



KHẢ NĂNG KHÁNG NẤM CỦA CHẾ PHẨM NANO BẠC – TBS ĐỐI VỚI *Macrophoma theicola* GÂY HẠI TRÊN QUẢ QUÝT HƯƠNG CẦN (*Citrus deliciosa* T.)

Võ Văn Quốc Bảo*, Trương Ngọc Đăng

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, 102 Phùng Hưng, Huế, Việt Nam

Tóm tắt. Chế phẩm nano bạc – TBS (tinh bột sắn) được sử dụng để nghiên cứu khả năng kháng nấm *Macrophoma theicola* gây bệnh trên quả quýt sau thu hoạch. Kết quả nghiên cứu chứng minh rằng chế phẩm nano bạc – TBS trong điều kiện *in vitro* nồng độ bổ sung từ 10 ppm đã có tác dụng ức chế sự sinh trưởng và phát triển của nấm sau 2 ngày theo dõi với đường kính tán nấm chỉ đạt 1,4 ($\pm 0,4$) cm và ức chế hoàn toàn từ nồng độ 30 ppm. Ở điều kiện *in vivo*, nồng độ chế phẩm nano bạc – TBS có khả năng hạn chế sự phát triển gây bệnh của nấm *Macrophoma theicola* từ 24,4% đến 100% tương ứng từ 10 đến 90 ppm.

Từ khóa: *Macrophoma theicola*, nano bạc – TBS, *in vitro* và *in vivo*, kháng nấm, quả quýt

1 Đặt vấn đề

Trái cây họ có múi thuộc chi *Citrus* bao gồm cam, quýt, chanh và bưởi. Trong số các loại quả này, quýt Hương Cần (*Citrus deliciosa* T.) là cây ăn quả đặc sản của Thừa Thiên Huế. Cây tồn tại và phát triển lâu đời, không những biểu trưng cho nền văn hoá ẩm thực cổ đô mà còn góp một phần kinh tế quan trọng cho nhiều hộ trồng quýt trong tỉnh bởi vì đây là loại trái cây cao cấp được người tiêu dùng nhiều nơi ưa chuộng. Múi quýt có nhiều thành phần dinh dưỡng bao gồm đường, protein, lipid, vitamin, acid hữu cơ và chất khoáng. Tuy nhiên, trái cây họ cam quýt thường bị tấn công bởi rất nhiều tác nhân gây bệnh từ giai đoạn cho quả non đến thu hoạch làm cho năng suất trái cây và phẩm chất của quả sau thu hoạch giảm đáng kể. Tồn thất sau thu hoạch là một trong những vấn đề lớn tại Việt Nam.

Trong thời gian này, tại các nhà vườn trồng quýt ở thôn Giáp Kiều, xã Hương Toàn, thị xã Hương Trà, Thừa Thiên Huế xảy ra hiện tượng trên cành, lá và bề mặt quả quýt bị nấm bệnh màu trắng gây mất nước và làm khô quả. Việc sử dụng các loại thuốc bảo vệ thực vật có nguồn gốc hóa học để trừ nấm gây bệnh sẽ rất hiệu quả và thuận lợi, nhưng việc lạm dụng chúng quá mức và dư lượng của thuốc không những đã ảnh hưởng đến an toàn vệ sinh thực phẩm và sức khỏe của con người mà còn gây ô nhiễm môi trường và nhanh chóng hình thành các dòng nấm khác có khả năng đối kháng lại với thuốc. Công nghệ nano có thể mở ra nhiều hướng ứng dụng

*Liên hệ: vovanquocbao@huaf.edu.vn

trong lĩnh vực công nghệ sinh học, nông nghiệp và thực phẩm. Các hạt nano kim loại có tiềm năng bảo vệ thực vật chống lại các bệnh gây hại và kích thích sự phát triển của thực vật dẫn đến tăng sản lượng lương thực toàn cầu, nâng cao chất lượng thực phẩm và đồng thời giảm chất thải, giảm sự ô nhiễm môi trường. Các hạt nano bạc đã cho thấy các hoạt động kháng khuẩn, kháng nấm mạnh chống lại các tác nhân gây bệnh trong thực phẩm [9, 12]. Tinh bột sắn (TBS) là một trong những nguồn vật liệu có khả năng phân hủy sinh học rẻ nhất trên thị trường thế giới hiện nay và đã được nghiên cứu ứng dụng để sản xuất màng film bao gói thực phẩm, an toàn với môi trường [13].

