

Đà Nẵng, ngày 08 tháng 06 năm 2023

**BÁO CÁO KẾT QUẢ TỰ ĐÁNH GIÁ NHIỆM VỤ KHOA HỌC VÀ CÔNG  
NGHỆ CẤP QUỐC GIA**

**I. THÔNG TIN CHUNG**

**1. Thông tin chung về nhiệm vụ:**

- Tên nhiệm vụ: “Nghiên cứu enzyme polysaccharide monooxygenase và các enzyme liên quan trong quá trình gây bệnh của nấm *Magnaporthe oryzae* và một số ứng dụng”
- Mã số NDT.36.ITA/18.
- Thuộc: Nhiệm vụ Khoa học và Công nghệ theo Nghị định thư.

**2. Mục tiêu nhiệm vụ:**

**1.1. Mục tiêu chung**

Đề xuất giải pháp kiểm soát bệnh đạo ôn trên cơ sở nghiên cứu enzyme polysaccharide monooxygenase (PMO) và các enzyme khác của nấm gây bệnh đạo ôn *Magnaporthe oryzae*. Đồng thời đánh giá hiệu quả của việc sử dụng các PMO tái tổ hợp của *Magnaporthe oryzae* trong quá trình phân hủy rơm rạ thành đường.

**1.2. Mục tiêu cụ thể**

- Xác định được mức độ gây bệnh của *M. oryzae* dựa trên các đột biến knock-out một số gene mã hóa cho PMO và một số enzyme liên quan.
- Xác định được 01-02 nhân tố gây bệnh của *M. oryzae*.
- Nghiên cứu và thử nghiệm chất ức chế *M. oryzae* ở quy mô nhà lưới, để từ đó đề xuất giải pháp kiểm soát bệnh đạo ôn.
- Sản xuất thành công 02 enzyme PMO của *M. oryzae* sử dụng *Pichia pastoris* và đánh giá được hiệu quả sử dụng hỗn hợp enzyme PMO tạo ra cùng các enzyme cellulase khác để phân hủy rơm rạ thành đường.

**3. Chủ nhiệm nhiệm vụ:**

- Họ và tên: Nguyễn Minh Hùng
- Ngày sinh: 19/02/1979; giới tính: Nam

- Học hàm, học vị, chuyên môn: Tiến sĩ Sinh học phân tử.
- Chuyên ngành: Công nghệ gene, Hóa sinh, Sinh học phân tử, Sinh lý thực vật.
- Chức danh nghiên cứu khoa học: CB nghiên cứu kiêm giảng viên
- Điện thoại: Cơ quan: 02363.827.111 (ext. 402); Mobile: 0946003340
- E-mail: [hungmolbio@gmail.com](mailto:hungmolbio@gmail.com)
- Địa chỉ nhà riêng: CH808, B1.2, khu chung cư Nesthome, phường Mân Thái, quận Sơn Trà, thành phố Đà Nẵng.

**4. Tổ chức chủ trì nhiệm vụ:**

- Tên tổ chức chủ trì: Trường Đại học Duy Tân
- Điện thoại: 02363.827.111
- Website: <http://duytan.edu.vn>
- Địa chỉ: 254 Nguyễn Văn Linh, phường Thạc Gián, quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng.
- Họ và tên thủ trưởng tổ chức chủ trì: TS. Lê Nguyên Bảo
- Số tài khoản: 3713.0.9060.244.00000 Tại: Kho bạc Nhà nước thành phố Đà Nẵng

**5. Tổng kinh phí thực hiện: 3.600 triệu đồng.**

- Trong đó, kinh phí từ ngân sách SNKH: 3.600 triệu đồng.
- Kinh phí từ nguồn khác: 0 triệu đồng.
- Thời gian thực hiện theo hợp đồng: từ 02/2018 đến 05/2023.

