

## NGHIÊN CỨU HIỆU ỨNG KHÁNG NẤM *Phytophthora capsici* GÂY BỆNH CHẾT NHANH Ở CÂY HỒ TIÊU CỦA CHẾ PHẨM NANO BẠC-CHITOSAN CHẾ TẠO BẰNG PHƯƠNG PHÁP CHIẾU XẠ

Lê Quang Luân<sup>1\*</sup>, Nguyễn Huỳnh Phương Uyên<sup>1</sup>, Phan Hồ Giang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trung tâm Hạt nhân tp. Hồ Chí Minh, \*lequangluan@gmail.com

<sup>2</sup>Trường Đại học Nông Lâm tp. Hồ Chí Minh

**TÓM TẮT:** Các chế phẩm keo nano bạc có kích thước hạt nano là 5, 10 và 15 nm được chế tạo bằng phương pháp chiếu xạ tia gamma (Co-60) sử dụng chitosan 1% làm chất ổn định. Kết quả nghiên cứu hiệu lực kháng nấm, *Phytophthora capsici*, gây bệnh chết nhanh cho cây hồ tiêu trong điều kiện *in vitro* của chế phẩm nano bạc-chitosan chế tạo được cho thấy, trong khoảng nồng độ bạc bổ sung từ 20 đến 100 ppm đều có tác dụng ức chế sự phát triển của khuẩn lạc nấm *P. capsici* tương ứng từ 22,6% đến 92,9%. Hiệu lực ức chế sự phát triển của nấm gia tăng từ 62,5% lên 100% khi kích thước hạt nano bạc trong chế phẩm chế tạo được giảm từ 15 nm xuống còn 5 nm. Hiệu lực ức chế nấm của chế phẩm có kích thước hạt nano là 5 nm đạt 100% ở tại nồng độ 40 ppm, trong khi đó, chế phẩm có kích thước hạt nano là 10 nm đạt 92,9% ở tại nồng độ 100 ppm. Chế phẩm nano bạc-chitosan chế tạo bằng kỹ thuật bức xạ hứa hẹn sẽ là một sản phẩm công nghệ cao, an toàn và hiệu quả trong phòng và trị bệnh chết nhanh cây hồ tiêu do nấm *P. capsici* gây ra.

*Từ khóa:* *Phytophthora capsici*, hoạt tính kháng nấm, hồ tiêu, nano bạc.

### MỞ ĐẦU

Sản phẩm hồ tiêu Việt Nam đã có mặt trên 80 quốc gia và vùng lãnh thổ, cho đến nay Việt Nam vẫn là quốc gia sản xuất và xuất khẩu tiêu số một thế giới. Tuy nhiên hiện nay, người dân trồng tiêu đang gặp phải rất nhiều khó khăn trong việc phòng chống các bệnh do vi sinh vật gây ra, trong đó nghiêm trọng nhất là bệnh chết nhanh do nấm *P. capsici*, điều này không những làm ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng tiêu xuất khẩu mà còn gây thiệt hại nghiêm trọng về kinh tế cho người dân trồng tiêu. Việc phòng chống bệnh chết nhanh cây hồ tiêu hiện nay đang là vấn đề nan giải do chưa có thuốc đặc trị hiệu quả, người nông dân chủ yếu sử dụng một số loại thuốc hóa học có trên thị trường vừa không có hiệu quả nhưng lại gây ảnh hưởng xấu đến chất lượng tiêu xuất khẩu và đặc biệt là gây ô nhiễm môi trường [1, 2]. Chitosan có khối lượng phân tử thấp là một sản phẩm có nguồn gốc tự nhiên, an toàn và hiệu quả [3]. Nhiều công trình nghiên cứu đã chứng minh sản phẩm này không chỉ có hiệu ứng kích thích tăng trưởng cây trồng mà còn có tác dụng giúp cho cây trồng kháng lại sự xâm nhiễm của các vi sinh vật gây bệnh thông qua sự kích thích hệ thống miễn dịch thực vật (hiệu ứng phytoalexin). Thêm vào đó, nano bạc là một sản