Các hạt nano bạc có diện tích bề mặt rất lớn, làm gia tăng khả năng tiếp xúc của chúng với vi khuẩn hoặc nấm và nâng cao hiệu quả diệt khuẩn và diệt nấm. Tuy nhiên, việc tổ hợp các hạt nano bạc trong màng tinh bột sắn nhằm nâng cao giá trị sử dụng trong việc nghiên cứu kháng nấm *Macrophoma theicola* ssp. chưa được nghiên cứu.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi trình bày kết quả phân lập và định danh nấm *Macrophoma theicola* ssp. từ quả quýt Hương Cần bị bệnh, đồng thời khảo sát khả năng ức chế nấm *Macrophoma theicola* ssp. bằng chế phẩm nano bạc kết hợp với tinh bột sắn (nano bạc – TBS).

2 Nguyên liệu và phương pháp

2.1 Nguyên liệu

Quả quýt bị nhiễm nấm bệnh được thu hái từ trên cây tại thôn Giáp Kiều, xã Hương Toàn, thị xã Hương Trà, Thừa Thiên Huế để phân lập nấm. Quả quýt không bị dập nát, đồng đều về kích thước, không có dấu hiệu tổn thương cơ học.

Chế phẩm nano bạc – TBS được chuẩn bị bằng phương pháp tổng hợp các hạt nano bạc nhờ sự khuấy trộn bằng công nghệ siêu âm ở nhiệt độ phòng trong 20 phút từ dung dịch bạc nitrat với dịch chiết xuất từ lá rau má tươi (*Centella asiatica*) [6]. Tiếp theo, cho từ từ 20 g tinh bột sắn (TBS) vào 50 mL dung dịch nano bạc trên máy khuấy từ với tốc độ 50 vòng/phút [7].

2.2 Phương pháp

Phân lập và định danh loài nấm gây bệnh trên quả quýt

Sử dụng giấy thấm đã tiệt trùng để hấp thu sợi nấm trên bề mặt quả quýt Hương Cần bị nhiễm bệnh và ủ trong môi trường ẩm. Sau hai ngày, nấm được cấy chuyển sang môi trường PDA (200 g khoai tây, 20 g D-glucose, 20 g agar, 1 L nước cất) để nuôi cấy và phân lập nấm.

Dựa vào hình thái, màu sắc của khuẩn lạc, đặc điểm bào tử và sơ bộ tuyển chọn ra các mẫu nấm cần định danh (Hình 1) [1, 11]. Mẫu nấm được định danh bằng phương pháp khuếch đại gen (PCR), giải trình tự gen rRNA và tra cứu trên ngân hàng gen bằng công cụ BLAST (NCBI).



Hình 1. Quả quýt Hương Cần bị nhiễm nấm gây bệnh

Khảo sát khả năng kháng nấm của chế phẩm nano bạc – TBS trên môi trường thạch trong điều kiện *in vitro*

Cắt một mảnh nấm thuần *Macrophoma theicola* có kích thước 2×2 mm từ rìa của tản nấm sau 3 ngày nuôi cấy ở 28°C đặt vào tâm các đĩa petri (Φ 9cm) chứa 15 mL dung dịch hỗn hợp gồm môi trường PDA và chế phẩm nano bạc – TBS với các nồng độ khác nhau (0 ppm – đối chứng, 10 ppm, 30 ppm, 50 ppm, 70 ppm và 90 ppm), rồi tiến hành nuôi cấy ở cùng nhiệt độ. Mỗi nồng độ khảo sát được lặp lại 3 lần. Sử dụng thước kẹp điện tử để đo đường kính tản nấm (ĐKTN) mỗi ngày một lần. Tính kháng nấm của chế phẩm được thể hiện bằng sự ức chế hoặc tiêu diệt khả năng sinh trưởng và phát triển của vi sinh vật [1].

