>				
Công thức I	0,30 <sup>a</sup>	0,51 <sup>c</sup>	0,21 <sup>b</sup>	28,45 <sup>abc</sup>
Công thức II	0,10 <sup>a</sup>	0,10 <sup>d</sup>	0,10 <sup>b</sup>	7,86 <sup>a</sup>
Công thức III	0,10 <sup>a</sup>	0,50 <sup>cd</sup>	0,10 <sup>b</sup>	20,90 <sup>ab</sup>
Công thức IV	0,20 <sup>a</sup>	0,83 <sup>bc</sup>	0,22 <sup>b</sup>	36,23 <sup>bc</sup>
Công thức V	0,30 <sup>a</sup>	0,82 <sup>bc</sup>	0,21 <sup>b</sup>	38,78 <sup>bc</sup>
Công thức VI	0,10 <sup>a</sup>	1,10 <sup>b</sup>	0,42 <sup>b</sup>	46,14 <sup>c</sup>
Công thức VII (đ/c)	0,41 <sup>a</sup>	1,67 <sup>a</sup>	1,10 <sup>a</sup>	86,23 <sup>d</sup>
<b>Vụ Xuân Hè 2018</b>				
Công thức I	0,20 <sup>a</sup>	0,40 <sup>bc</sup>	0,21 <sup>b</sup>	22,41 <sup>ab</sup>
Công thức II	0,10 <sup>a</sup>	0,20 <sup>c</sup>	0,10 <sup>b</sup>	11,10 <sup>a</sup>
Công thức III	0,10 <sup>a</sup>	0,50 <sup>bc</sup>	0,10 <sup>b</sup>	20,86 <sup>ab</sup>
Công thức IV	0,20 <sup>a</sup>	0,61 <sup>bc</sup>	0,11 <sup>b</sup>	27,28 <sup>ab</sup>
Công thức V	0,20 <sup>a</sup>	0,72 <sup>bc</sup>	0,21 <sup>b</sup>	32,60 <sup>ab</sup>
Công thức VI	0,20 <sup>a</sup>	1,00 <sup>ab</sup>	0,41 <sup>a</sup>	45,65 <sup>b</sup>
Công thức VII (đ/c)	0,31 <sup>a</sup>	1,55 <sup>a</sup>	0,97 <sup>a</sup>	77,33 <sup>c</sup>

*Ghi chú:* Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

Trong vụ Đông Xuân 2017 – 2018, xử lý AUDPC ở bệnh héo rũ tái xanh hại lạc cho thấy ở công thức II là thấp nhất (7,86), cao nhất là công thức VII (đ/c) không xử lý chế phẩm (86,23), sự sai khác này có ý nghĩa thống kê. Qua bảng 3.18 chúng tôi thấy công thức II đạt hiệu quả kỹ thuật cao nhất trong việc quản lý bệnh héo rũ tái xanh trên giống lạc L23 tại huyện Thăng Bình, tỉnh Quảng Nam. Tương tự ở vụ Đông Xuân 2017-2018, ở vụ Xuân Hè 2018 đánh giá phản ứng bệnh trong toàn bộ quá trình phát triển cũng cho thấy công thức II có AUDPC là thấp nhất (11,10) và cao nhất là công thức VII không xử lý chế phẩm (77,33), sự sai khác này có ý nghĩa thống kê. AUDPC ở các công thức khác biến động từ 20,86 đến 45,65. Như vậy, qua kết quả Bảng 3.18 chúng tôi thấy công thức II – sử dụng chế phẩm vi khuẩn *Bacillus* BaD-S20D12 với liều lượng 10 kg/ha khi gieo hạt đạt hiệu quả kỹ thuật cao nhất trong việc quản lý bệnh héo rũ tái xanh trên giống lạc L23 tại huyện Thăng Bình, tỉnh Quảng Nam.



### 3.2.3. Ảnh hưởng đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lạc

**Bảng 3.19.** Các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lạc

Công thức thí nghiệm	Mật độ (cây/m <sup>2</sup> )	Số quả chắc/cây	P 100 quả (g)	NSLT (tạ/ha)	NSTT (tạ/ha)
<b>Vụ Đông Xuân 2017 – 2018</b>					
Công thức I	27	16,27 <sup>a</sup>	130,00 <sup>a</sup>	43,00 <sup>b</sup>	21,00 <sup>b</sup>
Công thức II	28	15,77 <sup>ab</sup>	136,67 <sup>a</sup>	45,90 <sup>a</sup>	25,30 <sup>a</sup>
Công thức III	28	14,03 <sup>ab</sup>	128,67 <sup>a</sup>	37,90 <sup>d</sup>	21,30 <sup>b</sup>
Công thức IV	27	15,37 <sup>ab</sup>	131,80 <sup>a</sup>	41,00 <sup>c</sup>	19,70 <sup>b</sup>
Công thức V	27	12,50 <sup>b</sup>	131,33 <sup>a</sup>	33,30 <sup>f</sup>	19,70 <sup>b</sup>
Công thức VI	28	13,80 <sup>ab</sup>	124,18 <sup>a</sup>	36,00 <sup>e</sup>	22,30 <sup>b</sup>
Công thức VII (đ/c)	27	13,43 <sup>ab</sup>	129,00 <sup>a</sup>	35,10 <sup>e</sup>	20,30 <sup>b</sup>
<b>Vụ Xuân Hè 2018</b>					
Công thức I	27	14,67 <sup>ab</sup>	121,33 <sup>bc</sup>	36,10 <sup>b</sup>	20,30 <sup>ab</sup>
Công thức II	28	16,33 <sup>a</sup>	126,33 <sup>b</sup>	43,30 <sup>a</sup>	23,00 <sup>a</sup>
Công thức III	28	13,33 <sup>b</sup>	124,67 <sup>ab</sup>	34,90 <sup>bc</sup>	20,00 <sup>ab</sup>
Công thức IV	27	13,67 <sup>b</sup>	121,00 <sup>bc</sup>	35,30 <sup>bc</sup>	18,30 <sup>c</sup>
Công thức V	27	13,33 <sup>b</sup>	120,33 <sup>c</sup>	32,50 <sup>bc</sup>	19,00 <sup>c</sup>
Công thức VI	28	16,67 <sup>a</sup>	125,67 <sup>b</sup>	44,00 <sup>b</sup>	20,07 <sup>bc</sup>
Công thức VII (đ/c)	24	13,00 <sup>b</sup>	120,00 <sup>c</sup>	28,10 <sup>c</sup>	19,70 <sup>c</sup>

*Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .*

Vụ Đông Xuân 2017 - 2018: Năng suất lý thuyết giữa các công thức biến động từ 33,33 – 45,90 tạ/ha, cao nhất là công thức II (45,90 tạ/ha), công thức II cũng có năng suất thực thu cao nhất (25,30 tạ/ha) và sai khác có ý nghĩa với các công thức còn lại. Vụ Xuân Hè 2018: Năng suất lý thuyết của các công thức biến động từ 28,10 (công thức đối chứng) – 44,00 tạ/ha (công thức VI). Năng suất thực thu của các công thức biến động từ 18,30 – 23,00 tạ/ha, nhưng giữa các công thức không có sai khác thống kê so với công thức đối chứng (ngoại trừ công thức II).

Như vậy, qua các kết quả nghiên cứu chúng tôi thấy rằng liều lượng và thời điểm xử lý chế phẩm *Bacillus* BaD-S20D12 đã có ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển và năng suất của giống lạc L23 trong vụ Đông Xuân 2017 - 2018 và vụ Xuân Hè 2018. Công thức II – sử dụng chế phẩm *Bacillus* BaD-S20D12 với liều lượng 10 kg/ha khi gieo hạt đã có hiệu quả trong việc kích thích sinh trưởng, tăng số lượng nốt sần của cây và có năng suất cao hơn các công thức thí nghiệm khác.

### 3.3. ỨNG DỤNG CÁC KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TRONG SẢN XUẤT LẠC TẠI QUẢNG NAM

### 3.3.1. Ảnh hưởng của chế phẩm đến sinh trưởng, phát triển cây lạc

**Bảng 3.21.** Một số chỉ tiêu liên quan đến sinh trưởng, phát triển của lạc ở các công thức thí nghiệm

Công thức thí nghiệm	Chiều cao cây (cm)	Chiều dài cặp cành cấp 1 đầu tiên (cm)	Số lá trên thân chính (lá/thân)	Số lượng nốt sần giai đoạn ra hoa (nốt sần/cây)	Số lượng nốt sần giai đoạn làm quả non (nốt sần/cây)
Đối chứng	44,1 <sup>b</sup>	48,0 <sup>b</sup>	11,8 <sup>a</sup>	116 <sup>a</sup>	125 <sup>b</sup>
CT1 - BaD	53,4 <sup>a</sup>	51,6 <sup>a</sup>	12,1 <sup>a</sup>	139 <sup>a</sup>	169 <sup>a</sup>
CT2 - Biota	47,7 <sup>b</sup>	50,3 <sup>ab</sup>	11,7 <sup>a</sup>	121 <sup>a</sup>	136 <sup>b</sup>

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

Kết quả nghiên cứu cho thấy chế phẩm BaD (CT1 – BaD) làm tăng chiều cao cây, chiều dài cành và số lượng nốt sần giai đoạn làm quả non so với đối chứng (Bảng 3.21). Tuy nhiên công thức sử dụng chế phẩm Biota (CT2 – Biota) không có sự khác biệt rõ ràng so với đối chứng.

### 3.3.2. Ảnh hưởng đến nhóm bệnh héo rũ lạc

**Bảng 3.23.** Tỷ lệ cây chết do một số bệnh héo rũ chính trên lạc

Đơn vị tính: %

Công thức	Héo rũ gốc mốc đen	Héo rũ gốc mốc trắng	Héo rũ tái xanh
Đối chứng	3,01 <sup>c</sup>	6,28 <sup>b</sup>	2,11 <sup>b</sup>
CT1 – BaD	0,71 <sup>a</sup>	0,92 <sup>a</sup>	1,30 <sup>a</sup>
CT2 – Biota	2,81 <sup>b</sup>	1,00 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột có sai khác ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ .

Kết quả cho thấy bệnh lở cổ rễ và héo rũ gốc mốc xám không gây hại trên ruộng lạc. Trong đó, bệnh héo rũ gốc mốc đen, héo rũ gốc mốc trắng và héo rũ tái xanh, ở công thức sử dụng chế phẩm BaD (CT1 - BaD) đều có khả năng hạn chế bệnh, tỷ lệ cây chết thấp nhất trong các công thức và sự sai khác này là có ý nghĩa thống kê. Số liệu bảng 3.23 cũng cho thấy bệnh héo rũ gốc mốc trắng gây hại nặng hơn nhưng sử dụng chế phẩm BaD (CT1 - BaD) làm giảm đáng kể tỷ lệ bệnh so với đối chứng.

### 3.3.3. Năng suất và hiệu quả kinh tế

**Bảng 3.24.** Hiệu quả kinh tế mang lại khi sử dụng chế phẩm *Bacillus* cho cây lạc ở Quảng Nam

Công thức thí nghiệm	Năng suất thực thu (kg/ha)	Chênh lệch năng suất (kg/ha)	Chi phí tăng thêm (1.000 đồng/ha)	Giá bán (1.000 đồng/kg)	Tổng thu (1.000 đồng/ha)	Thu nhập tăng thêm (1.000 đồng/ha)
Đối chứng	2.150	-	-	20	43.000	-
CT1 - BaD	2.550	400	2.000	20	51.000	6.000
CT2 - Biota	2.300	150	2.000	20	46.000	1.000

Kết quả nghiên cứu cho thấy so với đối chứng không sử dụng chế phẩm, công thức có sử dụng chế phẩm BaD (CT1 - BaD) làm cho năng suất tăng thêm 400 kg/ha, đạt 18,6% và tăng 150 kg/ha, đạt 7,0% so với công thức thí nghiệm sử dụng chế phẩm thương mại (CT2 – Biota). Tổng thu ở công thức sử dụng chế phẩm BaD (CT1 - BaD) cũng cao nhất (51.000.000 đồng), dẫn đến thu nhập tăng thêm so với đối chứng là 6.000.000 đồng và 5.000.000 đồng so với công thức sử dụng chế phẩm thương mại (CT2 – Biota). Như vậy, chế phẩm BaD (CT1 - BaD) đã làm tăng năng suất và hiệu quả kinh tế rõ ràng so với các công thức sử dụng Biota (CT2 – Biota) và đối chứng không sử dụng chế phẩm sinh học.

## CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

### 4.1. KẾT LUẬN

(1) Sáu chế phẩm nghiên cứu đều có khả năng làm tăng tỷ lệ mọc (83,84 - 88,89%), tăng lượng nốt sần, kích thích sinh trưởng, phát triển và tăng năng suất giống lạc L23 tại Quảng Nam. Các chế phẩm cũng có tác dụng hạn chế bệnh gỉ sắt và đốm lá trên giống lạc L23, với tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh thấp hơn so với công thức đối chứng ở cả 2 thời vụ. Đã tuyển chọn được chế phẩm BaD-S20D12 có khả năng cho năng suất thực thu cao nhất, đạt 26,97 tạ/ha và 21,96 tạ/ha tương ứng với Xuân Hè 2017 và vụ Đông Xuân 2017 – 2018, tăng so với đối chứng là 18,29% và 21,13%.

(2) Sử dụng chế phẩm vi khuẩn sản xuất từ chủng *Bacillus* sp. BaD-S20D12 cho lạc với liều lượng 10 kg/ha trộn vào đất rồi rải lên hạt khi gieo có khả năng kích thích sinh trưởng, hạn chế bệnh héo rũ gốc mốc trắng (tỷ lệ bệnh 0,1 - 0,3%), héo rũ gốc mốc đen (tỷ lệ bệnh 0,1 - 0,3%) và héo rũ tái xanh hại lạc (tỷ lệ bệnh 0,1 - 0,2%), tăng số lượng nốt sần so với công thức đối chứng ở cả 2 thời vụ. Năng suất thực thu đạt 25,3 tạ/ha và 23 tạ/ha tương ứng với vụ Đông Xuân 2017 - 2018 và vụ Xuân Hè 2018, cao hơn so với đối chứng và các công thức khác.

(3) Kết quả mô hình cho thấy sử dụng chế phẩm vi khuẩn sản xuất từ chủng *Bacillus* sp. BaD-S20D12 đem lại hiệu quả cao trong sản xuất giống lạc L23 tại Quảng Nam, năng suất tăng thêm 400 kg/ha, tăng 18,6% so với đối chứng và tăng 150 kg/ha, tăng 7,0% so với công thức thí nghiệm sử dụng chế phẩm thương mại. Thu nhập tăng thêm từ công thức sử dụng chế phẩm BaD-S20D12 là 6.000.000 đồng/ha so với đối chứng và 5.000.000 đồng/ha so với công thức sử dụng chế phẩm thương mại.

### 4.2. ĐỀ NGHỊ

(1) Bón chế phẩm BaD-S20D12 với liều lượng 10 kg/ha, trộn vào đất rồi rải lên hạt khi gieo được khuyến cáo cho các vùng trồng lạc ở Quảng Nam.

(2) Mở rộng mô hình sản xuất lạc có sử dụng chế phẩm BaD-S20D12 ở các tỉnh thành khác tại miền Trung Việt Nam.

(3) Thực hiện sản xuất thử nghiệm với chế phẩm BaD-S20D12 từ chủng vi khuẩn *Bacillus* sp. BaD-S20D12 để đăng ký sản phẩm thương mại hóa.

## DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA LUẬN ÁN

**1. Nguyễn Xuân Vũ, Lê Như Cương, Phan Thị Phương Nhi, Lê Đức Lâm (2018),** Hiệu quả kích thích sinh trưởng và nâng cao năng suất của chế phẩm *Bacillus* cho cây lạc trồng tại Quảng Nam, Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Khoa học Tự nhiên, Tập 127, số 1C, tr. 149 - 157.

**2. Nguyễn Xuân Vũ, Phan Thị Phương Nhi, Trần Thị Hoàng Đông, Thái Thị Huyền, Lê Như Cương (2021),** Khả năng hạn chế bệnh hại lá trên cây lạc của chế phẩm sinh học *Bacillus* tại Quảng Nam, Tạp chí Bảo vệ thực vật, số 2 (295), tr. 10 - 15.

**HUE UNIVERSITY**  
**UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND FORESTRY**

---

**NGUYEN XUAN VU**

**STUDY ON USING *BACILLUS* BENEFICIAL BACTERIA  
BIO-PRODUCT IN GROUNDNUT PRODUCTION IN  
QUANG NAM PROVINCE, VIETNAM**

**DOCTORAL DISSERTATION IN CROP SCIENCE**

**HUE – 2022**

**HUE UNIVERSITY**  
**UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND FORESTRY**

---

**NGUYEN XUAN VU**

**STUDY ON USING *BACILLUS* BENEFICIAL BACTERIA  
BIO-PRODUCT IN GROUNDNUT PRODUCTION IN  
QUANG NAM PROVINCE, VIETNAM**

**DOCTORAL DISSERTATION IN CROP SCIENCE**  
**CODE: 9620110**

**Supervisors:**

**Assoc. Prof. Dr. PHAN THI PHUONG NHI**

**HUE – 2022**

**This reseach was completed at:  
UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND FORESTRY**

*Supervisors:*  
**assoc. prof. dr. Phan Thi Phuong Nhi**

**Reviewer 1:**  
.....  
.....

**Reviewer 2:**  
.....  
.....

**Reviewer 3:**  
.....  
.....

**The thesis will be defended in front of Hue University Thesis evaluation committee at:**  
.....  
.....

**The thesis can be found at:**  
.....  
.....



## INTRODUCTION

### 1. The necessary of study

Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) is a valuable crop that is widely grown throughout Vietnam, particularly in the Central provinces. Numerous studies have been conducted over the years on the application of scientific and technological advances to increase groundnut yield. However, groundnut productivity remains low and varies in the central region of our country due to poor soil conditions, unfavourable weather and climate, and pests and diseases.

In current agricultural production, chemical fertilizer is used despite increased productivity, yields, and economic efficiency. However, inorganic fertilizers can result in toxic substances being accumulated in the environment and agricultural products. A current research direction is using microbial fertilizers to increase crop yields while maintaining ecological balance and sustainable agricultural production. Microbial strains which are used in fertilizer that contain beneficial microorganisms help plants in growing, developing, limiting disease, and producing high yields. Among beneficial microorganisms for plants, the plant growth promoting rhizobacteria is one of the groups that have been widely studied in many countries around the world, especially *Bacillus* bacteria. Some research results showed that rhizosphere bacteria of the genus *Bacillus* can produce many different biologically active compounds and are able to inhibit many types of pathogens on many crops. However, our country still has not had many studies on *Bacillus* bacteria to apply to groundnut.

In Quang Nam, groundnut is grown in various ecological zones on two main soil types: sandy loam soil and coastal sandy soil. Among the main crops, groundnut always occupy a large area, with 10.000 hectares planted annually. However, groundnut productivity remains low in this region. In order to improve groundnut yield, in recent years, there have been several studies on the antagonistic bacteria and stimulation of growth of groundnut at production areas in Central Vietnam. The research results showed that among the collected rhizosphere beneficial bacteria strains, the *Bacillus* strains showed stability of stimulating growth and limiting diseases on groundnut, thereby producing higher yield of groundnut than the control formula. Based on these results, we carried out the production of *Bacillus* bio-product for testing on groundnut. In order to be able to apply bio-product in groundnut production effectively, we conducted the topic "**Study on using *Bacillus* beneficial bacteria bio-product in groundnut production in Quang Nam province, Vietnam.**"

### 2. Objectives

#### 2.1. General objective

To select the *Bacillus* beneficial bacteria bio-product and methods of using bio-product in groundnut production in Quang Nam province in order to stimulate growth, development, limit diseases and increase groundnut yield.

#### 2.2. Detail objectives

- To select the *Bacillus* bacteria bio-product that affect the growth, development and yield of groundnut production in Quang Nam.
- To determine the dosage and time of treatment of *Bacillus* bio-product to effectively increase yield and limit some of the diseases in groundnut production.

- Applied *Bacillus* bio-product in groundnut production models in Quang Nam.

### **3. The scientific and practical significance**

#### **3.1. Scientific significance**

- The results of the study on the impact of beneficial bacteria *Bacillus* on growth, development and disease prevention to groundnut of this project are the basis for recommending the use of *Bacillus* beneficial bacteria in groundnut production.

- The results of the project can be used as a reference for scientific researches related to the application of beneficial microorganisms on legumes in general and groundnut in particular.

#### **3.2. Practical significance**

- Using *Bacillus* beneficial bacteria in groundnut production to improve productivity, economic efficiency, and protect the environment in the study area.

- Using *Bacillus* beneficial bacteria in groundnut production to limit diseases, that is especially meaningful for groundnut growing areas in Quang Nam

### **4. New contribution of dissertation**

1. Research results have selected the bio-product with high efficiency in groundnut production which was BaD-S20D12 that is from indigenous *Bacillus* sp. bacteria strains, had the ability to stimulating the growth, development, limiting disease and increasing yield of L23 groundnut variety in Quang Nam province.

2. Research results have determined the method of using BaD-S20D12 bio-product for L23 groundnut variety which was fertilizing at 10 kg/ha, mixed into the soil and then spread on seeds when sowing to increase yield and limit major diseases in groundnut production in Quang Nam.

3. The results of application of BaD-S20D12 bio-product in groundnut production model in Quang Nam bring high efficiency in L23 groundnut production in Quang Nam. This is the first groundnut production technique with the application of *Bacillus* bio-product in the Central region.

### **5. Dissertation structure**

The dissertation was formatted in A4 and contains 100 pages, excluding the References and Appendix. In which, the Introduction had three pages; Chapter 1: Overview had 29 pages; Chapter 2: Materials and methodology had 12 pages; Chapter 3: Results and discussions had 55 pages; Chapter 4: Conclusions and recommendations had 1 page. List of scientific works had 1 page; References had 13 pages. The dissertation had 133 references, in which 50 documents in Vietnamese, 82 documents in English and 1 website. Appendix had 59 pages. Results and discussions had 24 tables and 19 figures.

## **CHAPTER 1. LITERATURE REVIEW**

### **1.1. THEORETICAL BASIS OF RESEARCH**

- 1.1.1. The value of groundnut
  - 1.1.2. Ecological needs of groundnut
    - 1.1.2.1. Temperature
    - 1.1.2.2. Water and humidity
    - 1.1.2.3. Light
    - 1.1.2.4. Soil
  - 1.1.3. Microbiology of rhizosphere and growth stimulating mechanism of beneficial bacteria
    - 1.1.3.1. Microbiology of rhizosphere
    - 1.1.3.2. The growth stimulating mechanism of beneficial bacteria
  - 1.1.4. *Bacillus* bacteria
  - 1.1.5. The definitions of bio-production
- 1.2. PRACTICAL BASIS OF RESEARCH**
- 1.2.1. The situation of groundnut production in the world and Vietnam
    - 1.2.1.1. In the world
    - 1.2.1.2. In Vietnam
    - 1.2.1.3. The situation of groundnut production in Quang Nam province
  - 1.2.2. Advantages and disadvantages of groundnut production
  - 1.2.3. The use of bio-production in crop production
- 1.3. RESEARCH ISSUES RELATED TO THE TOPIC**
- 1.3.1. Research issues in the world
    - 1.3.1.1. Research on using beneficial bacteria for groundnut
    - 1.3.1.2. Research on the application of *Bacillus* bacteria
    - 1.3.1.3. Several studies of microorganism effect to the growth and development of groundnut on the world
  - 1.3.2. Research issues in Vietnam
    - 1.3.2.1. Several studies on beneficial bacteria for groundnut in Vietnam
    - 1.3.2.2. Research on development and application of *Bacillus* bacteria in pest control
    - 1.3.2.3. Several studies of microorganism effect to the growth and development of groundnut in Viet Nam
    - 1.3.2.4. Research on bio-product for groundnut

## **CHAPTER 2. MATERIALS AND METHODOLOGY**

### **2.1. MATERIALS**

### 2.1.1. Duration and Place of research

Duration: This study had been conducted from 1/2017 - 12/2020

Place: This study was carried out at three sandy soil fields in Binh Dao, Binh Phuc, Binh Giang communes and at a sandy loam soil in Binh Chanh commune, Thang Binh district, Quang Nam province.