phẩm có hiệu lực kháng khuẩn và nấm cao với liều lượng rất thấp, hơn nữa chiếu xạ là phương pháp khá hữu hiệu để chế tạo nano bạc [4-8]. Mục đích của nghiên cứu này là chế tạo ra một chế phẩm nông nghiệp công nghệ cao, an toàn và hiệu quả trong việc hỗ trợ điều trị bệnh chết nhanh do nấm *P. capsici* gây ra trên cây hồ tiêu. Nghiên cứu chế tạo dung dịch keo bạc nano bằng phương pháp chiếu xạ sử dụng chitosan làm chất ổn định là một phương pháp an toàn, hiệu quả và sẽ tạo ra một sản phẩm mới vừa có khả năng tiêu diệt các vi sinh vật gây bệnh, bảo vệ cây trồng, vừa có khả năng kháng lại sự xâm nhiễm của các vi sinh vật gây bệnh thông qua hiệu ứng kháng sinh thực vật, đồng thời kích thích sự tăng trưởng của cây trồng và đặc biệt là không gây ô nhiễm môi trường [5, 9, 10, 11].

### VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu gồm AgNO<sub>3</sub> và các hóa chất khác của Merk, Đức. Nấm *Phytophthora capsici* được Viện Công nghệ Sinh học và Môi trường, Trường đại học Nông Lâm tp. Hồ Chí Minh cung cấp. Nguồn xạ gamma Co-60 SVST-Co-60/B tại Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai Công nghệ bức xạ.

### Chế tạo nano bạc-chitosan bằng phương pháp chiếu xạ gamma Co-60

Hòa tan chitosan với nồng độ 1% được điều chỉnh pH=6 trong các thí nghiệm chế tạo nano bạc có kích thước 5 và 10 nm, và pH=3 ở thí nghiệm chế tạo nano bạc có kích thước 15 nm. Sau đó bổ sung chất bất gúc tự do (ethanol), khuấy trong 5 phút và cho từ từ  $\text{AgNO}_3$  để nồng độ sau cùng lần lượt là 1, 10 và 5 mM. Mẫu được chiếu xạ trong chai thủy tinh dùng tia gamma Co-60 ở liều xạ tương ứng là 8, 28 và 16 kGy. Mẫu sau chiếu xạ được xác định các đặc trưng như độ ổn định và kích thước của hạt nano bạc trong dung dịch bằng phương pháp đo phổ tử ngoại (UV: Ultra Violet) và chụp ảnh dưới kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM: Transmission Electron Microscope) [5].

### Khảo sát hiệu ứng kháng nấm của chế phẩm nano bạc-chitosan

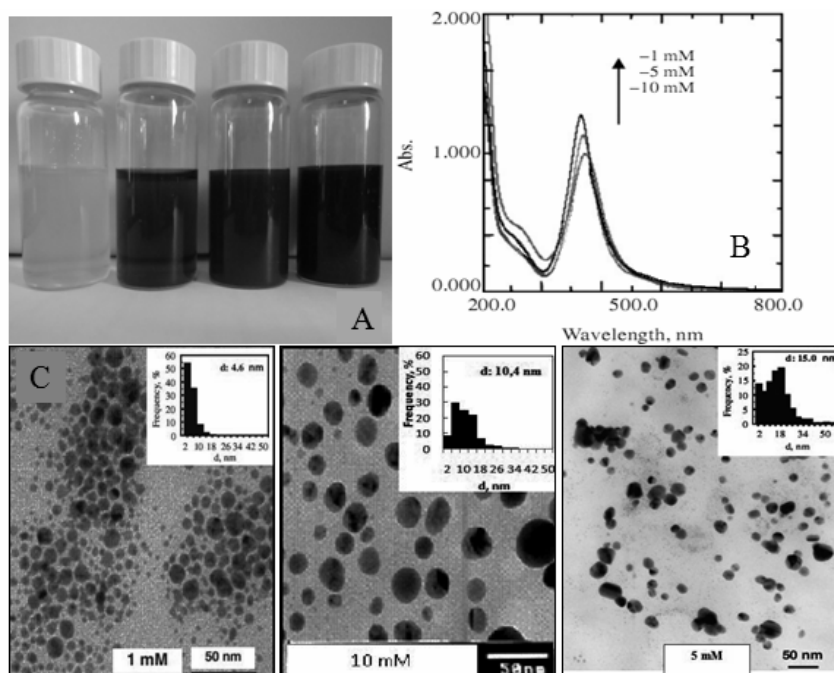
Môi trường được sử dụng trong thí nghiệm là môi trường CRA (Congo-Red Agar) có bổ sung dung dịch nano bạc-chitosan có kích thước hạt khác nhau với các nồng độ từ 0-100 ppm. Các khuẩn nấm 3 ngày tuổi có đường kính 6 mm

