

**NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG KHÁNG NẤM *Colletotrichum gloeosporioides* GÂY BỆNH THÁN THƯ TRÊN CÂY ỚT (*Capsicum frutescens* L.) CỦA CHẾ PHẨM OLIGOCHITOSAN - NANO SILICA (SiO<sub>2</sub>)**

Phạm Đình Dũng<sup>1</sup>, Đặng Hữu Nghĩa<sup>1</sup>, Lê Thành Hưng<sup>1</sup>, Hoàng Đắc Hiệt<sup>1</sup>, Bùi Văn Lê<sup>2</sup> và Nguyễn Tiến Thắng<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao thành phố Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Tp.HCM

<sup>3</sup>Viện Sinh học Nhiệt đới

**Thông tin chung:**

Ngày nhận: 29/07/2016

Ngày chấp nhận: 24/02/2017

**Title:**

Study on the antifungal effect of oligochitosan - silica nano particle on *Colletotrichum gloeosporioides* causing anthracnose in capsicum

**Từ khóa:**

*Colletotrichum gloeosporioides*, nano silica, oligochitosan, thán thư

**Keywords:**

*Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose, oligochitosan, silica nano particle

**ABSTRACT**

The compound of oligochitosan – silica nano particle with molecular weight oligochitosan from 4 to 6 kDa and the size of silica nano particles from 20 to 30 nm used for test on antifungal activity against *Colletotrichum gloeosporioides* causing anthracnose in capsicum. The results showed that the concentration of compound from 20 to 80 ppm all inhibited the growth of *C. gloeosporioides* in in vitro condition from 15.64 to 67.18%, respectively. Compared to the control, all concentrations of the compound promoted increases in chlorophyll content and the best was 60 ppm. This concentration enhanced the ability of disease resistance reaching from 37.8 to 88.8% and decreased disease index from 39.2 to 13.7%. Therefore, the compound of oligochitosan – silica nano particles is a promising high-tech product which is safe and effective in prevention of the anthracnose on capsicum causing by *C. gloeosporioides*.

**TÓM TẮT**

Chế phẩm oligochitosan – nano silica có khối lượng phân tử (Mw) từ 4-6 kDa, hạt nano silica có kích thước từ 20-30 nm được sử dụng để nghiên cứu khả năng kháng nấm *Colletotrichum gloeosporioides* gây bệnh thán thư trên cây ớt (*Capsicum frutescens* L.). Kết quả khảo sát hiệu lực kháng nấm *C. gloeosporioides* trong điều kiện in vitro cho thấy trong khoảng nồng độ bổ sung chế phẩm từ 20 đến 80 ppm đều có tác dụng ức chế sự phát triển của tảo nấm tương ứng 15,6 đến 67,2%. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của oligochitosan – nano silica in vivo lên hàm lượng chlorophyll của cây ớt trồng trong điều kiện nhà màng ở nồng độ từ 20 đến 80 ppm đều cho kết quả vượt trội so với đối chứng và đạt kết quả tốt nhất ở nồng độ 60 ppm. Bên cạnh đó, kết quả còn cho thấy khi xử lý ở nồng độ 60 ppm không những có tác dụng gia tăng khả năng kháng bệnh của cây ớt từ 37,8 lên 88,8% mà còn làm giảm chỉ số bệnh từ 39,2 đến 13,7%. Chế phẩm oligochitosan – nano silica hứa hẹn sẽ là một sản phẩm công nghệ cao, an toàn và hiệu quả trong phòng trừ bệnh thán thư trên cây ớt do nấm *C. gloeosporioides* gây ra.

Trích dẫn: Phạm Đình Dũng, Đặng Hữu Nghĩa, Lê Thành Hưng, Hoàng Đắc Hiệt, Bùi Văn Lê và Nguyễn Tiến Thắng, 2017. Nghiên cứu khả năng kháng nấm *Colletotrichum gloeosporioides* gây bệnh thán thư trên cây ớt (*Capsicum frutescens* L.) của chế phẩm oligochitosan - nano silica (SiO<sub>2</sub>). Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 48b: 66-70.

## 1 MỞ ĐẦU

Ớt cay là cây gia vị trồng ở vùng nhiệt đới nhưng được tiêu thụ trên khắp thế giới do có giá trị xuất khẩu rất cao ở các dạng sản phẩm như ớt tươi, ớt khô và ớt qua chế biến. Trong các loại bệnh trên ớt, bệnh thán thư do nấm *Colletotrichum gloeosporioides* là một trong các bệnh gây thiệt hại nghiêm trọng nhất và làm tổn thất từ 10 đến 80% sản lượng ớt ở các nước trên thế giới như Ấn Độ, Thái Lan, Hàn Quốc và Việt Nam (Mahasuk *et al.*, 2009).