Khảo sát sự ảnh hưởng của chế phẩm nano bạc – TBS tới khả năng gây bệnh của nấm *Macrophoma theicola* trong điều kiện *in vivo*

Lựa chọn ngẫu nhiên 90 quả quýt (5 quả/mẫu/lần lặp) đạt độ chín thu hoạch có kích thước và màu sắc tương đối đồng đều. Dem rửa bằng nước sạch và phun khử trùng bằng cồn 70%, rửa lại bằng nước sạch tiệt trùng và để khô. Dùng lưỡi dao y tế đã vô trùng tạo 3 vết thương ở các vị trí khác nhau trên quả quýt và gây bệnh bằng cách cho vào mỗi vết thương 10 μL huyền phù nấm *Macrophoma theicola* có nồng độ 10^6 tế bào/mL. Để khô tự nhiên ở điều kiện nhiệt độ phòng trong 2 giờ. Sau đó, phun chế phẩm nano bạc – TBS có nồng độ khác nhau (0 ppm – nghiệm thức đối chứng xử lý bằng nước cất, 10 ppm, 30 ppm, 50 ppm, 70 ppm và 90 ppm), để khô tự nhiên trong 2 giờ. Sau đó phun lại lần 2, để khô, theo dõi ở điều kiện phòng trong vòng 10 ngày và xác định tỷ lệ nhiễm bệnh trên các quả gây nhiễm bệnh nhân tạo. Mỗi nồng độ khảo sát được lặp lại 3 lần. Tỷ lệ nhiễm bệnh (TLN) của quả quýt được xác định như sau: $\text{TLN} (\%) = (\text{Tổng số vết thương phát triển nấm bệnh} / \text{Tổng số vết thương nhân tạo của mỗi công thức}) \times 100$. (Ghi chú: Tổng số vết thương nhân tạo của mỗi công thức = số vết thương nhân tạo/quả \times số quả/mẫu = $3 \times 5 = 15$) [1, 9]

Xử lý số liệu

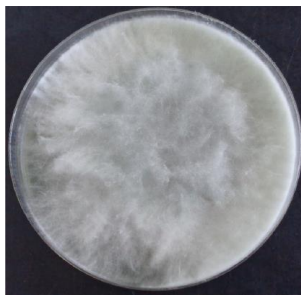
Sử dụng phương pháp phân tích phương sai trên phần mềm tiêu chuẩn Minitab 16.2.3.0 (với độ tin cậy $p < 0,05$) để so sánh sự sai khác có ý nghĩa giữa các giá trị trung bình của các số liệu thực nghiệm.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Phân lập và định danh loài nấm gây bệnh trên quả quýt

Sau quá trình nuôi cấy, 6 mẫu nấm (ký hiệu là QB1, QB2, QB3, QB4, QB5 và QB6) từ các quả quýt Hương Cần bị nhiễm bệnh được phân lập. Tuy nhiên, cả 6 mẫu nấm đều có màu sắc, hình thái gần như giống nhau. Nấm sau khi phân lập có sợi mọc thưa. Lúc đầu, nấm có màu trắng và dần dần chuyển sang màu tro, phát tán đều theo hướng thành đĩa petri chứa môi trường PDA. Các sợi nấm mọc hướng lên trên; tản nấm xốp và sau 4 ngày có kích thước 1–3mm. Tuy tác giả phân lập được 6 mẫu, nhưng hình thái bên ngoài giống nhau và khi định danh bằng phương pháp giải trình tự ITS đều có kết quả như nhau. Vì vậy, kết quả phân lập chỉ trình bày một chủng nấm gây bệnh điển hình ở trên quả quýt (Hình 2).

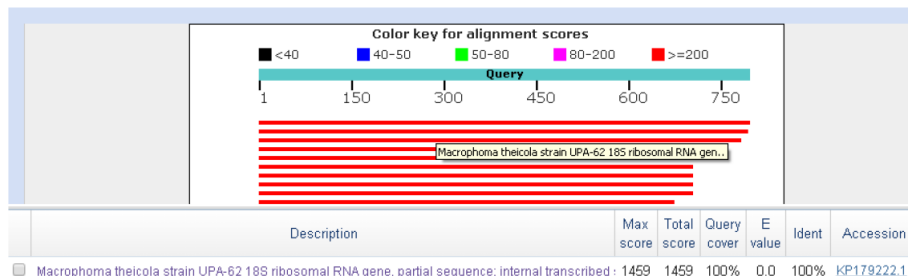
Các mẫu nấm được định danh bằng phương pháp giải trình tự vùng ITS, trình tự nucleotide của 6 mẫu nấm giống nhau (Hình 3).