được cấy vào trung tâm đĩa môi trường, ủ trong điều kiện tối ở nhiệt độ phòng. Theo dõi đường kính khuẩn lạc nấm *P. capsici* và bắt đầu đo đường kính sau 24 giờ cấy, cách 6 giờ đo tiếp cho đến khi khuẩn lạc nấm mất đối chứng mọc kín đĩa [2]. Đánh giá mức độ hữu hiệu (ĐHH) của chế phẩm nano bạc-chitosan theo công thức:  $\text{ĐHH (\%)} = ((D-d)/D) \times 100$ , trong đó: D, d (mm) lần lượt là đường kính khuẩn lạc nấm trên môi trường CRA không bổ sung (đối chứng) và có bổ sung chế phẩm nano bạc-chitosan.

### KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### Đặc trưng của chế phẩm nano bạc-chitosan chế tạo bằng phương pháp chiếu xạ

Các mẫu nano bạc-chitosan sau khi chiếu xạ cho thấy nano bạc ổn định tốt trong CTS 1% và nồng độ  $\text{Ag}^+$  ban đầu có ảnh hưởng rõ rệt đến các đặc trưng của nano bạc-chitosan. Kết quả ghi nhận ở bảng 1 và hình 1 cho thấy, mẫu nano bạc có  $[\text{Ag}^+]$  ban đầu cao (10 mM) thì đường kính trung bình lớn (10,4 nm), độ phân bố kích thước hạt rộng hơn so với mẫu có  $[\text{Ag}^+]$  thấp (1 mM).



Hình 1. Nano bạc-chitosan sau khi chiếu xạ (A), phổ UV (B), ảnh TEM và phân bố kích thước hạt của chế phẩm (C)

Khi nồng độ  $\text{Ag}^+$  tăng, mật độ quang giảm từ 1,30 (1 mM) xuống còn 0,98 (10 mM), nhưng  $\lambda_{\text{max}}$  tăng tương ứng từ 396 lên 405 nm. Mặc dù  $[\text{Ag}^+]$  trong mẫu 10 mM cao hơn so với mẫu 5 mM nhưng kích thước hạt nano bạc lại nhỏ hơn, có thể do ảnh hưởng của pH làm thay đổi độ trương nở của chitosan, từ đó làm ảnh hưởng đến sự kết tụ của hạt nano bạc. Trong hỗn hợp keo nano bạc-chitosan, chitosan đóng vai trò là chất ổn định đồng thời cũng là chất bắt gốc tự do  $\text{OH}^\bullet$ . Hiệu ứng ổn định nano bạc và khả năng bắt gốc tự do  $\text{OH}^\bullet$  của chitosan là do trong dịch lỏng  $\text{Ag}^+$  tạo phức với chitosan thông

qua liên kết tĩnh điện với nhóm amin ( $\text{NH}_2\text{Ag}^+$ ), khi chiếu xạ electron sovat hóa ( $e^-_{\text{aq}}$ ) và  $\text{H}^+$  sẽ khử  $\text{Ag}^+$  thành  $\text{Ag}^0$ , sau đó  $\text{Ag}^0$  hấp phụ  $\text{Ag}^+$  tạo thành  $\text{Ag}^{2+}$ , quá trình tiếp diễn tạo  $\text{Ag}^{\text{n+}}$  và tạo hạt nano ổn định trên cấu trúc mạng của chitosan. Do cấu trúc mạng công kênh và lớp chitosan bao phủ trên bề mặt hạt bạc tích điện dương ( $-\text{NH}_3^+$ ) nên gây ra lực đẩy tĩnh điện và hiệu ứng ức chế không gian, làm hạn chế sự kết tụ của các hạt bạc. Ngoài ra, nano bạc được bảo vệ bằng chitosan có nhiều điện tích dương trên bề mặt (do sự proton hóa nhóm  $-\text{NH}_2$ ) sẽ góp phần gia tăng hoạt tính sát khuẩn của nano bạc.