### 2.1.2. Materials

- The groundnut variety used in this study was the L23.

- The bacterial bio-product: The experiment used bio-products made from *Bacillus* bacteria which had origin from groundnuts in Central Vietnam which were isolated and selected by our research team. The bacteria have been identified by 16S-rDNA sequences and published in the gene bank.

**Table 2.1.** List of *Bacillus* beneficial bacteria bio-product used in the study

Bio-product	Bacterial strains	Bacterial density (cfu/g)	Origin
BaD-S1A1	<i>Bacillus</i> sp. S1A1	$1 \times 10^9$	Rhizosphere of groundnut
BaD-S1F3	<i>Bacillus</i> sp. S1F3	$1 \times 10^9$	”
BaD-S13E2	<i>Bacillus</i> sp. S13E2	$1 \times 10^9$	”
BaD-S13E3	<i>Bacillus</i> sp. S13E3	$1 \times 10^9$	”
BaD-S18F11	<i>Bacillus</i> sp. S18F11	$1 \times 10^9$	”
BaD-S20D12	<i>Bacillus</i> sp. S20D12	$1 \times 10^9$	”

## 2.2. RESEARCH CONTENTS

- Evaluation the effects of *Bacillus* bio-products on the growth, development, and yield of groundnut.

- Research the methods of using the bio-product, including dosage and time of treatment of *Bacillus* bacteria in groundnut production.

- Application of research results to build models of groundnut production in Quang Nam province.

## 2.3. RESEARCH METHODOLOGY

### 2.3.1. Design experiments

#### 2.3.1.1. Content 1: Evaluation of the several *Bacillus* bio-product effected to the growth, development and yield of groundnut

Duration: Spring-Summer crop 2017 and Winter-Spring crop 2017 - 2018.

#### a. Experimental formula

The experiment consisted of 7 treatments, in which 6 treatments used 6 different *Bacillus* bio-product, and the control formula did not use bio-product (Table 2.2).

**Table 2.2. Bacillus bio-product used in the experiment**

No	Experimental formula	The bio-product	The dosage (kg/ha)	The usage method
1	Formula I	BaD-S1A1	10	The bio-product was mixed into the soil and spread on seeds when sowing.
2	Formula II	BaD-S1F3	10	”
3	Formula III	BaD-S13E2	10	”
4	Formula IV	BaD-S13E3	10	”
5	Formula V	BaD-S18F11	10	”
6	Formula VI	BaD-S20D12	10	”
7	Formula VII (Control)	-	-	-

**b. Experimental design:**

The experiment was arranged in the completely randomized block design (RCBD), with 7 treatments and 3 replicates in Binh Dao commune (sand soil) and Binh Phuc commune (sand soil), Thang Binh district, Quang Nam province.

Each experimental plot area: 15 m<sup>2</sup> (3 x 5); The experiment field area: 315 m<sup>2</sup>; the total experiment field area: 515 m<sup>2</sup>.

**2.3.1.2. Content 2: Research on the methods of using the bio-product (including dosage and treatment time of Bacillus bacteria in groundnut production)**

Duration: Winter-Spring crop 2017 - 2018 and Spring-Summer crop 2018

**a. Experimental formula**

In this experiment, one *Bacillus* bio-product with the highest efficiency in content 1 chosen for the dosage and treatment time experiments of groundnut production in Quang Nam, was BaD-S20D12.

**Table 2.3. The dosage and treatment time of bio-product**

No.	Experimental formula	Time of treatment	Dosage (kg/ha)	Usage Method
1	Formula I	Sowing	5	The bio-product was mixed into the soil and spread on seeds when sowing
2	Formula II	Sowing	10	
3	Formula III	Sowing	15	
4	Formula IV	weeding phase 1	5	The bio-product was mixed with soil and spread on groundnut roots before weeding phase 1.
5	Formula V	weeding phase 1	10	
6	Formula VI	weeding phase 1	15	
7	Formula VI (control)	-	0	

**b. Experimental design**

The experiment was arranged with two factors; each formula had three replicates, the formulas were arranged according to the combination method (Factorial design) and arranged in the field according to the completely randomized block design (RCBD). Each experimental plot area: 15 m<sup>2</sup>.

### **2.3.1.3. Content 3: Application research results to build models of groundnut production models in Quang Nam.**

Duration of the experiment: Winter-Spring crop 2018 - 2019

The experimental formula included:

- Control (D/C): Applying local people's process protocol
- Formula 1 (CT1 - BaD): Using the BaD-S20D12 bio-product
- Formula 2 (CT2 - Biota): Using the commercial bio-product Biota Max as recommended.

Place: The model was conducted in sandy loam soil groundnut growing area in Binh Chanh commune, Thang Binh district, Quang Nam province. Each model had a 1,000 m<sup>2</sup> area, not repeated. Using dosage and time of application of BaD-S20D12 for the best groundnut yield in content 2.

### **2.3.2. Technical measures**

The National Technical Regulation on testing for value of cultivation and use of groundnut varieties QCVN 01 - 57: 2011/BNNPTNT. Formulas with bio-product: application method and dosage as in Tables 2.2 (the content experiment 1) and 2.3 (the content experiment 2). In the experimental model of content 3, the BaD-S20D12 was used at a dose of 10 kg/ha, mixed into the soil and spread on seeds when sowing (the best formula in experiment 2).

### **2.3.3. Criteria and evaluation methods**

#### **2.3.3.1. Criteria of growth and development**

- Germination rate: The time evaluation of L23 in the treatments was 7, 10, and 15 days after planting. In each experimental plot the number of plants/m<sup>2</sup> was counted and the average of three replicates was calculated, density was 33 plants/m<sup>2</sup> as follows: Germination rate (%) = (number of plants growing / 33) x 100

- Criteria of growth and development: plant height, number of leaves, branch length, the number of remaining green leaves, and the total number of branches. Plant height was measured, the leaves number of the formulas on 20 days after planting (seedling stage), was counted ten plants were chosen in each experimental plot. Before harvesting, the length of the primary branch, the number of remaining leaves on the plant, and the total number of branches were counted on the chosen sample plants.

- The number of nodules: Some indicators of nodules in different periods were monitored: Starting to flowering, when groundnut form young fruit, and before harvest. A shovel was used to dig up the whole tree, three trees were dug up in each plot, washed and the nodules/ plant were counted.

#### **2.3.3.2. Evaluation of some major plant diseases**

- Group of leaf diseases (leaf spot and rust disease): Periodic survey every 14 days, 10 compound leaves randomly selected per point; each experimental plot examined five diagonal points. Disease rate and disease index were calculated by counting the leaves disease, as formula below:

Disease rate (%) = (total number of disease leaves /total number of investigated leaves) x 100.

Disease index (%) = [((N<sub>1</sub> x 1) + (N<sub>3</sub> x 3) + ...+ (N<sub>n</sub> x n)) / N x 9] x 100

Where, N1: the number of infected leaves at level 1, N3: the number of infected leaves at level 3, N<sub>n</sub>: the number of infected leaves at level n, N: the total number of investigated leaves, and 9 was the highest disease level. Diseased leaves classified according to QCVN 01 - 168: 2014/BNNPTNT.

- Group of root diseases (*Rhizoctonia solani* Kuhn, Stem rot, black collar rot and bacterial wilt):

Period of investigation at seedling, flowering, fruiting, and harvesting stages.

Disease rate (%) = (Total diseased plants / Total number of investigated plants) x 100

Evaluation of the disease's response during the entire plant development by the area under the progressive disease curve (AUDPC).

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} (y_i + y_{i+1})(t_{i+1} - t_i)/2$$

Where: “t” is the time of each reading, “y” is the percentage of affected foliage at each reading and “n” is the number of readings. The variable “t” can represent the days after planting or days after emergence.

#### **2.3.3.3. Methods of evaluating yield components**

- Number of peanut pod/ plant, number of filled peanut pod/ plant

- Weight of 100 dried peanut pod (P100 peanut pod) (g): Pick at random 100g peanuts and count the total number of peanut, then determine as the formula:

P<sub>100</sub> peanut pod (g) = (100 g/Total peanut pod) x 100

- Dry yield (kg/m<sup>2</sup>) = Dry peanut weight (kg/plot)/ Plot area (m<sup>2</sup>)

- Theoretical yield = (Number of filled peanut pod/plant x number of plant/m<sup>2</sup> x P<sub>100</sub> peanut (g) x 7500 m<sup>2</sup>) / 10<sup>7</sup>

- Actual yield (quintals/ha) is the yield of dried peanut pod obtained from the experiment at 12% moisture and expressed in quintals/hectare.

#### **2.3.4. Data recorded and Statistical analysis**

The average data were calculated, graphed by Microsoft Excel 2010 software, and analyzed by Statistics 10.0, SPSS 16.0 software.

## CHAPTER 3. RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1. ASSESSMENT OF THE EFFECT OF SOME *BACILLUS* BIO-PRODUCT ON THE GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD OF GROUNDNUT

#### 3.1.1. Effect of *Bacillus* bio-product on the growth, development of groundnut

##### 3.1.1.1. Germination rate

*Table 3.1. The germination rate of L23 variety in experimental treatments in Thang Binh district, Quang Nam province (Unit: %)*

Formula	Bio-product	Spring-Summer 2017			Winter-Spring 2017 - 2018		
		7 NSG	10 NSG	15 NSG	7 NSG	10 NSG	15 NSG
I	BaD-S1A1	35.35 <sup>a</sup>	66.67 <sup>a</sup>	87.88 <sup>a</sup>	33.33 <sup>a</sup>	62.63 <sup>a</sup>	88.89 <sup>a</sup>
II	BaD-S1F3	36.36 <sup>a</sup>	67.68 <sup>a</sup>	86.87 <sup>b</sup>	34.34 <sup>a</sup>	61.62 <sup>a</sup>	86.87 <sup>ab</sup>
III	BaD-S13E2	35.35 <sup>a</sup>	65.66 <sup>a</sup>	86.87 <sup>ab</sup>	32.32 <sup>a</sup>	65.66 <sup>a</sup>	86.87 <sup>ab</sup>
IV	BaD-S13E3	33.33 <sup>a</sup>	63.64 <sup>a</sup>	83.84 <sup>ab</sup>	34.34 <sup>a</sup>	65.66 <sup>a</sup>	85.86 <sup>ab</sup>
V	BaD-S18F11	38.38 <sup>a</sup>	62.63 <sup>a</sup>	86.87 <sup>ab</sup>	35.35 <sup>a</sup>	62.63 <sup>a</sup>	88.89 <sup>a</sup>
VI	BaD-S20D12	39.39 <sup>a</sup>	70.71 <sup>a</sup>	88.89 <sup>a</sup>	33.33 <sup>a</sup>	63.64 <sup>a</sup>	85.86 <sup>ab</sup>
VII	Control	30.30 <sup>a</sup>	59.60 <sup>a</sup>	79.80 <sup>b</sup>	26.26 <sup>b</sup>	58.59 <sup>a</sup>	81.82 <sup>b</sup>

*Note: NSG – the day after sowing; Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .*

According to Table 3.1, the Spring-Summer 2017 crop had germination rates similar to Winter-Spring 2017 - 2018 crop. The using of bio-product did not affect the growth rate of groundnut during the first ten days after sowing but began to affect the growth of groundnut on 15 days after sowing. Our results were similar to Hayat et al. (2010), showed that beneficial bacteria can stimulate seed germination as increasing the rate germination.

##### 3.1.1.2. The plant height and the length of the primary branch

The results of Table 3.2 showed that in the Winter-Spring 2017 - 2018 crop, groundnut plant had the similar plant height in the Spring-Summer 2017 crop; there was a statistically significant difference between the treatments. We can see that the *Bacillus* bio-product affected the height of the main stem and the length of the primary branches during the Spring-Summer 2017 and Winter-Spring 2017 - 2018 crops. Le Nhu Cuong and Nguyen Quang Quan (2016) also showed that the experimental formulas that applied *Bacillus* bio-product increased plant height compared to the control. Among the treatments, the *Bacillus* sp. S20D12 bio-product had increased plant height which was significantly different compared to control in both sandy loam and sandy soils.