Hình 2. Hình thái khuẩn lạc của nấm gây bệnh quả quýt Hương Cần trên môi trường PDA

```
CACCCCTCTATGACGCCCGTTCCAGGGGACTTAGGCAGGAGCCCTCGCCGAATC
ATCCTCTACAAATTACAATGCGGACCCTAAAAGGGCCAGTTTCAAATTTGAGCT
GTTGCCGCTTCACTCGCCGTTACTAAGGCAATCCCTGTTGGTTTCTTTTCCCTCCG
CTTATTGATATGCTTAAGTTACGCGGGTATCCCTACCTGATCCGAGGTCAACCTT
GAGAAAAGTTCCAGAAGGTTTCGTCCGGCGGGCGACGCCAACCGCTCCAAGCGA
GGTGATTCTACTACGCTTGAGGGCTGAACAGCCACCGCCGAGGTCTTTGAGGC
GCGTCCGCAGTGAGGACGGTGCCCAATCCAAGCAGAGCTTGAGGGTTGTAATG
ACGCTCGAACAGGCATGCCCCCGGAATACCAAGGGGGCGCAATGTGCGTTCAA
GATTCGATGATCACTGAATTCTGCAATTCACATTACTTATCGCATTTCGCTGCGT
TCTTCATCGATGCCAGAACCAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTTTAGTTTATTA
TGTTTTATCAGCGTCTGCGTTTACTGACTGGAGTTTGAAGGTCCTTTGGCGGCCG
GAGCCGCCAAAGCAACAGAGGTACGTTACAAAAGGGTGGGAGAGTCGAGCCGG
AGCTCGAAAACCTCGGTAATGATCCTTCCGCAGGTTACCTACGGAAAACCTTGTA
CGACTTTTACTTCTCTAAATGACGTAGTTTGACGAACTTTCCGGCTCTGGGTGG
TCGTTGCCGACCTCCCTGAGCCAGTC
```

Hình 3. Kết quả giải trình tự ITS của chủng nấm được phân lập từ quả quýt Hương Cần



Hình 4. Kết quả tra cứu bằng công cụ BLAST (NCBI)

Việc so sánh trình tự ITS của 6 mẫu nấm bằng công cụ BLAST trên NCBI cho thấy trình tự ITS tương đồng 100% với chủng *Macrophoma theicola* (Hình 4). Kết quả này cho phép kết luận rằng 6 mẫu nấm là loài *Macrophoma theicola*. Để phục vụ cho các nghiên cứu tiếp theo, chúng tôi chọn một mẫu nấm và ký hiệu là *Macrophoma theicola* QB1.

Qua quá trình tham khảo tài liệu, chúng tôi chưa thấy công bố nào liên quan đến nấm *Macrophoma theicola* trên đối tượng quả có múi nói chung và quả quýt nói riêng. Loại nấm này chỉ xuất hiện và gây bệnh trên cây chè. Kết quả từ việc phân lập và định danh cho thấy có thể xảy ra sự biến thể và thích nghi với môi trường khác của loại nấm này, và kết quả này cũng có thể làm tiền đề cho những nghiên cứu tiếp theo đối với loại nấm *Macrophoma theicola* trên đối tượng cây có múi để đề ra biện pháp phòng trừ hữu hiệu.