Bảng 1. Đặc trưng của các mẫu nano bạc-chitosan sau khi chiếu xạ

Nồng độ $\text{Ag}^+$ , mM	$\lambda_{\text{max}}$ , nm	Mật độ quang	Kích thước hạt, nm	pH
1	396	1,30	4,6	6
5	417	1,15	15,0	3
10	405	0,98	10,4	6

### Hoạt tính kháng nấm *P. capsici* của chế phẩm nano bạc-chitosan

#### Ảnh hưởng của nồng độ nano bạc

Nhiều nghiên cứu cho thấy, nồng độ nano bạc càng cao thì hiệu ứng ức chế nấm càng mạnh [5, 13, 14]. Trên môi trường CRA có chứa nano bạc, sợi nấm phát triển theo hai nhóm: nhóm A gồm sợi nấm mọc lan sát mặt thạch, mép tản nấm mọc đều biểu hiện ở nano bạc với các nồng độ 20, 40 ppm; nhóm B: tản nấm dạng bông, phần mép nấm mọc sát mặt thạch mọc yếu, sợi nấm mọc bung lên tập trung ở phần giữa đĩa petri xuất hiện ở các nồng độ 60, 80, 100 ppm. Trong môi trường dinh dưỡng CRA, ở mẫu đối chứng (ĐC) nấm phát triển nhanh và đường kính khuẩn lạc đạt

85 mm chỉ sau 54 giờ nuôi cấy (hình 2). Ở môi trường có bổ sung nano bạc 20 ppm, khả năng phát triển của nấm vẫn còn khá mạnh. Trên môi trường có bổ sung nano bạc 40 ppm và 60 ppm, khả năng ức chế sự phát triển của nấm *P. capsici* tăng lên đáng kể so với nồng độ 20 ppm và có sự khác nhau về mức độ ức chế nấm ở hai nồng độ 40 và 60 ppm. Ở nồng độ 60 ppm, khả năng ức chế nấm tốt hơn, tuy nhiên, sợi nấm vẫn có thể phát triển, điều này cho thấy nồng độ nano bạc này chưa đủ cao để ức chế hoàn toàn sự phát triển của nấm. Khi gia tăng nồng độ nano bạc lên 80 và 100 ppm, hệ sợi nấm hầu như không phát triển (bảng 2). Kết quả này khá phù hợp với kết quả của Phu et al. (2010) [5] và Shrivastava et al. (2007) [12].

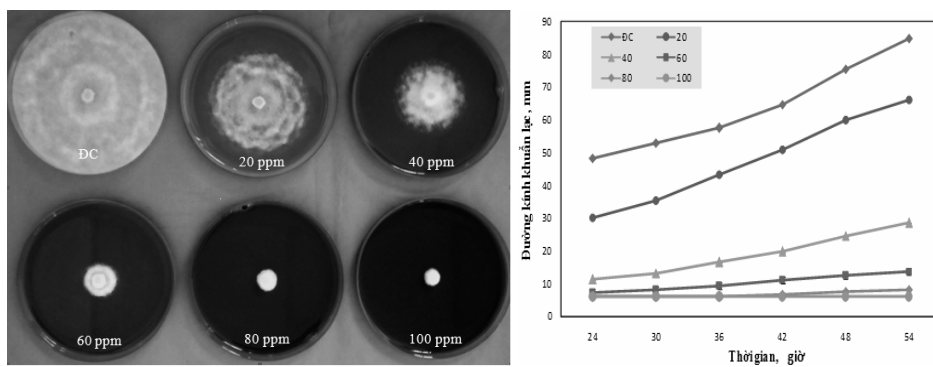
Bảng 2. Khả năng ức chế sự phát triển khuẩn lạc nấm *P. capsici* của chế phẩm nano bạc ở các nồng độ khác nhau sau 54 giờ nuôi cấy.