**6. Thời gian thực hiện theo văn bản điều chỉnh của cơ quan có thẩm quyền (nếu có):** Gia hạn thời gian thực hiện hợp đồng đến 05/2023 theo Quyết định số 187/QĐ-BKHCN ngày 01 tháng 02 năm 2021 và Quyết định số 119/QĐ-BKHCN ngày 10 tháng 02 năm 2022 và Quyết định số 2726/QĐ-BKHCN ngày 30/12/2022 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ.

**7. Danh sách thành viên chính thực hiện nhiệm vụ nêu trên gồm:**

| TT | Học hàm, học vị, họ và tên | Tổ chức công tác                |
|----|----------------------------|---------------------------------|
| 1  | TS. Nguyễn Minh Hùng       | Trường Đại học Duy Tân          |
| 2  | TS. Vũ Văn Vân             | Trường Đại học Nguyễn Tất Thành |
| 3  | NCS. Lê Quỳnh Loan         | Viện Sinh học nhiệt đới Tp HCM  |
| 4  | TS. Nguyễn Thành Trung     | Trường Đại học Duy Tân          |
| 5  | TS. Lê Thành Đô            | Trường Đại học Duy Tân          |

|    |                         |                                  |
|----|-------------------------|----------------------------------|
| 6  | TS. Ngô Sơn Tùng        | Trường Đại học Tôn Đức Thắng     |
| 7  | TS. Phùng Thị Thu Hương | Trường Đại học Nguyễn Tất Thành  |
| 8  | TS. Hoàng Văn Dũng      | Trường Đại học Nguyễn Tất Thành  |
| 9  | PGS. TS. Trần Văn Hiếu  | Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh |
| 10 | CN. Đặng Thị Kim Mai    | Trường Đại học Duy Tân           |

## II. NỘI DUNG TỰ ĐÁNH GIÁ VỀ KẾT QUẢ THỰC HIỆN NHIỆM VỤ

### 2.1. Sản phẩm khoa học đã hoàn thành

| TT | Tên sản phẩm                                                                                                                        | Số lượng |     |           | Khối lượng |     |           | Chất lượng |     |           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|-----------|------------|-----|-----------|------------|-----|-----------|
|    |                                                                                                                                     | Xuất sắc | Đạt | Không đạt | Xuất sắc   | Đạt | Không đạt | Xuất sắc   | Đạt | Không đạt |
| 1  | 02-03 chủng <i>M. oryzae</i> knock-out gen mã hóa PMO và các enzyme liên quan                                                       | x        |     |           | x          |     |           | x          |     |           |
| 2  | 01-02 chủng <i>P. pastoris</i> biểu hiện PMO tái tổ hợp.<br>Nồng độ enzyme tái tổ hợp 10 mg/L môi trường nuôi cấy, hoạt độ 1,8 U/L. | x        |     |           | x          |     |           | x          |     |           |
| 3  | 1-2 g protein PMO tái tổ hợp có hoạt độ riêng ~18 U/ $\mu$ L với mức độ tinh sạch trên 85%                                          | x        |     |           | x          |     |           | x          |     |           |
| 4  | 01 chất ức chế PMO hoặc các enzyme liên quan của <i>M. Oryzae</i> đạt tiêu chuẩn ức chế khoảng 85% sự                               | x        |     |           | x          |     |           |            | x   |           |