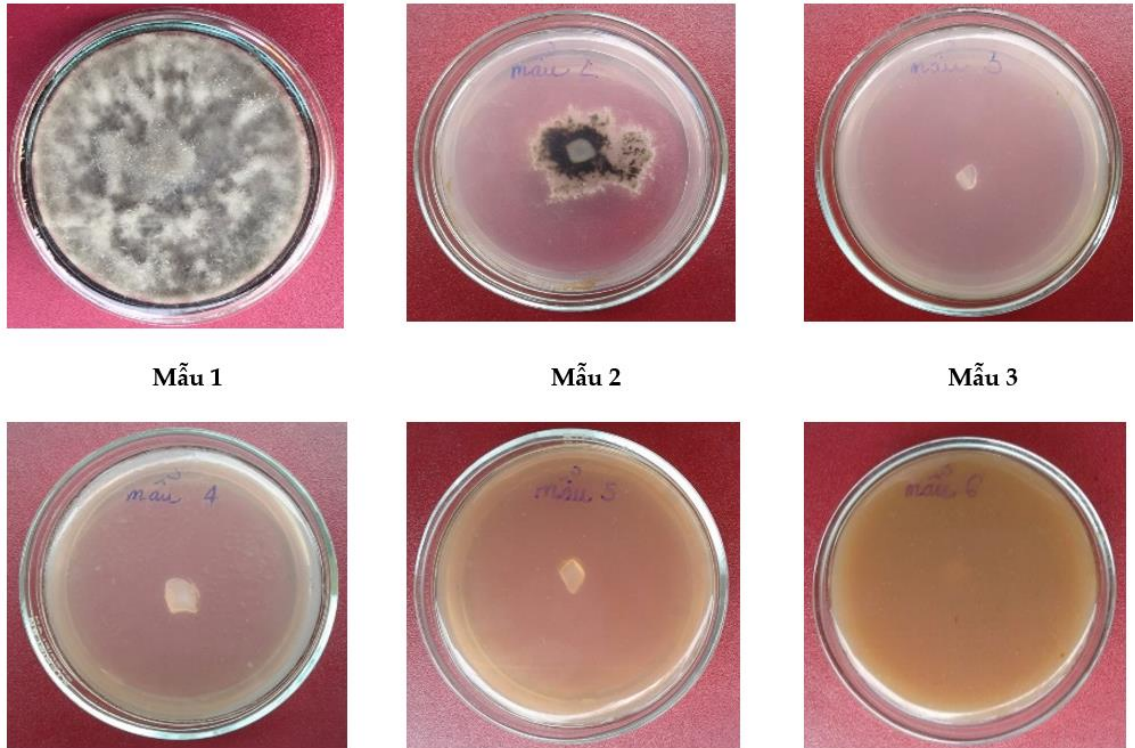
3.2 Khảo sát khả năng kháng nấm của chế phẩm nano bạc – TBS trên môi trường thạch trong điều kiện *in vitro*

Sau 6 ngày theo dõi khả năng kháng nấm *Macrophoma theicola* QB1 trên môi trường PDA có bổ sung nano bạc – TBS ở các nồng độ khác nhau (0 ppm – đối chứng, 10 ppm, 30 ppm, 50 ppm, 70 ppm và 90 ppm) với các ký hiệu tương ứng: mẫu 1, mẫu 2, mẫu 3, mẫu 4, mẫu 5 và mẫu 6, chúng tôi thu được số liệu thể hiện trên Bảng 1 và Hình 5.

Bảng 1. Ảnh hưởng của nano bạc – TBS đến khả năng sinh trưởng tán nấm *Macrophoma theicola* QB1 sau 6 ngày theo dõi

Nồng độ nano bạc – TBS (ppm)	Đường kính tán nấm (cm)					
	1 ngày	2 ngày	3 ngày	4 ngày	5 ngày	6 ngày
0	2,2 ^{cA} (±0,7)	6,4 ^{cB} (±0,6)	8,3 ^{cC} (±0,3)	8,6 ^{cC} (±0,0)	8,6 ^{cC} (±0,0)	8,6 ^{cC} (±0,0)
10	0,7 ^{bA} (±0,1)	1,4 ^{bB} (±0,4)	1,4 ^{bB} (±0,2)	1,4 ^{bB} (±0,3)	1,4 ^{bB} (±0,1)	1,4 ^{bB} (±0,2)
30	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}
50	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}
70	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}
90	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}	0,0 ^{aA}

Ghi chú: các chữ cái thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95%, trong đó a, b, c theo cột và A, B, C theo hàng.