Nồng độ nano bạc (ppm)	Kích thước khuẩn lạc (mm)	ĐHH (%)
ĐC*	85,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>f</sup>
20	66,7 <sup>b</sup>	22,6 <sup>e</sup>
40	28,3 <sup>c</sup>	66,7 <sup>d</sup>
60	13,3 <sup>d</sup>	84,3 <sup>c</sup>
80	8,3 <sup>e</sup>	90,3 <sup>b</sup>
100	6,0 <sup>f</sup>	92,9 <sup>a</sup>
CV %**	1,36	0,95

ĐC\*: đối chứng không bổ sung nano bạc; CV\*\*: hệ số biến thiên. Trong cùng một cột các giá trị có các chữ cái a, b, c, d, e, f theo sau chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,01$ ).

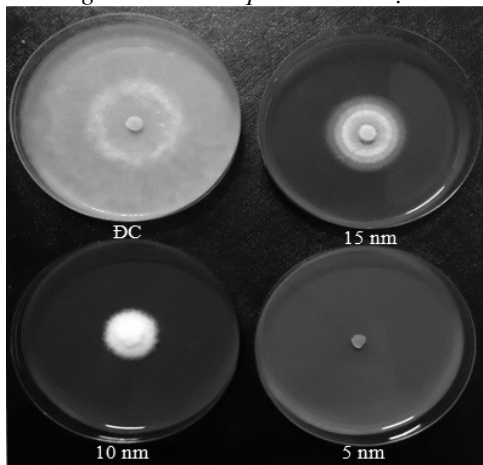
Kết quả ở bảng 2 cho thấy, tại thời điểm 54 giờ sau cấy, mức độ ức chế (ĐHH) của nano bạc với nấm *P. capsici* ở các nồng độ 20, 40, 60, 80 và 100 ppm tương ứng là 22,6; 66,7; 84,3; 90,3 và 92,9%. Nồng độ nano bạc thấp (20 ppm), ĐHH chỉ đạt 22,6%, tuy nhiên, khi tăng nồng độ nano bạc lên 40, 60 ppm, ĐHH của chế phẩm nano bạc-chitosan đối với nấm có sự thay đổi đáng kể, lúc này giá trị ĐHH đạt 66,7 và 84,3% tương ứng với nồng độ 40 và 60 ppm. Tại nồng độ 60 ppm, khả năng ức chế nấm đạt 84,3%, tăng nồng độ nano bạc lên 80 và 100 ppm, khả năng ức chế tăng lên tương ứng đạt 90,3 và 92,9%, khả năng ức chế nấm giữa hai

nồng độ 80 và 100 ppm chỉ bắt đầu có sự khác biệt sau 48 giờ nuôi cấy, sự chênh lệch ĐHH giữa hai nồng độ này không quá lớn (chênh lệch 2,6%), điều đó cho thấy, tại khoảng nồng độ này khả năng ức chế nấm *P. capsici* gần như tối ưu. Như vậy, khả năng kháng nấm tăng theo nồng độ nano bạc bổ sung vào môi trường, tại nồng độ 100 ppm, khả năng kháng nấm cao nhất là 92,9%. Nhìn chung, khi bổ sung chế phẩm nano bạc-chitosan ở các nồng độ từ 20-100 ppm đều cho kết quả ức chế sự phát triển của nấm *P. capsici* và nồng độ nano bạc càng cao thì khả năng ức chế sự phát triển của nấm càng tăng.



Hình 2. Sự phát triển của khuẩn lạc nấm *Phytophthora capsici* sau 60 giờ nuôi cấy trên môi trường CRA có bổ sung nano bạc với kích thước 10 nm ở các nồng độ khác nhau. ĐC: Đối chứng không bổ sung chế phẩm nano bạc

Hoạt tính kháng nấm của chế phẩm nano bạc-chitosan có kích thước hạt khác nhau



Hình 3. Sự phát triển của khuẩn lạc nấm *P. capsici* sau 60 giờ nuôi cấy trên môi trường CRA có bổ sung 40 ppm chế phẩm nano bạc có kích thước hạt khác nhau. ĐC: Đối chứng không bổ sung chế phẩm nano bạc

Kết quả nhận được từ hình 3 và bảng 3 cho thấy ở mẫu đối chứng, nấm phát triển mạnh sau

60 giờ nuôi cấy, trong khi đó, ở nồng độ bổ sung 40 ppm, chế phẩm có kích thước hạt bạc

nano là 15 nm, sợi nấm bị ức chế 62,8% và tăng lên 72,5% khi kích thước hạt giảm xuống còn 10 nm và ở kích thước 5 nm, sợi nấm bị ức chế hoàn toàn (100%).