### 3.1.1.3. The number of leaves on the plant

**Table 3.2.** Height of main stem and length of the primary branch of L23 variety in the experimental treatments (Unit: cm)

Formula	Bio-product	Stage of growth				Length of the primary branch
		Seedling	Begin of flowering	End of flowering	Harvest	
<b>Spring-Summer 2017</b>						
I	BaD-S1A1	10.80 <sup>c</sup>	20.57 <sup>b</sup>	34.03 <sup>bc</sup>	39.40 <sup>b</sup>	49.77 <sup>bc</sup>
II	BaD-S1F3	11.40 <sup>bc</sup>	20.77 <sup>b</sup>	35.13 <sup>abc</sup>	39.27 <sup>bc</sup>	51.10 <sup>abc</sup>
III	BaD-S13E2	11.93 <sup>ab</sup>	20.87 <sup>b</sup>	36.60 <sup>ab</sup>	39.03 <sup>bc</sup>	50.90 <sup>abc</sup>
IV	BaD-S13E3	11.37 <sup>bc</sup>	20.97 <sup>b</sup>	35.13 <sup>abc</sup>	39.17 <sup>bc</sup>	51.40 <sup>a</sup>
V	BaD-S18F11	11.87 <sup>ab</sup>	21.50 <sup>ab</sup>	35.17 <sup>abc</sup>	40.77 <sup>a</sup>	51.23 <sup>ab</sup>
VI	BaD-S20D12	12.40 <sup>a</sup>	22.63 <sup>a</sup>	37.03 <sup>a</sup>	40.63 <sup>a</sup>	51.07 <sup>abc</sup>
VII	Control	11.00 <sup>bc</sup>	20.67 <sup>b</sup>	33.63 <sup>c</sup>	38.37 <sup>c</sup>	49.63 <sup>c</sup>
<b>Winter-Spring 2017 – 2018</b>						
I	BaD-S1A1	10.73 <sup>c</sup>	17.80 <sup>a</sup>	28.70 <sup>a</sup>	45.87 <sup>a</sup>	49.97 <sup>a</sup>
II	BaD-S1F3	11.33 <sup>bc</sup>	13.80 <sup>cd</sup>	23.57 <sup>a</sup>	39.03 <sup>b</sup>	41.03 <sup>bc</sup>
III	BaD-S13E2	11.93 <sup>ab</sup>	15.27 <sup>bc</sup>	24.23 <sup>a</sup>	39.93 <sup>b</sup>	43.33 <sup>b</sup>
IV	BaD-S13E3	11.37 <sup>bc</sup>	16.77 <sup>ab</sup>	25.10 <sup>a</sup>	37.93 <sup>b</sup>	42.30 <sup>bc</sup>
V	BaD-S18F11	11.87 <sup>ab</sup>	12.37 <sup>d</sup>	23.57 <sup>a</sup>	37.53 <sup>b</sup>	39.50 <sup>bc</sup>
VI	BaD-S20D12	12.40 <sup>a</sup>	13.17 <sup>d</sup>	20.50 <sup>a</sup>	35.87 <sup>b</sup>	39.10 <sup>c</sup>
VII	Control	11.00 <sup>bc</sup>	13.57 <sup>cd</sup>	27.87 <sup>a</sup>	35.57 <sup>b</sup>	40.60 <sup>bc</sup>

Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .

**Table 3.3.** The number of leaves on the main stem and the number of remaining green leaves of L23 variety in experimental treatments (Unit: leaves/plant)

Formula	Bio-product	Stage of growth				The no. of remaining green leaves
		Seedling	Start of flowering	End of flowering	Podding period	
<b>Spring-Summer 2017</b>						
I	BaD-S1A1	5.47 <sup>a</sup>	8.63 <sup>ab</sup>	12.90 <sup>ab</sup>	15.40 <sup>c</sup>	9.03 <sup>cd</sup>
II	BaD-S1F3	5.40 <sup>ab</sup>	8.70 <sup>a</sup>	12.83 <sup>b</sup>	15.43 <sup>c</sup>	9.23 <sup>bc</sup>
III	BaD-S13E2	5.47 <sup>a</sup>	8.50 <sup>ab</sup>	12.77 <sup>bc</sup>	15.53 <sup>bc</sup>	9.40 <sup>ab</sup>
IV	BaD-S13E3	5.43 <sup>ab</sup>	8.60 <sup>ab</sup>	12.80 <sup>bc</sup>	15.33 <sup>c</sup>	9.27 <sup>bc</sup>
V	BaD-S18F11	5.33 <sup>b</sup>	8.60 <sup>ab</sup>	12.90 <sup>ab</sup>	15.90 <sup>ab</sup>	9.33 <sup>ab</sup>
VI	BaD-S20D12	5.47 <sup>a</sup>	8.63 <sup>ab</sup>	13.03 <sup>a</sup>	15.93 <sup>a</sup>	9.57 <sup>a</sup>
VII	Control	5.43 <sup>ab</sup>	8.43 <sup>b</sup>	12.63 <sup>c</sup>	15.37 <sup>c</sup>	8.87 <sup>d</sup>
<b>Winter-Spring 2017 – 2018</b>						
I	BaD-S1A1	5.47 <sup>a</sup>	6.83 <sup>a</sup>	10.67 <sup>a</sup>	13.93 <sup>a</sup>	7.43 <sup>a</sup>
II	BaD-S1F3	5.50 <sup>a</sup>	6.53 <sup>a</sup>	9.73 <sup>b</sup>	12.90 <sup>c</sup>	7.13 <sup>ab</sup>
III	BaD-S13E2	5.47 <sup>a</sup>	6.83 <sup>a</sup>	10.23 <sup>ab</sup>	13.20 <sup>bc</sup>	5.77 <sup>bc</sup>
IV	BaD-S13E3	5.43 <sup>a</sup>	6.73 <sup>a</sup>	10.00 <sup>ab</sup>	13.07 <sup>bc</sup>	7.10 <sup>ab</sup>
V	BaD-S18F11	5.33 <sup>a</sup>	6.47 <sup>a</sup>	10.23 <sup>ab</sup>	13.33 <sup>b</sup>	7.57 <sup>a</sup>
VI	BaD-S20D12	5.50 <sup>a</sup>	7.07 <sup>a</sup>	9.97 <sup>b</sup>	13.10 <sup>bc</sup>	6.00 <sup>bc</sup>
VII	Control	5.43 <sup>a</sup>	6.87 <sup>a</sup>	10.23 <sup>ab</sup>	13.30 <sup>b</sup>	5.13 <sup>c</sup>

Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .

In the Spring-Summer 2017 crop, the leaf number between experimental treatments at the fruiting stage varied from 15.39 to 15.93 leaves; this difference was statistically significant. Whereas formula VI (BaD-S20D12) had the most leaves (15.93 leaves), the control formula (15.37 leaves) and there was no statistically significant difference between the other formulas. In the Winter-Spring 2017 - 2018 crop, the formula I (BaD-S1A1) had the most leaves in both periods, with 10.67 and 13.93 leaves, respectively, had statistically significant difference to the control. The results of Table 3.3 indicated that the *Bacillus* beneficial bacteria bio-product used in the treatments affected the leaf growth and the number of green leaves on the plant during the monitoring periods for both experimental crops.

#### 3.1.1.4. The number of branches on the plant

**Table 3.4.** Number of branches of L23 variety in the experimental treatments  
(Unit: branches/plant)

Formula	Bio-product	The primary branch		The second branch		Total no. of branches	
		Spring - Summer 2017	Winter-Spring 17-18	Spring - Summer 2017	Winter-Spring 17-18	Spring - Summer 2017	Winter-Spring 17-18
I	BaD-S1A1	4.80 <sup>ab</sup>	3.77 <sup>a</sup>	3.83 <sup>ab</sup>	2.37 <sup>a</sup>	8.63 <sup>abc</sup>	6.14 <sup>a</sup>
II	BaD-S1F3	4.80 <sup>ab</sup>	3.70 <sup>a</sup>	3.90 <sup>ab</sup>	2.50 <sup>a</sup>	8.70 <sup>abc</sup>	6.20 <sup>a</sup>
III	BaD-S13E2	4.73 <sup>abc</sup>	3.83 <sup>a</sup>	4.20 <sup>a</sup>	2.50 <sup>a</sup>	8.93 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>
IV	BaD-S13E3	4.70 <sup>bc</sup>	3.87 <sup>a</sup>	3.67 <sup>b</sup>	2.20 <sup>a</sup>	8.37 <sup>bc</sup>	6.07 <sup>a</sup>
V	BaD-S18F11	4.87 <sup>a</sup>	3.83 <sup>a</sup>	3.60 <sup>b</sup>	2.13 <sup>a</sup>	8.40 <sup>bc</sup>	5.96 <sup>a</sup>
VI	BaD-S20D12	4.87 <sup>a</sup>	3.93 <sup>a</sup>	3.97 <sup>ab</sup>	2.37 <sup>a</sup>	8.84 <sup>a</sup>	6.30 <sup>a</sup>
VII	Control	4.63 <sup>c</sup>	3.97 <sup>a</sup>	3.73 <sup>b</sup>	2.00 <sup>a</sup>	8.36 <sup>c</sup>	5.97 <sup>a</sup>

*Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .*

The results of Table 3.4 indicated that the total number of branches in the Spring-Summer crop 2017 were statistically significantly different, whereas there was no statistically significant difference of the total number of branches between formulations and control. In summary, the number of total branches/ plant of control was fewer than other the *Bacillus* beneficial bacteria treatments.

### 3.1.1.5. The number of nodules

**Table 3.5.** Number of nodules in the experimental treatments (Unit: nodules/plant)

Formula	Bio-product	Stage of growth					
		Start of flowering		End of flowering		Harvest	
		Spring - Summer 2017	Winter- Spring 17-18	Spring - Summer 2017	Winter- Spring 17-18	Spring - Summer 2017	Winter- Spring 17-18
I	BaD-S1A1	162.78 <sup>d</sup>	169.00 <sup>bc</sup>	225.67 <sup>c</sup>	234.33 <sup>c</sup>	265.00 <sup>d</sup>	375.33 <sup>a</sup>
II	BaD-S1F3	163.11 <sup>cd</sup>	167.11 <sup>bc</sup>	230.11 <sup>c</sup>	239.22 <sup>c</sup>	271.56 <sup>c</sup>	370.33 <sup>a</sup>
III	BaD-S13E2	169.11 <sup>b</sup>	184.22 <sup>ab</sup>	245.00 <sup>b</sup>	255.22 <sup>b</sup>	274.33 <sup>bc</sup>	399.33 <sup>a</sup>
IV	BaD-S13E3	168.67 <sup>bc</sup>	172.67 <sup>ab</sup>	246.78 <sup>b</sup>	257.67 <sup>b</sup>	274.56 <sup>bc</sup>	363.00 <sup>a</sup>
V	BaD-S18F11	168.78 <sup>bc</sup>	191.22 <sup>a</sup>	253.22 <sup>b</sup>	261.89 <sup>ab</sup>	277.33 <sup>b</sup>	366.67 <sup>a</sup>
VI	BaD-S20D12	176.78 <sup>a</sup>	180.78 <sup>ab</sup>	269.44 <sup>a</sup>	274.78 <sup>a</sup>	296.78 <sup>a</sup>	372.33 <sup>a</sup>
VII	Control	144.44 <sup>e</sup>	148.44 <sup>c</sup>	205.11 <sup>d</sup>	213.78 <sup>d</sup>	252.33 <sup>e</sup>	318.00 <sup>a</sup>

Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .

The number of nodules was highest in the harvest stage and there was a difference between on the two crops. There was a difference in the Spring-Summer 2017 crop, but there was no difference in the Winter-Spring 2017 - 2018 crop when using different bio-product. In the Spring-Summer 2017 crop, the number of nodules ranged from 252.33 to 296.78 nodules, all formulations were different from the control formula. Formula VI (BaD-S20D12) had the most nodules, while the control formula had only 252.33 nodules. In the Winter-Spring crop 2017 - 2018, the number of nodules among treatments ranged between 318 and 399.33 nodules, the different bio-product did not affect nodule development in this crop. The results of our study indicated that using *Bacillus* bio-products for groundnut increased number of nodules significantly compared to the control. Among the bio-products, BaD-S20D12 produced the most amount of nodules/plant.