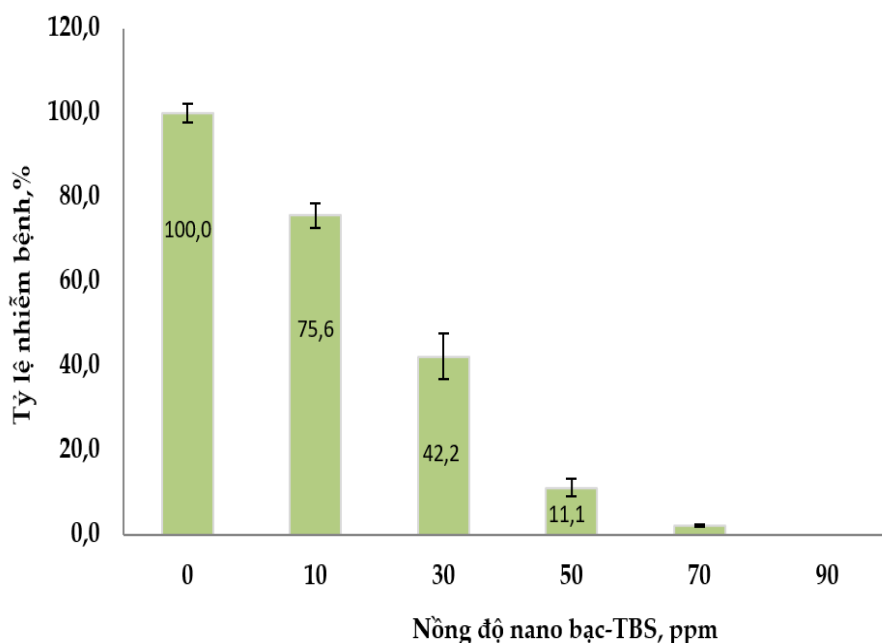
Hình 5. Các mẫu nấm sau 6 ngày theo dõi

Số liệu ở Bảng 1 cho thấy tất cả các mẫu có xử lý bằng nano bạc – TBS đều có ảnh hưởng sự phát triển của đường kính tản nấm. Đường kính tản nấm giảm dần khi nồng độ chế phẩm nano bạc – TBS tăng lên. Ở mẫu 1 (ĐC), sau 1 ngày đã xuất hiện sợi nấm màu trắng, mọc tỏa theo hình tròn hướng về thành đĩa petri, ĐKTN trung bình 2,2 cm. Sau 3 ngày, lượng nấm phát triển nhiều hơn và tràn đầy mặt đĩa và sau 6 ngày sợi nấm chuyển sang giai đoạn già hóa nên chuyển sang màu tro xám. Đường kính tản nấm trung bình ở mẫu 2 là 0,7 cm và 1,4 cm tương ứng sau 1 và 2 ngày theo dõi, từ ngày thứ 3 không tăng, sợi nấm không phát triển và bắt đầu bị già hóa. Ở các mẫu còn lại tương ứng với nồng độ nano bạc – TBS 30, 50, 70 và 90 ppm, sự sinh trưởng của nấm bị ứng chế hòa toàn ở ngày đầu tiên.

Trong điều kiện *in vitro*, khảo sát hoạt tính kháng nấm gây bệnh *Candida albicans* II, Panacek và cs. cho thấy các hạt nano bạc đã thể hiện tác dụng ức chế đối với nấm dù ở nồng độ thấp đến 0,21 mg/L và có hiệu quả ức chế hoàn toàn sự phát triển nấm *Candida albicans* II từ nồng độ 30 mg/L [1]. Cơ chế tác dụng của nano bạc đối với nấm được đánh giá ở các nồng độ khác nhau, gây tổn thương trực tiếp đến màng tế bào, ức chế quá trình nhân đôi DNA và vô hiệu hóa các enzyme dẫn đến ức chế và tiêu diệt sự phát triển của nấm [1, 5, 10]. Như vậy, kết quả nghiên cứu khả năng kháng nấm *Macrophoma theicola* QB1 của chế phẩm nano bạc – TBS tương đồng với các công trình đã được công bố của các nhóm tác giả trên; nồng độ nano bạc càng cao thì khả năng kháng nấm càng hiệu quả.