**Bảng 3.** Khả năng ức chế sự phát triển khuẩn lạc nấm *P. capsici* của chế phẩm nano bạc theo các kích thước khác nhau sau 60 giờ nuôi cấy

Kích thước hạt nano bạc, nm	Đường kính khuẩn lạc, mm	ĐHH, %
ĐC	85,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>d</sup>
5	0,0 <sup>d</sup>	100,0 <sup>a</sup>
10	23,3 <sup>c</sup>	72,5 <sup>b</sup>
15	31,7 <sup>b</sup>	62,8 <sup>c</sup>
CV %	1,17	0,76

Như vậy có thể thấy, kích thước hạt bạc nano càng nhỏ thì hiệu lực diệt nấm càng cao. Có thể do mẫu nano bạc kích thước hạt trung bình 5 nm thì mật độ các hạt bạc nano có kích thước  $\leq 10$  nm chiếm đến 97% so với tổng số hạt đếm được từ ảnh TEM (hình 1c), trong khi mẫu nano bạc có kích thước hạt trung bình 10 nm, mật độ các hạt bạc có kích thước  $\leq 10$  nm chiếm 62%. Riêng ở mẫu nano bạc có kích thước hạt trung bình 15 nm, các hạt bạc có kích thước  $\leq 10$  nm chỉ chiếm 40%. Những hạt nano bạc có kích thước  $\leq 10$  nm dễ dàng đi xuyên qua màng vào trong tế bào để kết hợp với enzyme hay phân tử ADN có chứa các nhóm sulfur hoặc phosphorus, gây bất hoạt enzyme và làm rối loạn quá trình sao mã ADN dẫn đến gây chết tế bào.

#### KẾT LUẬN

Đã chế tạo được nano bạc-chitosan có kích thước hạt khác nhau bằng phương pháp chiếu xạ gamma Co-60 sử dụng chitosan làm chất ổn định. Các chế phẩm nano bạc-chitosan chế tạo bằng phương pháp chiếu xạ đã có tác dụng ức chế sự phát triển của khuẩn lạc nấm *Phytophthora capsici*. Hiệu lực ức chế nấm *P. capsici* của chế phẩm có kích thước hạt nano là 5 nm đạt 100% ở tại nồng độ 40 ppm và của chế phẩm có kích thước hạt 10 nm đạt 92,9% tại nồng độ 100 ppm. Chế phẩm nano bạc-chitosan chế tạo bằng kỹ thuật bức xạ hứa hẹn sẽ là một sản phẩm công nghệ cao, an toàn có tiềm năng ứng dụng để trị bệnh chết nhanh do nấm *P. capsici* gây ra trên cây hồ tiêu một cách hiệu quả.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Chen P., Song L., Lui Y., Fang Y., 2007. Synthesis of silver nanoparticles by  $\gamma$ - ray irradiation in acetic water solution containing chitosan. Rad. Phys. Chem., 76: 1165-1168.
- Cho K. H., Park J. E., Osaka T., Park S. G., 2005. The study of antimicrobial activity and preservative effects of nanosilver ingredient. Electrochimica Acta, 51: 956-960.
- Huỳnh Thị Hà, Hoàng Anh Sơn, 2007. Một số nghiên cứu về khả năng diệt khuẩn của nano bạc trên vật liệu vải sợi. Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học, 3(12): 9-13.
- Jo Y. K., Kim B. H., Jung G., 2009. Antifungal activity of Silver Ions and nanoparticles on phytopathogenic fungi. Plant Dis., 10: 1037-1043.
- Luan L. Q., Nagasawa N., Ha V. T. T., Kume T., Yoshii F., Nakanishi T. M., 2005. Biological effect of irradiated chitosan on plant *in vitro*. Biotechnol. Appl. Biochem., 41: 49-57.
- Panacek A., Kvítek L., Pucek R., Vecerova R., Pizúrova N., Sharma V.K., Nevecna T., Zboril R., 2006. Silver colloid nanoparticles: Synthesis, characterization, and their antibacterial activity. J. Phys. Chem., 110: 16248-16253.
- Park H. J., Kim S. H., Kim H. J., Choi S. H., 2006. A new composition of nanosized silica - silver for control of various plant diseases. The Plant Pathol. J., 22(3): 295-302.