### 3.1.2. Effects of diseases on groundnut

#### 3.1.2.1. Rust disease (*Puccinia arachidis* Speg.)

**Table 3.6.** Rate and index of rust disease on L23 variety in experimental treatments in Spring-Summer 2017 (Unit: %)

Formul a	Bio-product	Period of investigation							
		Seedling		Flowering, Pegging				Podding	
		24/5		07/6		21/6		05/7	
		TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB
I	BaD-S1A1	27.33 <sup>d</sup>	3.04 <sup>d</sup>	54.00 <sup>f</sup>	6.00 <sup>f</sup>	60.00 <sup>e</sup>	7.56 <sup>d</sup>	61.33 <sup>d</sup>	13.04 <sup>c</sup>
II	BaD-S1F3	45.33 <sup>bc</sup>	5.04 <sup>bc</sup>	63.33 <sup>e</sup>	7.04 <sup>e</sup>	67.33 <sup>d</sup>	8.52 <sup>bc</sup> <sub>d</sub>	68.00 <sup>c</sup>	12.89 <sup>c</sup>
III	BaD-S13E2	48.67 <sup>ab</sup> <sub>c</sub>	5.41 <sup>ab</sup> <sub>c</sub>	67.33 <sup>d</sup>	7.48 <sup>e</sup>	72.67 <sup>c</sup>	8.96 <sup>bc</sup>	72.67 <sup>b</sup>	13.85 <sup>b</sup>
IV	BaD-S13E3	42.67 <sup>c</sup>	4.74 <sup>c</sup>	69.33 <sup>c</sup>	7.70 <sup>c</sup>	72.00 <sup>e</sup>	9.04 <sup>bc</sup>	72.67 <sup>b</sup>	14.00 <sup>b</sup>

V	BaD-S18F11	53.33 <sup>a</sup>	5.93 <sup>a</sup>	74.00 <sub>b</sub>	8.22 <sup>b</sup>	78.00 <sub>b</sub>	9.56 <sup>b</sup>	74.00 <sub>b</sub>	14.00 <sub>b</sub>
VI	BaD-S20D12	46.67 <sup>ab</sup> <sub>c</sub>	5.19 <sup>ab</sup> <sub>c</sub>	62.00 <sup>e</sup>	6.89 <sup>e</sup>	65.33 <sub>d</sub>	8.15 <sup>cd</sup>	63.33 <sub>d</sub>	11.48 <sub>d</sub>
VII	Control	52.67 <sup>ab</sup>	5.85 <sup>ab</sup>	91.33 <sup>a</sup>	10.15 <sub>a</sub>	94.00 <sup>a</sup>	12.81 <sup>a</sup>	84.67 <sup>a</sup>	15.93 <sup>a</sup>

Note: TLB- Disease rate; CSB- Disease index; Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .

in Winter-Spring 2017 - 2018 (Unit: %)

Formula	Bio-product	Period of investigation							
		Seedling		Flowering, Pegging				Podding	
		10/3		24/3		07/4		21/4	
		TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB
I	BaD-S1A1	34.67 <sup>ab</sup>	3.85 <sup>ab</sup>	56.67 <sup>e</sup>	6.74 <sup>e</sup>	60.00 <sup>e</sup>	8.15 <sup>d</sup>	62.67 <sup>e</sup>	13.93 <sup>b</sup>
II	BaD-S1F3	38.00 <sup>ab</sup>	4.22 <sup>ab</sup>	65.33 <sup>d</sup>	7.85 <sup>cd</sup>	68.00 <sup>d</sup>	8.89 <sup>bcd</sup>	69.33 <sup>cd</sup>	13.48 <sup>bc</sup>
III	BaD-S13E2	44.67 <sup>a</sup>	4.96 <sup>a</sup>	69.33 <sup>c</sup>	8.15 <sup>bcd</sup>	73.33 <sup>c</sup>	9.48 <sup>bc</sup>	72.67 <sup>bc</sup>	14.59 <sup>b</sup>
IV	BaD-S13E3	41.33 <sup>ab</sup>	4.59 <sup>ab</sup>	70.67 <sup>c</sup>	8.44 <sup>bc</sup>	74.00 <sup>bc</sup>	9.70 <sup>bc</sup>	73.33 <sup>bc</sup>	14.67 <sup>b</sup>
V	BaD-S18F11	33.33 <sup>b</sup>	3.70 <sup>b</sup>	76.67 <sup>b</sup>	8.81 <sup>b</sup>	78.67 <sup>b</sup>	9.93 <sup>b</sup>	74.67 <sup>b</sup>	14.67 <sup>b</sup>
VI	BaD-S20D12	33.33 <sup>b</sup>	3.70 <sup>b</sup>	63.33 <sup>d</sup>	7.48 <sup>d</sup>	65.33 <sup>e</sup>	8.44 <sup>cd</sup>	66.67 <sup>de</sup>	12.44 <sup>c</sup>
VII	Control	36.00 <sup>ab</sup>	4.00 <sup>ab</sup>	92.00 <sup>a</sup>	10.96 <sup>a</sup>	92.67 <sup>a</sup>	13.26 <sup>a</sup>	89.33 <sup>a</sup>	17.63 <sup>a</sup>

Note: TLB- Disease rate; CSB- Disease index; Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .

In Spring-Summer 2017 crop: Disease rates ranged from 61.33 to 84.67% in the final stage (July 5), the disease rate of formula VI (BaD-S20D12) decreased compared to previous stages and together with formula I (BaD-S1A1) was the lowest, at 61.33 and 63.33%, respectively. In Winter-Spring crop: During this period, the disease rate varied between 61.33 and 84.67 percent, formula VI (BaD-S20D12) had a lower disease rate than previous periods, and the formula I (BaD-S1A1) had the lowest disease rate compared to other formulas, 61.33 - 63.33%. There was a statistically significant difference between the experimental and control formulas. In summary, in the Spring-Summer 2017 and Winter-Spring 2017 - 2018 crops, using *Bacillus* bacteria effectively limited disease compared to control formulas in the two crops, decreased disease rate and index of rust in the field. The BaD-S20D12 bio-product inhibited rust more effectively than the control and other formulas.

### 3.1.2.2. Leaf spot diseases of groundnut

**Table 3.8.** Disease rate and index of leaf spot diseases on L23 variety in experimental treatments in Spring-Summer 2017 (Unit: %)

Formula	Bio-product	Period of investigation							
		Seedling		Flowering, Pegging				Podding	
		24/5		07/6		21/6		05/7	
		TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB
I	BaD-S1A1	56.00 <sup>g</sup>	6.22 <sup>g</sup>	49.33 <sup>e</sup>	6.07 <sup>c</sup>	53.33 <sup>e</sup>	6.67 <sup>c</sup>	56.67 <sup>e</sup>	7.33 <sup>c</sup>

II	BaD-S1F3	70.00 <sup>f</sup>	7.78 <sup>f</sup>	58.67 <sup>d</sup>	7.41 <sup>bc</sup>	62.00 <sup>d</sup>	8.07 <sup>bc</sup>	65.33 <sup>d</sup>	8.89 <sup>bc</sup>
III	BaD-S13E2	74.00 <sup>d</sup>	8.22 <sup>d</sup>	72.67 <sup>b</sup>	8.81 <sup>b</sup>	76.00 <sup>b</sup>	9.48 <sup>b</sup>	75.33 <sup>bc</sup>	9.70 <sup>b</sup>
IV	BaD-S13E3	76.00 <sup>c</sup>	8.44 <sup>c</sup>	71.33 <sup>b</sup>	7.93 <sup>b</sup>	72.67 <sup>bc</sup>	8.37 <sup>b</sup>	76.00 <sup>b</sup>	8.89 <sup>bc</sup>
V	BaD-S18F11	80.67 <sup>b</sup>	8.96 <sup>b</sup>	66.67 <sup>bc</sup>	7.70 <sup>b</sup>	72.00 <sup>bc</sup>	8.59 <sup>b</sup>	70.67 <sup>bcd</sup>	8.59 <sup>bc</sup>
VI	BaD-S20D12	72.00 <sup>e</sup>	8.00 <sup>e</sup>	62.00 <sup>cd</sup>	8.07 <sup>b</sup>	66.67 <sup>cd</sup>	8.59 <sup>b</sup>	70.00 <sup>cd</sup>	9.26 <sup>b</sup>
VII	Control	90.00 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	85.33 <sup>a</sup>	11.41 <sup>a</sup>	86.00 <sup>a</sup>	12.22 <sup>a</sup>	89.33 <sup>a</sup>	12.89 <sup>a</sup>

*Note: TLB- Disease rate; CSB- Disease index; Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .*

Formula	Bio-product	Period of investigation							
		Seedling		Flowering, Pegging				Podding	
		10/3		24/3		07/4		21/4	
		TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB	TLB	CSB
I	BaD-S1A1	48.67 <sup>d</sup>	5.70 <sup>d</sup>	51.33 <sup>e</sup>	6.30 <sup>c</sup>	55.33 <sup>f</sup>	6.89 <sup>c</sup>	58.67 <sup>e</sup>	7.56 <sup>c</sup>
II	BaD-S1F3	58.67 <sup>c</sup>	6.81 <sup>cd</sup>	60.67 <sup>d</sup>	7.78 <sup>b</sup>	64.00 <sup>e</sup>	8.59 <sup>b</sup>	65.33 <sup>d</sup>	9.19 <sup>b</sup>
III	BaD-S13E2	70.00 <sup>b</sup>	8.37 <sup>b</sup>	72.00 <sup>b</sup>	8.74 <sup>b</sup>	74.00 <sup>bc</sup>	9.56 <sup>b</sup>	77.33 <sup>b</sup>	9.93 <sup>b</sup>
IV	BaD-S13E3	67.33 <sup>b</sup>	7.48 <sup>bc</sup>	72.00 <sup>b</sup>	8.15 <sup>b</sup>	75.33 <sup>b</sup>	8.67 <sup>b</sup>	76.67 <sup>b</sup>	9.26 <sup>b</sup>
V	BaD-S18F11	62.67 <sup>bc</sup>	7.11 <sup>bc</sup>	68.00 <sup>bc</sup>	8.15 <sup>b</sup>	70.67 <sup>cd</sup>	8.59 <sup>b</sup>	72.67 <sup>bc</sup>	9.11 <sup>b</sup>
VI	BaD-S20D12	58.67 <sup>c</sup>	7.56 <sup>bc</sup>	64.67 <sup>cd</sup>	8.37 <sup>b</sup>	68.67 <sup>d</sup>	8.81 <sup>b</sup>	70.67 <sup>cd</sup>	9.48 <sup>b</sup>
VII	Control	82.67 <sup>a</sup>	10.52 <sup>a</sup>	86.00 <sup>a</sup>	12.07 <sup>a</sup>	88.00 <sup>a</sup>	12.44 <sup>a</sup>	89.33 <sup>a</sup>	14.07 <sup>a</sup>

*Note: TLB- Disease rate; CSB- Disease index; Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .*

The study results in Tables 3.8 and 3.9 indicated that the use of *Bacillus* bio-product had the effect of limiting leaf spot disease on groundnut, with disease rates and indexes of leaf spot disease were lower than control in the both Spring- Summer 2017 and Winter-Spring 2017 - 2018 crop.