|    |                                                                                                                               |          |     |           |          |     |           |          |     |           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|-----------|----------|-----|-----------|----------|-----|-----------|
| 11 | phát triển của đạo ôn. Số lượng 4-5 g                                                                                         |          |     |           |          |     |           |          |     |           |
|    | <b>SP dạng II</b>                                                                                                             | Xuất sắc | Đạt | Không đạt | Xuất sắc | Đạt | Không đạt | Xuất sắc | Đạt | Không đạt |
| 5  | Quy trình tạo chủng <i>M. oryzae</i> knock-out gen PMO                                                                        | x        |     |           | x        |     |           | x        |     |           |
| 6  | Quy trình tạo chủng <i>P. pastoris</i> mang gen PMO từ <i>M. oryzae</i>                                                       | x        |     |           | x        |     |           | x        |     |           |
| 7  | Báo cáo giải pháp công nghệ ứng dụng chất ức chế enzyme PMO hoặc các enzyme liên quan trong đấu tranh, kiểm soát bệnh đạo ôn. | x        |     |           | x        |     |           |          | x   |           |
| 8  | Kết quả thử nghiệm nhà lưới áp dụng giải pháp nêu trên                                                                        |          | x   |           | x        |     |           |          | x   |           |
| 9  | Kết quả thử nghiệm ứng dụng enzyme PMO cùng các cellulase trong phân hủy rơm thành đường                                      |          | x   |           | x        |     |           |          | x   |           |
|    | <b>SP dạng III</b>                                                                                                            | Xuất sắc | Đạt | Không đạt | Xuất sắc | Đạt | Không đạt | Xuất sắc | Đạt | Không đạt |
| 10 | 02 bài báo tạp chí quốc tế (IF > 1,5)                                                                                         |          | x   |           |          | x   |           |          | x   |           |

1/3/2011

|    |                                                           |          |     |           |          |     |           |          |     |           |
|----|-----------------------------------------------------------|----------|-----|-----------|----------|-----|-----------|----------|-----|-----------|
| 11 | Chương sách xuất bản trên tạp chí quốc tế (không đăng ký) | x        |     |           | x        |     |           | x        |     |           |
| 12 | Bài báo tạp chí trong nước (không đăng ký)                | x        |     |           | x        |     |           | x        |     |           |
|    | <b>SP dạng IV</b>                                         | Xuất sắc | Đạt | Không đạt | Xuất sắc | Đạt | Không đạt | Xuất sắc | Đạt | Không đạt |
| 13 | 01 Thạc sĩ Công nghệ sinh học                             |          |     | x         |          |     | x         |          |     | x         |
| 14 | Tiến sĩ Công nghệ sinh học (không đăng ký)                |          | x   |           |          | x   |           |          | x   |           |

## 2.2. Những đóng góp mới của nhiệm vụ

Sử dụng các công cụ bioinformatics để phân tích dữ liệu transcriptomics của thể appressorium trong quá trình gây bệnh của nấm đạo ôn *M. oryzae* đã phát hiện được 14 gene tiềm năng mã hóa cho các enzyme PMO và 51 gene tiềm năng mã hóa cho các enzyme phân giải carbohydrate khác.

Tối ưu mã di truyền và thiết kế vector biểu hiện pPICZαA, tạo chủng *Pichia pastoris* mang gene *MGG\_00245* và biểu hiện thành công enzyme tái tổ hợp PMO ở nấm men *P. pastoris*. Hoạt tính hỗ trợ phân giải polysaccharide của PMO có nguồn gốc từ nấm đạo ôn lần đầu tiên được nghiên cứu và đánh giá. Hoạt tính phân giải cellulose của cellulase cũng được tăng cường đáng kể khi thực hiện phản ứng phối hợp với PMO *MoAA16*. Biểu hiện và tinh chế thành công 1g enzyme tái tổ hợp PMO *MoAA16* từ hệ thống lên men pilot có dung tích lên men 100 L. Với những kết quả thể hiện ở trên, chúng tôi đã chứng minh được hoạt tính oxy hóa xúc tác quá trình phân cắt liên kết glycosidic của cellulose tại vị trí C1 nhờ vào sự hiện diện của nhân đồng ở trung tâm hoạt động của PMO. Đây là những bằng chứng thực nghiệm đầu tiên khẳng định hoạt tính PMO của *MoAA16*. Ngoài ra, một số khảo sát được tiến hành cùng với enzyme thủy phân cellulose cho thấy khi có sự hiện diện của PMO thì khả năng phân hủy cơ chất của hỗn hợp enzyme được tăng cường trong 03 giờ đầu.