8. Phu D. V., Lang V. T. K., Lan N. T. K., Duy N. N., Chau N. D., Du B. H., Cam B. D., Hien N. Q., 2010. Synthesis and antimicrobial effects of colloidal silver nanoparticles in chitosan by  $\gamma$ -irradiation. *J. Exp. Nanosci.*, 5: 169-179.
9. Sanpui P., Murugadoss A., Prasad P. V. D., Ghosh S. S., Chattopadhyay A., 2008. The antibacterial properties of a novel chitosan-Ag-nanoparticle composite. *International Journal of Food Microbiology*, 124(2): 142-146.
10. Hoàn Anh Sơn, Trần Anh Tuấn, Võ Thành Phong, Ngô Quốc Bửu, 2007. Nghiên cứu và chế tạo thử nghiệm màng lọc có tính sát khuẩn cao sử dụng trong xử lý nước sinh hoạt hộ gia đình từ polyuretan/nanô bạc, *Tạp chí Phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, 4(12): 3-7.
11. Shahidi F., Arachchi J. K. V., Jenó Y. J., 1999. Food applications of chitin and chitosans. *Trends in Food Sci. Technol.*, 10: 37-51.
12. Shrivastava S., Bera T., Roy A., Singh G., Ramachandrarao P., Dash D., 2007. Characterization of enhanced antibacterial effects of novel silver nanoparticles. *Nanotechnol.*, 18: 103-112.
13. Truong N. V., Burgess L. W., Liew E. C. Y., 2008. Prevalence and actiology of *Phytophthora* foot rot of black pepper in Vietnam. *Australasian Plant Pathology*, 37: 431-442.
14. Nguyễn Vĩnh Trường, 2008. Kỹ thuật bẫy và theo dõi nguồn bệnh *Phytophthora* gây bệnh thối gốc rễ cây hồ tiêu trong đất. *Tạp chí Bảo vệ Thực vật*, 4: 13-26.

**STUDY ON THE ANTIFUNGAL EFFECT OF SILVER NANO PARTICLE-CHITOSAN PREPARED BY IRRADIATION METHOD ON *Phytophthora capsici* CAUSING THE BLIGHT DISEASE ON PEPPER PLANT**

Le Quang Luan<sup>1</sup>, Nguyen Huynh Phuong Uyen<sup>1</sup>, Phan Ho Giang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Center for Nuclear Techniques

<sup>2</sup>Nong Lam University

**SUMMARY**

The colloidal silver nano particles with particle sizes of 5, 10 and 15 nm using chitosan (1%) as a stabilizer were prepared by irradiation method using gamma rays from a Co-60 source. The researches of *in vitro* antifungal activity by silver nano particle-chitosan products on *Phytophthora capsici* pointed out that the treatments of the products with silver concentrations from 20 to 100 ppm inhibited the growth of *P. capsici* from 22.6% to 92.9%, respectively. The antifungal activity of *P. capsici* increased from 62.5 to 100% by the decreasing of silver nano particle size in product from 15 to 5 nm. The antifungal activity on *P. capsici* by silver nano particle-chitosan product with particle size of 5 nm was 100% at the concentration of 40 ppm, while that by silver nano particle-chitosan product with particle size of 10 nm was 92.9% at the concentration of 100 ppm. The silver nano particle-chitosan prepared by radiation technique may be potentially used as a high-tech, effective and safe fungicide for preventing and treating the foot rot disease caused by *P. capsici*, a very serious problem on pepper plant.

*Keywords:* *Phytophthora capsici*, antifungal activity, pepper plant, silver nano particle.

*Ngày nhận bài:* 15-7-2013