### 3.1.3. Effects to yield components and yield of groundnut

*Table 3.10. Yield components and yield of L23 variety in experimental treatments*

Formula	Bio-product	No. of plant/m <sup>2</sup>	No. of filled pod/plant	P <sub>100</sub> pod weight (g)	Theoretical yield (quintal/ha)	Actual yield (quintal/ha)	The rate of increased yield compared to control (%)
<b>Spring-Summer 2017</b>							
I	BaD-S1A1	25.87 <sup>b</sup>	13.90 <sup>c</sup>	125.50 <sup>ab</sup>	33.84 <sup>de</sup>	24.25 <sup>c</sup>	6.36
II	BaD-S1F3	25.83 <sup>b</sup>	14.37 <sup>bc</sup>	126.57 <sup>a</sup>	35.24 <sup>cd</sup>	25.21 <sup>bc</sup>	10.57
III	BaD-S13E2	26.07 <sup>ab</sup>	14.47 <sup>bc</sup>	124.37 <sup>ab</sup>	35.17 <sup>cd</sup>	25.40 <sup>bc</sup>	11.40
IV	BaD-S13E3	26.63 <sup>ab</sup>	14.67 <sup>ab</sup>	123.17 <sup>b</sup>	36.08 <sup>bc</sup>	25.98 <sup>ab</sup>	13.95
V	BaD-S18F11	26.20 <sup>ab</sup>	15.20 <sup>ab</sup>	125.03 <sup>ab</sup>	37.35 <sup>b</sup>	26.25 <sup>ab</sup>	15.13
VI	BaD-S20D12	26.97 <sup>a</sup>	15.57 <sup>a</sup>	126.03 <sup>ab</sup>	39.67 <sup>a</sup>	26.97 <sup>a</sup>	18.29
VII	Control	24.80 <sup>c</sup>	14.17 <sup>bc</sup>	122.93 <sup>b</sup>	32.42 <sup>e</sup>	22.80 <sup>d</sup>	-
<b>Winter-Spring 2017 – 2018</b>							
I	BaD-S1A1	27.33 <sup>a</sup>	9.10 <sup>b</sup>	125.33 <sup>ab</sup>	23.38 <sup>bc</sup>	18.58 <sup>de</sup>	2.48
II	BaD-S1F3	26.67 <sup>ab</sup>	9.07 <sup>b</sup>	124.47 <sup>abc</sup>	22.57 <sup>bc</sup>	20.21 <sup>bc</sup>	11.47

III	BaD-S13E2	27.33 <sup>a</sup>	9.93 <sup>ab</sup>	122.25 <sup>cd</sup>	24.89 <sup>ab</sup>	19.46 <sup>cd</sup>	7.34
IV	BaD-S13E3	26.00 <sup>ab</sup>	9.93 <sup>ab</sup>	123.19 <sup>bcd</sup>	23.84 <sup>b</sup>	20.97 <sup>ab</sup>	15.66
V	BaD-S18F11	26.67 <sup>ab</sup>	10.83 <sup>a</sup>	126.23 <sup>a</sup>	27.32 <sup>a</sup>	21.24 <sup>ab</sup>	17.15
VI	BaD-S20D12	26.67 <sup>ab</sup>	10.27 <sup>ab</sup>	124.57 <sup>abc</sup>	25.54 <sup>ab</sup>	21.96 <sup>a</sup>	21.13
VII	Control	25.33 <sup>b</sup>	8.73 <sup>b</sup>	121.47 <sup>d</sup>	20.11 <sup>c</sup>	18.13 <sup>e</sup>	-

Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .

The results of Spring-Summer 2017 crop indicated that actual yields between treatments varied 22.80 to 26.97 quintals/ha. In which, formula VI (BaD-S20D12) had the highest yield, 26.97 quintals/ha. Winter-Spring 2017 - 2018 crop, actual yields of formulas ranged from 18.13 to 21.96 quintals/ha, the formula VI (BaD-S20D12) also achieved the highest yield, 21.96 quintals/ha. Thus, in both the Spring-Summer 2017 and Winter-Spring 2017 - 2018 crop, all *Bacillus* bio-products in this study (BaD-S1A1, BaD-S1F3, BaD-S13E2, BaD-S13E3, BaD-S18F11, and BaD-S20D12) had actual yields higher than the control, with a yield increase rate of 2.48 to 21.13%. In which, the actual yield of BaD-S20D12 bio-product was 21.13%, the highest compared to control formula.

From the research results to evaluating the effects of *Bacillus* bio-product to the growth, development, and yield of L23 variety in Quang Nam, we selected the BaD-S20D12 bio-product for study on the methods of using the *Bacillus* bio-product (dosage and time of treatment) in groundnut production.

### **3.2. STUDY ON THE METHODS OF USING THE *BACILLUS* BACTERIA BIO-PRODUCT (DOSAGE AND TIME OF TREATMENT) IN GROUNDNUT PRODUCTION.**

#### **3.2.1. Effects of the method of using *Bacillus* bio-product to the growth and development of groundnut**

##### **3.2.1.1. Effect to plant height**

*Table 3.11. Effect of the method of using Bacillus bio-product to plant height of groundnut (Unit: cm)*

Formula	Period of investigation			
	Flowering	Pegging	Podding	Harvest
<b>Winter-Spring 2017 – 2018</b>				
I	9.21 <sup>bc</sup>	25.32 <sup>bc</sup>	35.71 <sup>abc</sup>	43.73 <sup>bc</sup>
II	11.62 <sup>a</sup>	30.02 <sup>a</sup>	39.08 <sup>a</sup>	46.37 <sup>a</sup>
III	10.30 <sup>ab</sup>	28.58 <sup>ab</sup>	38.20 <sup>ab</sup>	43.90 <sup>ab</sup>
IV	7.90 <sup>c</sup>	23.97 <sup>c</sup>	34.58 <sup>bc</sup>	46.80 <sup>a</sup>
V	8.38 <sup>c</sup>	23.94 <sup>c</sup>	34.38 <sup>c</sup>	43.63 <sup>bc</sup>
VI	10.42 <sup>ab</sup>	29.37 <sup>a</sup>	38.88 <sup>a</sup>	45.17 <sup>a</sup>
VI (Control)	8.83 <sup>bc</sup>	18.17 <sup>d</sup>	28.83 <sup>d</sup>	36.77 <sup>c</sup>
<b>Spring-Summer 2018</b>				
I	9.21 <sup>ab</sup>	25.32 <sup>bc</sup>	35.71 <sup>bc</sup>	50.40 <sup>ab</sup>
II	10.41 <sup>a</sup>	28.11 <sup>ab</sup>	39.97 <sup>a</sup>	51.90 <sup>ab</sup>
III	8.20 <sup>b</sup>	24.68 <sup>c</sup>	35.10 <sup>c</sup>	45.90 <sup>ab</sup>
IV	7.90 <sup>b</sup>	23.97 <sup>c</sup>	34.58 <sup>c</sup>	49.47 <sup>ab</sup>
V	8.39 <sup>b</sup>	23.92 <sup>c</sup>	34.38 <sup>c</sup>	52.63 <sup>a</sup>
VI	10.42 <sup>a</sup>	29.37 <sup>a</sup>	38.88 <sup>ab</sup>	49.17 <sup>ab</sup>
VI (Control)	8.83 <sup>ab</sup>	18.17 <sup>d</sup>	28.83 <sup>d</sup>	40.43 <sup>b</sup>

Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .

From the research results of both in Winter-Spring 2017 - 2018 and Spring - Summer 2018 crops, formula II had the highest plant height in the growth and development stages of the L23 variety. At the harvest stage, the plant height of L23 variety was 46.37 cm and 51.90 cm in the two crops, respectively. Thus, formula II – using BaD-S20D12 with a dose of 10 kg/ha when sowing seeds, that promoted the plant height and plant growth well.

### 3.2.1.2. Effects to the length of primary branch

**Table 3.12.** Effect of the method of using *Bacillus* bio-product to the length of primary branch/ plant (Unit: cm)

Formula	Period of investigation			
	Flowering	Pegging	Podding	Harvest
<b>Winter-Spring 2017 – 2018</b>				
I	9.37 <sup>abc</sup>	24.94 <sup>a</sup>	29.97 <sup>ab</sup>	48.97 <sup>ab</sup>
II	10.74 <sup>a</sup>	27.74 <sup>a</sup>	32.07 <sup>a</sup>	55.07 <sup>a</sup>
III	8.38 <sup>cde</sup>	26.19 <sup>a</sup>	30.08 <sup>ab</sup>	51.60 <sup>ab</sup>
IV	7.72 <sup>de</sup>	24.91 <sup>a</sup>	27.15 <sup>bc</sup>	50.83 <sup>ab</sup>
V	6.99 <sup>e</sup>	24.40 <sup>ab</sup>	27.32 <sup>bc</sup>	46.77 <sup>ab</sup>
VI	10.41 <sup>ab</sup>	26.83 <sup>a</sup>	31.20 <sup>a</sup>	48.30 <sup>ab</sup>
VI (Control)	9.19 <sup>bcd</sup>	20.65 <sup>b</sup>	25.87 <sup>c</sup>	42.63 <sup>b</sup>
<b>Spring-Summer 2018</b>				
I	9.37 <sup>ab</sup>	24.94 <sup>a</sup>	29.97 <sup>ab</sup>	55.30 <sup>a</sup>
II	10.77 <sup>a</sup>	26.64 <sup>a</sup>	31.45 <sup>a</sup>	57.17 <sup>a</sup>
III	7.38 <sup>cd</sup>	25.19 <sup>a</sup>	28.28 <sup>abc</sup>	46.23 <sup>b</sup>

IV	7.72 <sup>bcd</sup>	24.91 <sup>a</sup>	27.15 <sup>bc</sup>	51.50 <sup>ab</sup>
V	7.01 <sup>d</sup>	24.39 <sup>ab</sup>	27.34 <sup>bc</sup>	50.43 <sup>ab</sup>
VI	10.41 <sup>a</sup>	26.83 <sup>a</sup>	31.20 <sup>b</sup>	50.93 <sup>ab</sup>
VI (Control)	9.19 <sup>abc</sup>	20.65 <sup>b</sup>	25.87 <sup>c</sup>	46.87 <sup>b</sup>

*Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .*

At harvest stage, in Winter-Spring 2017 - 2018, the length of branch of the experimental treatments ranged from 55.07 to 42.63 cm, the longest branch was formula II and the shortest was control, however, this difference was not statistically significant. In the Spring - Summer 2018 crop, the length of the primary branches of the formulas varied between 46.23 and 57.17 cm, the longest was still formula II, this difference was statistically significant. The research results indicated that during the flowering, pegging, podding and harvest stages of both crops, formula II which uses *Bacillus* BaD-S20D12 bio-product with at a dose of 10 kg/ha during sowing seeds showed the longest primary branch of L23, contributing to the growth and development plant.



### 3.2.1.3. Effects to the number of leaves on the main stem

**Table 3.13.** Effects of the method of using *Bacillus* bio-product to the number of leaves on the main stem (Unit: leaves/plant)

Formula	Period of investigation			
	Flowering	Pegging	Podding	Harvest
<b>Winter-Spring 2017 – 2018</b>				
I	6.50 <sup>a</sup>	7.73 <sup>b</sup>	9.73 <sup>b</sup>	10.40 <sup>ab</sup>
II	6.60 <sup>a</sup>	9.67 <sup>b</sup>	11.50 <sup>a</sup>	10.77 <sup>a</sup>
III	5.80 <sup>ab</sup>	7.97 <sup>b</sup>	8.83 <sup>b</sup>	8.17 <sup>bc</sup>
IV	5.47 <sup>b</sup>	7.93 <sup>b</sup>	9.03 <sup>b</sup>	10.40 <sup>ab</sup>
V	5.50 <sup>b</sup>	7.80 <sup>b</sup>	9.47 <sup>b</sup>	8.60 <sup>abc</sup>
VI	6.23 <sup>ab</sup>	9.63 <sup>a</sup>	11.73 <sup>a</sup>	8.50 <sup>bc</sup>
VI (Control)	5.60 <sup>b</sup>	7.90 <sup>b</sup>	9.23 <sup>a</sup>	7.57 <sup>c</sup>
<b>Spring-Summer 2018</b>				
I	6.33 <sup>ab</sup>	7.73 <sup>b</sup>	9.73 <sup>b</sup>	11.37 <sup>b</sup>
II	6.50 <sup>a</sup>	9.17 <sup>a</sup>	11.37 <sup>a</sup>	13.23 <sup>a</sup>
III	5.30 <sup>d</sup>	7.97 <sup>b</sup>	8.83 <sup>b</sup>	10.73 <sup>b</sup>
IV	5.47 <sup>cd</sup>	7.93 <sup>b</sup>	9.03 <sup>b</sup>	10.77 <sup>b</sup>
V	5.50 <sup>bcd</sup>	7.80 <sup>b</sup>	9.47 <sup>b</sup>	11.20 <sup>b</sup>
VI	6.23 <sup>abc</sup>	9.10 <sup>a</sup>	11.30 <sup>a</sup>	13.10 <sup>a</sup>
VI (Control)	5.60 <sup>bcd</sup>	7.90 <sup>b</sup>	9.20 <sup>b</sup>	10.87 <sup>b</sup>

Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .

Compared to the Winter-Spring 2017 – 2018 crop, the Spring -Summer 2018 crop's harvest stage revealed that the formulas had higher number of leaf/ plant, in formula II and formula VI (13.10 - 13.23 leaves), the remaining formulas showed no statistical difference, the formula III had the lowest leaf/plant (10.73 leaves). The results of Table 3.13 indicated that in both Winter-Spring 2017 - 2018 and Spring - Summer 2018 crops, formula II using *Bacillus* BaD-S20D12 bio-product with at a dose of 10 kg/ha when sowing seeds produced the most leaves on the main stem.

### 3.2.1.4. The effects to the number of nodules

**Table 3.14.** Effects of the method of using *Bacillus* bio-product to the number of groundnut nodules (Unit: nodules/plant)

Formula	Period of investigation	
	Podding	Harvest
<b>Winter-Spring 2017 – 2018</b>		
I	159.33 <sup>bc</sup>	206.67 <sup>c</sup>
II	192.33 <sup>a</sup>	342.00 <sup>a</sup>
III	165.67 <sup>abc</sup>	247.33 <sup>bc</sup>
IV	157.67 <sup>bc</sup>	242.33 <sup>bc</sup>
V	153.67 <sup>c</sup>	244.33 <sup>bc</sup>
VI	189.33 <sup>bc</sup>	274.33 <sup>b</sup>
VI (Control)	137.33 <sup>c</sup>	260.67 <sup>b</sup>

Formula	Period of investigation	
	Podding	Harvest
<b>Spring-Summer 2018</b>		
I	260.33 <sup>cd</sup>	307.00 <sup>d</sup>
II	301.67 <sup>a</sup>	422.00 <sup>a</sup>
III	264.67 <sup>bc</sup>	306.67 <sup>d</sup>
IV	257.33 <sup>cd</sup>	343.00 <sup>c</sup>
V	254.33 <sup>cd</sup>	377.00 <sup>b</sup>
VI	289.33 <sup>ab</sup>	407.33 <sup>a</sup>
VI (Control)	237.33 <sup>d</sup>	349.67 <sup>c</sup>

Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .

Winter-Spring 2017 - 2018 crop: At the podding stage, the formulas which applied bio-product at both sowing and the first weeding, there was almost no statistical difference in the number of nodules. At harvest stage, among treatment formulas had the number of nodules with significant difference, the formula II had the most nodules (342.0 nodules/plant). Spring -Summer crop 2018: At both podding and harvest stages, the dose and time of applying bio-product affected the experimental treatments, the nodules number of formula II had the most in both stages, 301.67 and 422.0 nodules/plant, respectively, but there was no significant difference with formula VI. The results of Table 3.14 indicated that in both Winter-Spring 2017 - 2018 and Spring -Summer 2018 crops, formula II - using *Bacillus* BaD-S20D12 bio-product at a dose of 10 kg/ha when sowing seeds stage produced a more number of nodules than other formulas.

### 3.2.2. The effects to groundnut diseases

#### 3.2.2.1. *Rhizoctonia solani* Kuhn

During the experimental investigation period, this disease was detected only in the Winter-Spring 2017 - 2018 crop. In Table 3.15, evaluation of the disease's response during the entire plant development by the area under the progressive disease curve AUPDC showed that formula VII (control) had the highest disease rate of root rot (17,66), while formula II had 0.00, statistically significant difference. In Spring - Summer 2018 crop disappeared of root rot disease on during growth and development in L23 variety in Thang Binh district, Quang Nam province. The results in Table 3.15 indicated that *Bacillus* sp. BaD-S20D12 had the effect of limiting root rot disease.

**Table 3.15.** The disease rate of *Rhizoctonia solani* Kuhn on the period of investigation

Formula	Period of investigation (%)			AUDPC
	Seedlings	Flowering, podding	Harvest	
<b>Winter-Spring 2017 – 2018</b>				
I	0.20 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup>	0.00	8.65 <sup>ab</sup>
II	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00	0.00 <sup>a</sup>
III	0.10 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup>	0.00	5.91 <sup>ab</sup>
IV	0.10 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup>	0.00	6.15 <sup>ab</sup>
V	0.20 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup>	0.00	8.80 <sup>ab</sup>
VI	0.10 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00	2.66 <sup>ab</sup>
VI (Control)	0.41 <sup>a</sup>	0.21 <sup>a</sup>	0.00	17.66 <sup>b</sup>
<b>Spring-Summer 2018</b>				
I	0.00	0.00	0.00	0.00
II	0.00	0.00	0.00	0.00
III	0.00	0.00	0.00	0.00
IV	0.00	0.00	0.00	0.00
V	0.00	0.00	0.00	0.00
VI	0.00	0.00	0.00	0.00
VI (Control)	0.00	0.00	0.00	0.00

Notes: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .

### 3.2.2.2. Stem rot disease (*Sclerotium rolfsii* Sacc.)

**Table 3.16.** The disease rate of stem rot in field conditions on investigation periods

Formula	Period of investigation (%)			AUDPC
	Seedlings	Flowering, podding	Harvest	
<b>Winter-Spring 2017 – 2018</b>				
I	0.30 <sup>ab</sup>	1.32 <sup>a</sup>	0.31 <sup>b</sup>	37.03 <sup>ab</sup>
II	0.00 <sup>b</sup>	0.30 <sup>b</sup>	0.10 <sup>b</sup>	8.38 <sup>a</sup>
III	0.10 <sup>b</sup>	0.40 <sup>b</sup>	0.10 <sup>b</sup>	14.45 <sup>ab</sup>
IV	0.31 <sup>ab</sup>	1.45 <sup>a</sup>	0.32 <sup>b</sup>	41.09 <sup>b</sup>
V	0.20 <sup>ab</sup>	1.54 <sup>a</sup>	0.32 <sup>b</sup>	41.44 <sup>b</sup>
VI	0.10 <sup>b</sup>	1.50 <sup>a</sup>	0.21 <sup>b</sup>	35.53 <sup>ab</sup>
VI (Control)	0.51 <sup>a</sup>	1.66 <sup>a</sup>	0.99 <sup>a</sup>	83.51 <sup>c</sup>
<b>Spring-Summer 2018</b>				
I	0.20 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>	0.21 <sup>b</sup>	28.83 <sup>ab</sup>
II	0.10 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.10 <sup>b</sup>	14.29 <sup>a</sup>
III	0.10 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.10 <sup>b</sup>	14.49 <sup>a</sup>
IV	0.20 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>	0.21 <sup>b</sup>	32.82 <sup>ab</sup>
V	0.20 <sup>a</sup>	0.82 <sup>a</sup>	0.32 <sup>b</sup>	37.99 <sup>ab</sup>
VI	0.20 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	0.21 <sup>b</sup>	35.06 <sup>ab</sup>
VI (Control)	0.51 <sup>a</sup>	1.24 <sup>a</sup>	0.87 <sup>a</sup>	68.03 <sup>b</sup>

Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .

The results of Table 3.16 showed that the stem rot disease appeared to all three stages growth and development of groundnut. The AUDPC of the Winter-Spring 2017 - 2018 crop revealed that formula VII (control) had the highest disease rate (83.51), the next was formula I (37.03), this index had lowest rate in formula II (8.38) and there was a statistical difference with formula VII. In the Spring -Summer 2018 crop, AUDPC in formula II and III had the lowest rates of stem rot disease (14.29 and 14.49, respectively), whereas the formula VII had the highest rate of this disease (68.03), this difference was statistically significant. Thus, in both crops, formula II - using *Bacillus* BaD-S20D12 at a dose of 10 kg/ha when sowing stage achieved the highest technical efficiency in managing stem rot disease on groundnut in Thang Binh, Quang Nam.

### 3.2.2.3. Black collar rot disease (*Aspergillus niger* Van Tiegh)

**Table 3.17.** The disease rate of black collar rot in field conditions on investigation period

Formula	Period of investigation			AUPDC
	Seedlings	Flowering, podding	Harvest	
<b>Winter-Spring 2017 – 2018</b>				
I	0.30 <sup>a</sup>	1.32 <sup>a</sup>	0.31 <sup>b</sup>	56.48 <sup>bc</sup>
II	0.10 <sup>a</sup>	0.30 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>	16.32 <sup>a</sup>
III	0.20 <sup>a</sup>	0.41 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>	22.43 <sup>ab</sup>
IV	0.31 <sup>a</sup>	1.44 <sup>a</sup>	0.32 <sup>b</sup>	61.03 <sup>c</sup>
V	0.41 <sup>a</sup>	1.54 <sup>a</sup>	0.43 <sup>b</sup>	68.83 <sup>c</sup>
VI	0.30 <sup>a</sup>	1.50 <sup>a</sup>	0.31 <sup>b</sup>	62.30 <sup>c</sup>
VI (Control)	0.51 <sup>a</sup>	1.67 <sup>a</sup>	1.21 <sup>a</sup>	91.12 <sup>c</sup>
<b>Spring-Summer 2018</b>				
I	0.20 <sup>a</sup>	1.21 <sup>abc</sup>	0.21 <sup>a</sup>	48.22 <sup>abc</sup>
II	0.10 <sup>a</sup>	0.30 <sup>c</sup>	0.20 <sup>a</sup>	16.30 <sup>a</sup>
III	0.10 <sup>a</sup>	0.40 <sup>bc</sup>	0.20 <sup>a</sup>	19.69 <sup>ab</sup>
IV	0.31 <sup>a</sup>	1.55 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	64.21 <sup>c</sup>
V	0.31 <sup>a</sup>	1.43 <sup>ab</sup>	0.42 <sup>a</sup>	62.56 <sup>bc</sup>
VI	0.30 <sup>a</sup>	1.50 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	62.34 <sup>bc</sup>
VI (Control)	0.41 <sup>a</sup>	1.65 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	74.65 <sup>c</sup>

Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .

Evaluation of the disease's response during the entire plant development by the area under the progressive disease curve (AUDPC) of black collar rot in the Winter-Spring 2017 - 2018 crops showed that formula VII (control) untreated had the highest (91,12), while formula II had the lowest value (16,32), significantly difference. Similar to the Winter -Spring 2017 - 2018 crop, AUDPC of the Spring -Summer 2018 crop had the highest value with formula VII (control) untreated bio-product (74.65), while the lowest was formula II (16.30), significantly difference. Thus, Table 3.17 showed that the application of 10 kg/ha BaD-S20D12, in sowing stage was core role and achieved the highest technical efficiency in managing black collar rot disease on groundnut.