Kết quả thử nghiệm chủng gốc GUY11 và 03 chủng đột biến KO gene trên cây lúa cho thấy chủng không có sự sai khác đáng kể về triệu chứng bệnh đạo ôn trên cây lúa giữa giống gốc GUY11 và chủng đột biến *KO\_00245*, tuy nhiên triệu chứng bệnh gây ra của 02 chủng đột biến *KO\_04732* và *KO\_06064* nhẹ hơn so với chủng đối chứng GUY11. Kết quả phân tích đánh giá mức độ nhiễm bệnh theo thang của JIRCAS, 2009 cho thấy chủng đột biến *KO\_04732* điểm nhiễm bệnh thấp nhất, tiếp theo là chủng *KO\_06064*. Dựa vào các công bố trước đây và tìm kiếm trình tự nucleotide trên các ngân

hàng dữ liệu gene, chúng tôi đã tìm thấy 13 gene liên quan đến tính kháng bệnh đạo ôn trong bộ sưu tập 25 dòng lúa sử dụng trong thử nghiệm tính kháng bệnh đạo ôn (Một số gene khác chỉ có marker mà chưa được giải trình tự nucleotide). Mười ba cặp mỗi đặc hiệu gene kháng bệnh đạo ôn và gene đối chứng nội tại 18S đã được thiết kế. Kết quả phân tích mức độ biểu hiện gene bằng kỹ thuật qPCR chúng tôi chỉ nhận được tín hiệu huỳnh quang của 4/13 gene, đó là các gene Fish của dòng IRBLsh-B (ký hiệu thí nghiệm là J1), gene Pita của dòng IRBLt-K59 (ký hiệu là J3), gene Pii của dòng IRBLi-F5 (ký hiệu là J5) và gene Pi3 của dòng IRBL3-CP4 (ký hiệu là J6). Kết quả cho thấy mức độ biểu hiện của gene Fish, Pii và Pi3 đều bị suy giảm ở chủng đột biến *KO\_04732* so với đối chứng; mức độ biểu hiện của gene Pita, Pii và Pi3 đều bị suy giảm ở chủng đột biến *KO\_06064*; mức độ biểu hiện của gene Fish và Pi3 bị suy giảm biểu hiện ở chủng đột biến *KO\_00245*. Ngược lại mức độ biểu hiện của gene Pita và Pii được tăng cường ở chủng đột biến *KO\_00245*. Các kết quả phân tích mức độ biểu hiện gene bằng qPCR cho thấy về cơ bản mức độ biểu hiện của các gene nghiên cứu bị suy giảm mạnh ở các chủng đột biến *KO\_04732* và *KO\_06064*. Kết quả này tương đồng với phân tích triệu chứng bệnh đạo ôn của hai dòng đột biến *KO* này trên cây lúa. Giả thuyết được đưa ra là nhiều khả năng hai chủng đột biến *KO\_04732* và *KO\_06064* đã làm giảm khả năng lây nhiễm của chúng lên cây lúa và do đó cây lúc chỉ biểu hiện các gene kháng bệnh ở mức độ thấp.

Dựa trên sàng lọc *in vitro*, trong số 16 dẫn xuất peptaibol, có 07 dẫn xuất peptide (Pep2, 2Rink, 4, 4Rink, 4C, 5 và 22Rink) sự ức chế phát triển hơn 90% của bất kể chủng nấm đạo ôn nào được sử dụng trong nghiên cứu. Phân tích kính hiển vi cho thấy việc xử lý bởi các loại peptide này làm cho bào tử nấm không thể nảy mầm và peptide đánh dấu fluorescein (fluorescein-labeled peptide) định vị trong thành tế bào của bào tử nấm và trong tế bào chất ngưng kết (agglutinated cytoplasm). Dựa trên các phân tích *in vivo* với cây lúa được xử lý với 50  $\mu$ M peptaibol và  $1 \times 10^3$  bào tử nấm/mL sau 08 ngày ủ cho thấy 2Rink, 4, 4Rink, 4C2, 5 và 7 có hiệu quả ức chế sự phát triển của nấm đạo ôn tốt nhất, các triệu chứng bệnh giảm từ 65-70% trên thang DSI. Khi thử nghiệm chất ức chế nấm đạo ôn Pep4Rink trong nhà lưới đã đạt được mức độ kháng khoảng 40%.