3.3 Khảo sát sự ảnh hưởng của nano bạc – TBS tới khả năng gây bệnh của nấm *Macrophoma theicola* QB1 trong điều kiện *in vivo*

Kết quả khảo sát khả năng kháng nấm bệnh *Macrophoma theicola* QB1 trên quả quýt Hương Cần trong điều kiện *in vivo* cho thấy ở tất cả các nồng độ xử lý chế phẩm nano bạc – TBS đều có khả năng hạn chế nhiễm bệnh vượt trội so với đối chứng (Hình 6). Ở nồng độ 30 ppm, sau 6 ngày vết bệnh bắt đầu hình thành; tương ứng 50 ppm sau 8 ngày, 70 ppm sau 10 ngày xuất hiện 1 vết bệnh/45 vết nhân tạo, 90 ppm sau 10 ngày không thấy xuất hiện vết bệnh. Khi nồng độ của chế phẩm nano bạc – TBS càng tăng, khả năng ức chế sự sinh trưởng của nấm bệnh càng mạnh. Kết quả của Kim và cs. về tác dụng kháng nấm hiệu quả của hạt nano bạc chống lại nấm gây bệnh trên thực vật và trên quả cà chua, ớt, dưa hấu, dưa chuột, lê, dâu tây... là ở nồng độ 100ppm [11]. Như vậy, kết quả mà chúng tôi đạt được tương đồng với kết quả của các tác giả đã công bố ở trên. Điều này có thể là do nano bạc tham gia hiệu quả trong hiệu ứng phối hợp tinh bột sản hồ hóa tạo thành một màng bán thấm bao bọc quanh quả có tác dụng điều hòa sự trao đổi khí, giảm quá trình thoát hơi nước và làm chậm quá trình chín, do đó kéo dài thời gian bảo quản. Mặt khác, các hạt nano bạc dễ dàng được hấp thu và tích lũy trong các mô biểu bì, tăng cường cấu trúc cho các mô này để chống lại sự xâm nhập của nấm bệnh [2, 11]. Nano bạc còn có tác dụng như một chất kích kháng ngoại bào, có thể tạo sức đề kháng cho vật chủ. Tuy vậy, bề mặt của quả quýt sau thu hoạch là môi trường thích hợp thuận lợi cho sự phát triển của nấm *Macrophoma theicola* QB1 và hiệu quả tác dụng ức chế của chế phẩm nano – TBS trong điều kiện *in vivo* sẽ kém hơn so với điều kiện *in vitro*.



Hình 6. Tỷ lệ quả quýt bị nhiễm nấm bệnh *Macrophoma theicola* QB1 sau khi phun nano bạc – TBS ở các nồng độ khác nhau

4 Kết luận

Nghiên cứu đã tiến hành sử dụng nano bạc – TBS để ức chế nấm *Macrophoma theicola*. Trên môi trường PDA, sự nảy mầm của bào tử và phát triển của tản nấm bắt đầu bị ức chế ở nồng độ 10 ppm và ức chế hoàn toàn từ 30 ppm trong điều kiện *in vitro*. Ở điều kiện *in vivo*, với 2 lần phun chế phẩm ở nồng độ 10 đến 90 ppm, nano bạc – TBS có tác dụng tăng khả năng kháng bệnh từ 24,4% đến 100%.