### 3.2.2.4. Bacteria wilt disease (*Ralstonia solanacearum* Smith)

**Table 3.18.** The disease rate of bacteria wilt disease in field conditions on investigation period

Formula	Period of investigation (%)			AUDPC
	Seedlings	Flowering, podding	Harvest	
<b>Winter-Spring 2017 – 2018</b>				
I	0.30 <sup>a</sup>	0.51 <sup>c</sup>	0.21 <sup>b</sup>	28.45 <sup>abc</sup>
II	0.10 <sup>a</sup>	0.10 <sup>d</sup>	0.10 <sup>b</sup>	7.86 <sup>a</sup>
III	0.10 <sup>a</sup>	0.50 <sup>cd</sup>	0.10 <sup>b</sup>	20.90 <sup>ab</sup>
IV	0.20 <sup>a</sup>	0.83 <sup>bc</sup>	0.22 <sup>b</sup>	36.23 <sup>bc</sup>
V	0.30 <sup>a</sup>	0.82 <sup>bc</sup>	0.21 <sup>b</sup>	38.78 <sup>bc</sup>
VI	0.10 <sup>a</sup>	1.10 <sup>b</sup>	0.42 <sup>b</sup>	46.14 <sup>c</sup>
VI (Control)	0.41 <sup>a</sup>	1.67 <sup>a</sup>	1.10 <sup>a</sup>	86.23 <sup>d</sup>
<b>Spring-Summer 2018</b>				
I	0.20 <sup>a</sup>	0.40 <sup>bc</sup>	0.21 <sup>b</sup>	22.41 <sup>ab</sup>
II	0.10 <sup>a</sup>	0.20 <sup>c</sup>	0.10 <sup>b</sup>	11.10 <sup>a</sup>
III	0.10 <sup>a</sup>	0.50 <sup>bc</sup>	0.10 <sup>b</sup>	20.86 <sup>ab</sup>
IV	0.20 <sup>a</sup>	0.61 <sup>bc</sup>	0.11 <sup>b</sup>	27.28 <sup>ab</sup>
V	0.20 <sup>a</sup>	0.72 <sup>bc</sup>	0.21 <sup>b</sup>	32.60 <sup>ab</sup>
VI	0.20 <sup>a</sup>	1.00 <sup>ab</sup>	0.41 <sup>a</sup>	45.65 <sup>b</sup>
VI (Control)	0.31 <sup>a</sup>	1.55 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	77.33 <sup>c</sup>

Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .

In the Winter-Spring 2017 - 2018 crop, AUDPC of bacterial wilt disease revealed that the formula II was lowest (7.86), formula VII (control) was the highest (86.23), significantly difference. In Table 3.18 showed that formula II had the highest technical efficiency in managing bacterial wilt disease on groundnut of L23 variety in Thang Binh district, Quang Nam province. Similarly, the Spring -Summer 2018 crop, evaluation of the disease's response during the entire plant development, AUDPC in formula II was the lowest (11,10) and the highest in formula VII with untreated bio-product (77,33), significantly difference. AUDPC of other formulas varied from 20.86 to 45.65. Thus, the results of Table 3.18 showed that the formula II - using *Bacillus* BaD-S20D12 bio-product at a dose of 10 kg/ha, in sowing stage achieved the highest technical efficiency in managing bacterial wilt disease on groundnut L23 variety in Thang Binh district, Quang Nam province.

### 3.2.3. Effects to yield components and yield of groundnut

*Table 3.19. Yield components and yield of groundnut*

Formula	No. of plant/m <sup>2</sup>	No. of filled pod/plant	P <sub>100</sub> pod weight (g)	Theoretical yield (quintal/ha)	Actual yield (quintal/ha)
<b>Winter-Spring 2017 – 2018</b>					
I	27	16.27 <sup>a</sup>	130.00 <sup>a</sup>	43.00 <sup>b</sup>	21.00 <sup>b</sup>
II	28	15.77 <sup>ab</sup>	136.67 <sup>a</sup>	45.90 <sup>a</sup>	25.30 <sup>a</sup>
III	28	14.03 <sup>ab</sup>	128.67 <sup>a</sup>	37.90 <sup>d</sup>	21.30 <sup>b</sup>
IV	27	15.37 <sup>ab</sup>	131.80 <sup>a</sup>	41.00 <sup>c</sup>	19.70 <sup>b</sup>
V	27	12.50 <sup>b</sup>	131.33 <sup>a</sup>	33.30 <sup>f</sup>	19.70 <sup>b</sup>
VI	28	13.80 <sup>ab</sup>	124.18 <sup>a</sup>	36.00 <sup>e</sup>	22.30 <sup>b</sup>
VI (Control)	27	13.43 <sup>ab</sup>	129.00 <sup>a</sup>	35.10 <sup>e</sup>	20.30 <sup>b</sup>
<b>Spring-Summer 2018</b>					
I	27	14.67 <sup>ab</sup>	121.33 <sup>bc</sup>	36.10 <sup>b</sup>	20.30 <sup>ab</sup>
II	28	16.33 <sup>a</sup>	126.33 <sup>b</sup>	43.30 <sup>a</sup>	23.00 <sup>a</sup>
III	28	13.33 <sup>b</sup>	124.67 <sup>ab</sup>	34.90 <sup>bc</sup>	20.00 <sup>ab</sup>
IV	27	13.67 <sup>b</sup>	121.00 <sup>bc</sup>	35.30 <sup>bc</sup>	18.30 <sup>c</sup>
V	27	13.33 <sup>b</sup>	120.33 <sup>c</sup>	32.50 <sup>bc</sup>	19.00 <sup>c</sup>
VI	28	16.67 <sup>a</sup>	125.67 <sup>b</sup>	44.00 <sup>b</sup>	20.07 <sup>bc</sup>
VI (Control)	24	13.00 <sup>b</sup>	120.00 <sup>c</sup>	28.10 <sup>c</sup>	19.70 <sup>c</sup>

*Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .*

In Winter-Spring 2017 – 2018 crop: The theoretical yields among formulas varied from 33.33 to 45.90 quintals/ha, the highest in formula II (45.90 quintals/ha). Formula II was also the highest actual yield (25.30 quintals/ha), significantly difference with other formulas. In Spring -Summer 2018 crop: The theoretical yields among formulas varied from 28.10 (control) to 44.00 quintals/ha (formula VI). The actual yield between formulas ranged from 18.30 and 23.00 quintals/ha, but there was no statistically significant difference among the treatments compared to the control formula (except formula II).

Through the research results, we found that the dosage and time of treatment of *Bacillus* bio-product BaD-S20D12 had affected the growth, development and yield of L23 groundnut variety in the Winter-Spring 2017 - 2018 and Spring -Summer 2018 crops. Formula II, using the *Bacillus* BaD-S20D12 bio-product at a dose of 10 kg/ha, in sowing stage effectively in promoted growth, increase the number of plant nodules, and produced higher yield than other experimental formulas.

### 3.3. APPLICATION OF RESEARCH RESULTS TO BUILD MODELS OF GROUNDNUT PRODUCTION IN QUANG NAM PROVINCE

#### 3.3.1. Effects to bio-product to growth and development of groundnut

*Table 3.21. Some indicators related to the growth and development of groundnut in experimental formulas*

Formula	Plant height (cm)	The length of primary branches (cm)	No. of leaves on the main stem (leaf/stem)	No. of nodules in the flowering stage (nodule/plant)	No. of nodules in the immature podding stage (nodule/plant)
Control	44.1 <sup>b</sup>	48.0 <sup>b</sup>	11.8 <sup>a</sup>	116 <sup>a</sup>	125 <sup>b</sup>
Formula 1 - BaD	53.4 <sup>a</sup>	51.6 <sup>a</sup>	12.1 <sup>a</sup>	139 <sup>a</sup>	169 <sup>a</sup>
Formula 2 - Biota	47.7 <sup>b</sup>	50.3 <sup>ab</sup>	11.7 <sup>a</sup>	121 <sup>a</sup>	136 <sup>b</sup>

*Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .*

The results showed that BaD bio-product (Formula 1 - BaD) increased the plant height, branch length and the number of nodules in the immature podding stage compared to the control (Table 3.21). However, the formula using Biota bio-product (Formula 2 - Biota) showed no significant difference when compared to the control.

#### 3.3.2. Effects to the group of wilt groundnut diseases

*Table 3.23. Rate of plant death due to some major wilt diseases on groundnut (Unit: %)*

Formula	Black collar rot	Stem rot	Bacteria wilt
Control	3.01 <sup>c</sup>	6.28 <sup>b</sup>	2.11 <sup>b</sup>
Formula 1 - BaD	0.71 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	1.30 <sup>a</sup>
Formula 2 - Biota	2.81 <sup>b</sup>	1.00 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>

*Note: Values in the same column with the different letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .*

The results showed that stem rot disease and grey collar rot disease were not harmful to groundnut in the fields. Regarding black collar rot, stem rot and bacteria wilt disease, the BaD bio-product (formula 1 - BaD) were able to limit the diseases, with the lowest rate of plant death, significantly difference. Table 3.23 showed that stem rot disease had severe damage, however applying the BaD bio-product (formula 1 - BaD) considerably reduced disease rate compared to the control untreated formula.

### 3.3.3. Yield and economic efficiency

*Table 3.24. Economic efficiency of using Bacillus bio-product of groundnut in Quang Nam province*

<b>Formula</b>	<b>Actual yield (kg/ha)</b>	<b>Yield difference (kg/ha)</b>	<b>Extra cost (1.000 vnd/ha)</b>	<b>Price (1.000 vnd/kg)</b>	<b>Total income (1.000 vnd/ha)</b>	<b>Extra income (1.000 vnd/ha)</b>
Control	2.150	-	-	20	43.000	-
Formula 1 – BaD	2.550	400	2.000	20	51.000	6.000
Formula 2 – Biota	2.300	150	2.000	20	46.000	1.000

The research results indicated that when compared to the control-untreated with the bio-product, the formula using BaD (formula 1 - BaD) increased yield by 400 kg/ha, by 18.6%, and by 150 kg/ha, by 7.0% in formula using commercial bio-product (formula 2 – Biota). Total income of the BaD bio-product (formula 1 - BaD) was also the highest (51,000,000 vnd), extra income was 6,000,000 vnd compared to control formula and was 5,000,000 vnd compared to commercial bio-product (formula 2 – Biota). Thus, the BaD bio-product (CT1-BaD) increased yield and economic efficiency significantly compared to Biota (CT2-Biota) and control-untreated with bio-product.



## CHAPTER 4. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

### 4.1. CONCLUSIONS

(1) The six bio-products had the ability to increase the germination rate (83.84 - 89.89%), increase the number of nodules, stimulate growth and development and increase the yield of L23 groundnut variety in Quang Nam province. The bio-products limited rust and leaf spot diseases on L23 groundnut variety, disease rate and index were lower in both crops than the control. We selected the BaD-S20D12 bio-product which can provide the highest actual yield, 26.97 quintals/ha and 21.96 quintals/ha, respectively, in the Winter-Spring 2017 - 2018 and Spring-Summer 2017 crops, an increase of 18.29% and 21.13% compared to the control formula.

(2) Using the bacterial bio-product produced from *Bacillus* sp. BaD-S20D12 for groundnut at a dose 10 kg/ha, mixed into the soil and spread on seeds when sowing stimulated the growth, limited stem rot (0.1-0.3% disease rate), black collar rot (0.1-0.3% disease rate) and bacterial wilt diseases (0.1-0.2% disease rate), increased the number of nodules compared with the control in both crops. Actual yield was 25.3 quintals/ha in the Winter-Spring crop 2017 - 2018 and 23 quintals/ha in the Spring-Summer 2018 crop, were higher than the control and other formulas.

(3) The results of model indicated that using bacterial bio-product produced from *Bacillus* sp. BaD-S20D12 had high economic efficiency of L23 groundnut variety production in Quang Nam province, the yield increased by 400kg/ha, by 18.6% compared to control and by 150 kg/ha, by 7.0% compared to the commercial bio-product. The extra-income of the BaD bio-product (formula 1 - BaD) was 6,000,000 vnd compared to control formula and was 5,000,000 vnd compared to commercial bio-product.

### 4.2. RECOMMENDATIONS

(1) Applying the BaD-S20D12 bio-product at a dose of 10kg/ha, mixed into the soil and spread on seeds when sowing was recommended for the groundnut cultivation areas in Quang Nam province.

(2) Expansion of the groundnut production model using BaD-S20D12 bio-product in others provinces in Central Vietnam.

(3) Conducting the trial production with BaD-S20D12 bio-product from *Bacillus* sp. BaD-S20D12 bacteria to register commercial products.

**DISSERTATION PUBLICATIONS**

1. **Nguyen Xuan Vu**, Le Nhu Cuong, Phan Thi Phuong Nhi, Le Duc Lam (2018), *Plant growth promotion and yield improvement by Bacillus products on groundnut in Quang Nam province*, Hue University Journal of Science: Natural Science, Volume 124, No. 1C, pages 149 - 157.
2. **Nguyen Xuan Vu**, Phan Thi Phuong Nhi, Tran Thi Hoang Dong, Thai Thi Huyen, Le Nhu Cuong (2021), *Control of foliar diseases on peanut by Bacillus Bio-products in Quang Nam province*, Journal of Plant protection, No. 02 (295), pages 10 -15.