Phân tích hệ phiên mã đã được thực hiện trên sợi nấm *M. oryzae* sau 03 giờ xử lý peptide. Kết quả, đã phát hiện được 1410 gene có mức độ biểu hiện khác biệt, 2/3 trong số đó là các gene có biểu hiện tăng cường. Trong số này, chúng tôi phát hiện ra các gene liên quan đến đáp ứng stress oxy hóa (oxidative stress response), giải độc tố (detoxification), chết tế bào bằng tự thực bào (autophagic cell death), sinh tổng hợp thành tế bào (cell wall biogenesis), phân giải và tái cấu trúc (degradation và remodeling), sinh tổng hợp melanin và axit béo, các kênh vận chuyển dòng ion (ion efflux transporters). Số liệu phân tử cho thấy rằng các dẫn xuất của peptaibol làm hư hại thành và màng tế bào và cảm ứng chết tự thực bào. Quan sát siêu phân tử của bào tử nấm (conidia) và sợi nấm cũng đã xác nhận những số liệu về thành và màng tế bào bị hư hại khi xử lý bằng các dẫn xuất peptaibol. Pep4Rink có hoạt tính ức chế *M. oryzae* tốt nhất đã được lựa chọn để thử nghiệm tính kháng nấm trên cây lúa trong nhà lưới. Từ các kết quả nghiên cứu thử nghiệm chúng tôi rút ra kết luận rằng, cần tăng nồng độ chế phẩm lên khoảng 250  $\mu$ M và phun lặp lại 03 lần liên tục sau mỗi 24 giờ thì hiệu

quả kháng nấm đạo ôn sẽ tăng lên. Tuy nhiên, mức độ kháng nấm đạo ôn vẫn chưa cao như kỳ vọng có thể do nhiều nguyên nhân khác nhau, tuy nhiên việc thử nghiệm chất ức chế nấm đạo ôn trong nhà lưới có thể do không kiểm soát được nhiệt độ, độ ẩm... dẫn đến chất ức chế bị bay hơi hoặc biến tính làm giảm hoạt tính sinh học. Do đó, chúng tôi kiến nghị cần có thêm nhiều nghiên cứu hơn nữa đối với các chất ức chế này, trong đó có tính đến việc bổ sung chất mang/tác chất để duy trì hoạt tính của chất ức chế.

### **2.3. Hiệu quả của nhiệm vụ**

#### **2.3.1. Hiệu quả kinh tế**

Đây là một đề tài nghiên cứu cơ bản nhưng các phát hiện mới của đề tài có ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn cao. Các kết quả nghiên cứu của đề tài nếu được tiếp tục nghiên cứu và phát triển sẽ được ứng dụng vào thực tiễn sản xuất như sản xuất enzyme PMO phân giải cellulose giúp tăng cường khả năng phân giải cellulose trong các hoạt động công nghiệp như sản xuất nhiên liệu sinh học nhằm giảm chi phí đầu vào; nghiên cứu các chất ức chế peptaibol có nguồn gốc từ thiên nhiên thân thiện với môi trường, cần có những nghiên cứu sâu hơn về việc thử nghiệm trên đồng ruộng đối với các peptaibol có hoạt tính kháng nấm đạo ôn cao nhằm tạo ra các chế phẩm ứng dụng trong phòng trừ nấm đạo ôn, góp phần vào chiến lược phòng trừ nấm đạo ôn hiệu quả.