Tài liệu tham khảo

1. Ales Panacek, Milan Kolar, Renata Vecerova, Robert Prucek, Jana Soukupova, Vladimir Krystof, Petr Hamal, Radek Zboril, Libor Kvittek (2009), *Antifungal activity of silver nanoparticles against Candida spp.*, Biomaterials, 30(31), 6333–6340
2. Borei H.A., El-Samahy M.F.M., Ola A. Galal, Thabet A.F. (2014), *The efficiency of silica nanoparticles in control cotton leafworm, Spodoptera littoralis Bois. (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean under laboratory conditions*. Global Journal of Agriculture and Food Safety Sciences, 1(2), 161–168
3. Dai, L., Qiu, C., Xiong, L., Sun, Q. (2005), *Characterisation of corn starch-based films reinforced with taro starch nanoparticles*. Food Chem., 174, 82–88.
4. Keuk-Jun Kim, Woo Sang Sung, Bo Kyoung Suh, Seok-Ki Moon, Jong-Soo Choi, Jong Guk Kim, Dong Gun Lee (2008), *Antifungal Effect of Silver Nanoparticles on Dermatophytes*, Microbiology and Biotechnology, 18(8), 1482–1484
5. Keuk-Jun Kim, Woo Sang Sung, Bo Kyoung Suh, Seok-Ki Moon, Jong-Soo Choi, Jong Guk Kim, Dong Gun Lee (2009), *Antifungal activity and mode of action of silver nano-particles on Candida albicans*, BioMetals, 22(2), 235–242
6. Le Dai Vuong, Nguyen Dinh Tung Luan, Dao Duy Hong Ngoc, Phan Tuan Anh and Vo-Van Quoc Bao (2016), *Green Synthesis of Silver Nanoparticles from Fresh Leaf Extract of Centella asiatica and Their Applications*, International Journal of Nanoscience, Vol. 15 (3), 1650018 (8 pages).
7. Lê Đại Vương, Võ Văn Quốc Bảo (2018), *Ứng dụng nano bạc trong sản xuất chế phẩm màng bảo quản một số quả tươi*, Đạt giải Nhì, Hội thi sáng tạo kỹ thuật toàn quốc lần thứ 14, Vifotec 44–48, Hà nội
8. Mareesw wran J., Nepolean P., Jayanthi R., Premkumar samuel asir R. and radhakrishnan B. (2015), *In vitro Studies on Branch Canker Pathogen (macrophoma sp.) Infecting Tea*, Plant Pathology & Microbiology.6:284. doi:10.4172/2157-7471.1000284
9. [Nasrollahi A., Pourshamsian Kh., Mansourkiaee P. (2011), *Antifungal activity of silver nanoparticles on some of fungi*, International Journal of Nano Dimension, 1(3), 233–239
10. Rabab M. Elamawi, Raida E. Al-Harbi, and Awatif A. Hendi (2018), *Biosynthesis and characterization of silver nanoparticles using Trichoderma longibrachiatum and their effect on phytopathogenic fungi*, Agriculture and Agricultural Science Procedia, 28(1) 296–303
11. Sang Woo Kim, Jin Hee Jung, Kabir Lamsal, Yun Seok Kim, Ji Seon Min, Youn Su Lee (2018), *Antifungal Effects of Silver Nanoparticles (AgNPs) against Various Plant Pathogenic Fungi*, Mycobiology, 42(1), 53–58
12. Siti Hajar Othman (2014), *Bio-nanocomposite Materials for Food Packaging Applications: Types of Biopolymer and Nano-sized Filler*, Agriculture and Agricultural Science Procedia, 2, 296–303
13. Võ Văn Quốc Bảo, Trương Thị Minh Hạnh (2008), *Nghiên cứu yếu tố ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của màng bao gói thực phẩm được chế tạo từ tinh bột sắn có bổ sung polyethylene glycol (PEG)*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng – 3(2), 49–57.

14. Young-Ki Jo, Byung H. Kim, Geunhwa Jung (2009), *Antifungal Activity of Silver Ions and Nanoparticles on Phytopathogenic Fungi*, The American Phytopathological Society journals, 93(10), 1037–1043, <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-10-1037>.

ANTIFUNGAL ABILITY OF SILVER NANOPARTICLES – TBS AGAINST *Macrophoma theicola* IN POST-HARVEST MANDARIN FRUIT (*Citrus deliciosa* T.)

Vo Van Quoc Bao*, Truong Ngoc Dang

University of Agriculture and Forestry, Hue University, 102 Phung Hung St., Hue, Vietnam

Abstract. This study examined the antifungal effect of the silver nanoparticles–TBS (manioc starch) preparation on *Macrophoma theicola* isolated from infected mandarin fruits. The results demonstrated that this product with the concentration of 10 ppm could inhibit the spore germination and growth of *Macrophoma theicola* under *in vitro* conditions. After two days at 28 °C, the diameter of the fungal colony reached only 1.4 (±0.4) cm. The complete inhibition occurred at 30 ppm under the same conditions. The *in vivo* test revealed that the silver nanoparticles–TBS preparation at 10 to 90 ppm could inhibit the growth of *Macrophoma theicola* with a rate of 24.4% to 100%, respectively.

Keywords: *Macrophoma theicola*, silver nanoparticles –TBS, *in vitro*, *in vivo*, antifungal, mandarin fruit