#### **2.3.2. Hiệu quả xã hội**

Trong những năm gần đây, nấm đạo ôn đã gây ra nhiều vụ bùng phát dịch quy mô lớn ở Trung Quốc, Hàn Quốc, Nhật Bản, Việt Nam, châu Âu và Mỹ. Trong khi đó các giống lúa kháng đạo ôn nhanh chóng bị đề kháng do các chủng nấm tiến hóa nhanh và vượt qua được tính kháng của các giống lúa mới được chọn tạo. Thực tế cho thấy nấm đạo ôn sẽ kháng lại các giống lúa mới chỉ sau 2 – 3 mùa vụ. Hiện nay, biện pháp phòng ngừa bệnh đạo ôn vẫn chủ yếu phụ thuộc vào thuốc kháng nấm có nguồn gốc tổng hợp hóa học. Do đó, những nghiên cứu về đặc tính gây bệnh, cơ chế kháng thuốc của nấm đạo ôn cũng như đặc tính kháng bệnh của cây lúa càng trở nên cấp thiết, trong đó chiến lược kiểm soát bệnh đạo ôn theo hướng hữu cơ và bền vững là những mục tiêu được ưu tiên hàng đầu. Việc nghiên cứu và phát hiện ra các hợp chất có nguồn gốc từ thiên nhiên có khả năng ức chế sự phát triển của nấm đạo ôn đóng góp vào việc ổn định sản xuất, an sinh xã hội, đảm bảo thu nhập và cuộc sống cho người nông dân trồng lúa ở những khu vực thường xuyên xảy ra dịch đạo ôn.

Cuộc chiến về năng lượng hóa thạch giữa Nga và các nước phương Tây vẫn diễn ra hết sức gay gắt, gần đây các nước châu Âu thiếu nhiên liệu hóa thạch nghiêm trọng như xăng, dầu, khí đốt hóa lỏng gây thiệt hại rất lớn đến sự phát triển kinh tế và an sinh xã hội. Việc nghiên cứu và phát triển các nguồn năng lượng tái tạo sẽ là một xu thế tất yếu trong tương lai. Những nghiên cứu về năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời, năng lượng gió, và NLSH sẽ có những đóng góp thiết thực trong phát triển kinh tế, an sinh xã hội những thập niên tiếp theo. Những kết quả nghiên cứu trong đề tài này sẽ góp phần thúc đẩy những nghiên cứu về năng lượng sinh học với sự trợ giúp của enzyme tái tổ hợp giúp phân giải và chuyển hóa polysaccharide thành đường, phục vụ cho quá trình lên men ethanol và giảm giá thành sản xuất.

### III. TỰ ĐÁNH GIÁ, XẾP LOẠI KẾT QUẢ THỰC HIỆN NHIỆM VỤ

#### 3.1. Về tiến độ thực hiện (đánh dấu X vào ô tương ứng)

- Nộp hồ sơ đúng hạn ☒
- Nộp chậm từ trên 30 ngày đến 06 tháng ☐
- Nộp hồ sơ chậm trên 06 tháng ☐

#### 3.2. Về kết quả thực hiện nhiệm vụ

- Xuất sắc ☐
- Đạt ☒
- Không đạt ☐

Giải thích lý do: Đề tài được thực hiện trong vòng 65 tháng, trong thời gian này, nhóm nghiên cứu đồng thời tiến hành 03 hướng nghiên cứu: 1)  *nghiên cứu biểu hiện, xác định hoạt tính của một enzyme tái tổ hợp hoàn toàn mới*. Cơ sở khoa học của việc lựa chọn đối tượng trong nghiên cứu này dựa vào các phân tích tin sinh học và phát hiện các gene mới tiềm năng. Đây là một cách tiếp cận khoa học, hiện đại nhưng rất rủi ro vì rất có thể khi đi sắp hết quá trình nghiên cứu đã biểu hiện, tinh sạch thành công nhưng protein tái tổ hợp không có hoạt tính phân giải cellulose hoặc hoạt tính khác với nhận định ban đầu. Tuy nhiên, với những nỗ lực của nhóm nghiên cứu, enzyme tái tổ hợp PMO đầu tiên có nguồn gốc từ nấm đạo ôn đã được biểu hiện, tinh chế và thử hoạt tính phân giải cellulose. 2)  *nghiên cứu vai trò chức năng của một số gene trong quá trình gây bệnh của nấm đạo ôn*. Trong hướng nghiên cứu này, việc tạo ra các đột biến knock-out trên đối tượng nấm đạo ôn là hướng nghiên cứu mới đối với nhóm nghiên cứu và đối tác. Trước đây, nhóm nghiên cứu đối tác đã thành công và làm chủ kỹ thuật tạo đột biến knock-out nhưng trên đối tượng là nấm *Fusarium graminearum*. Tuy nhiên, với những nỗ lực cuối cùng nhóm nghiên cứu đã thành công tạo ra một số chủng đột biến knock-out và nghiên cứu khả năng lây nhiễm của nó trên cây lúa cũng nhưng đánh giá được sự tương tác của chúng ảnh hưởng đến mức độ biểu hiện của một số gene liên quan đến tính kháng nấm đạo ôn ở cây lúa; 3)  *nghiên cứu chất ức chế nấm đạo ôn*. Với những manh mối trước đây về khả năng kháng nấm của peptaibol đối với một số loại cây trồng đã chứng minh khả năng kháng nấm của peptaibol, lần đầu tiên nhóm nghiên cứu tiến hành các nghiên cứu nấm đạo ôn trên cây lúa. Các nghiên cứu được tiến hành tỉ mỉ và thận trọng, và một số thành quả ban đầu đã thu được như phát hiện ra 7 dẫn xuất peptaibol có khả năng kháng nấm đạo ôn trên 90% *in vitro*. Các nghiên cứu cũng đã được tiến hành ở mức độ tế bào/địa phân tử (hiển vi điện tử quét), mức độ phân tử sử dụng giải trình tự thế hệ mới (NGS) để đánh giá mức độ biểu hiện gene của nấm đạo ôn khi được xử lý bằng peptaibol.

Với khối lượng công việc rất lớn, đại dịch covid 19 xảy ra trong thời gian triển khai đề tài đã ảnh hưởng rất lớn đến tiến độ của đề tài; do giãn cách xã hội nên phòng thí nghiệm phải đóng cửa thời gian dài và xảy ra nhiều lần; đối tác của đề tài cũng ảnh hưởng không nhỏ trong việc thực hiện các nội dung nghiên cứu và trao đổi giữa hai bên trong thời gian dịch bệnh. Với những bất lợi khách quan đó, đòi hỏi nhóm nghiên cứu

phải làm việc hết sức chuyên nghiệp và nghiêm túc, nỗ lực hết mình để hoàn thành nhiệm vụ. Sau thời gian thực hiện, các kết quả nghiên cứu của đề tài có độ tin cậy cao, đáp ứng đầy đủ các yêu cầu và tiêu chí của cơ quan chủ quản về số lượng và chất lượng kết quả nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu có nhiều tính mới, có giá trị về mặt khoa học và thực tiễn (có các bài báo công bố trên các tạp chí ISI có chỉ số IF cao, chương sách xuất bản quốc tế và các công trình công bố trên tạp chí ngành); ngoài ra đề tài còn đào tạo được 01 tiến sĩ chuyên ngành Công nghệ sinh học. Với những nỗ lực trong việc thực hiện đề tài, nhóm nghiên cứu nhận thấy kết quả đạt được có nhiều triển vọng, và đánh giá các kết quả này đạt mức xuất sắc nhiệm vụ được giao.

Cam đoan nội dung của Báo cáo là trung thực; chủ nhiệm và các thành viên tham gia thực hiện nhiệm vụ không sử dụng các kết quả nghiên cứu của người khác/nhóm nghiên cứu khác trái với các quy định của pháp luật.

#### CHỦ NHIỆM NHIỆM VỤ



TS. Nguyễn Minh Hùng



TS. Lê Nguyên Bảo