Chitosan là một polymer sinh học, gồm các đơn vị của glucosamin và N-acetylglucosamin liên kết với nhau qua cầu nối  $\beta$ -1,4-glucosite. Do các đặc tính như không độc, tính tương hợp sinh học cao nên chitosan được sử dụng nhiều trong bảo quản thực phẩm, trong lĩnh vực y tế để làm màng điều trị bỏng (Nguyễn Thị Ngọc Tú, 2003),... Chitosan và các phân đoạn oligochitosan cũng có khả năng kháng các loại vi khuẩn, virus, nấm bệnh trên thực vật mà không gây ô nhiễm môi trường, do vậy chitosan tỏ ra rất hữu ích trong việc sản xuất các loại nông sản và rau quả sạch (Tay *et al.*, 1993; Kumar, 2001; Vasyokova *et al.*, 2001; Kume *et al.*, 2002; Luan *et al.*, 2006). Thêm vào đó, hạt nano silica ( $\text{SiO}_2$ ) gần đây cũng được nghiên cứu cho thấy hạt nano silica có tác dụng kích hoạt cơ chế phòng vệ của cây trồng bằng cách tăng cường hoạt động của các enzyme như chitinases, peroxidases, polyphenoloxydases,... (Belanger *et al.*, 1995). Mục đích của nghiên cứu này là nghiên cứu hiệu ứng kích kháng nấm *C. gloeosporioides* trên cây ớt bằng chế phẩm nano silica sử dụng oligochitosan làm chất ổn định nhằm tiến tới ứng dụng trong sản xuất nông nghiệp để tạo ra các sản phẩm nông sản sạch, chất lượng cao.

## 2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 2.1 Vật liệu - Phương pháp

Chế phẩm oligochitosan – nano silica: chế phẩm có độ pH = 5, trọng lượng phân tử oligochitosan 4-6 kDa, hạt nano silica có kích thước hạt 20-30 nm do Trung tâm Vinagamma cung cấp. Môi trường Potato Dextrose Agar (PDA) của Hãng Merck, Đức. Chủng nấm *Colletotrichum gloeosporioides* được phân lập từ các mẫu trái ớt bị nhiễm bệnh do Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao cung cấp và giống ớt thí nghiệm là ớt chỉ thiên TN278 lai F1 do Công ty Trang Nông cung cấp.

Quy trình trồng và chăm sóc được thực hiện theo Tiến bộ kỹ thuật trồng ớt cay trên giá thể trong nhà màng áp dụng hệ thống tưới nhỏ giọt (TBKT 01-29:2016/BNNPTNT) của Trung tâm

Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao.

### 2.2 Đánh giá khả năng kháng nấm của oligochitosan – nano silica đối với nấm *C. gloeosporioides* trên môi trường thạch rắn

Môi trường PDA có bổ sung dung dịch oligochitosan – nano silica với các nồng độ 20, 40, 60 và 80 ppm. Các khoanh nấm 7 ngày tuổi có đường kính 6 mm được cấy vào trung tâm đĩa môi trường, nuôi cấy trong điều kiện tối ở nhiệt độ phòng. Theo dõi đường kính khuẩn lạc nấm *C. gloeosporioides* và bắt đầu đo đường kính sau 10 ngày nuôi cấy. Khả năng kháng nấm của chế phẩm được xác định như sau: HLUC (%) =  $\frac{(D-d)}{D} \times 100$ , trong đó: D (mm) là đường kính khuẩn lạc nấm trên môi trường PDA không bổ sung chế phẩm (đối chứng); d là đường kính khuẩn lạc nấm trên môi trường PDA có bổ sung chế phẩm ở các nồng độ khác nhau.

### 2.3 Đánh giá hiệu ứng phòng bệnh thán thư *in vivo* trên cây ớt

Cây ớt được trồng trong nhà màng sau 62 - 65 ngày tuổi và ngay khi bắt đầu ra quả non được sử dụng để xử lý phun phân đoạn oligochitosan với nồng độ 20, 40, 60 và 80 ppm. Mỗi nghiệm thức chọn 5 cây và lặp lại 3 lần. Nghiệm thức đối chứng xử lý bằng nước cất. Dung dịch thí nghiệm được phun ướt đều toàn bộ thân, lá cây ớt và tiến hành phun liên tục 3 lần, mỗi lần cách nhau 7 ngày. Sau 24 giờ tính từ lần phun thứ 3, chọn ngẫu nhiên mỗi cây 50 quả ớt và tiến hành gây nhiễm bằng cách tạo vết thương trên trái rồi phun huyền phù bào tử nấm *C. gloeosporioides* với mật độ  $10^4$  bào tử/ml. Theo dõi và xác định tỷ lệ nhiễm bệnh, chỉ số bệnh trên các quả gây nhiễm bệnh nhân tạo. Tỷ lệ nhiễm bệnh (TLN) của quả ớt sau khi xử lý phun nấm bệnh được xác định như sau: TLN (%) =  $\frac{\text{Tổng số quả bị nhiễm bệnh}}{\text{Tổng số quả điều tra}} \times 100$ . Chỉ số bệnh (CSB) trên các quả ớt bị nhiễm bệnh được xác định như sau: CSB (%) =  $\frac{\{(N_1 \times 1) + (N_3 \times 3) + \dots + (N_n \times n)\}}{(N \times n)} \times 100$ , trong đó:  $N_1, N_2, \dots, N_n$  lần lượt là số quả bị bệnh ở các cấp bệnh; N là tổng số quả điều tra; n là cấp bệnh cao nhất quan sát được. Cấp bệnh được chia thành 5 cấp theo thang phân cấp chỉ số bệnh thán thư hại ớt QCVN 01-160:2014/BNNPTNT như sau: Cấp 1:  $\leq 5\%$  diện tích quả bị bệnh; Cấp 3:  $>5 - 15\%$  diện tích quả bị bệnh; Cấp 5:  $>15 - 25\%$  diện tích quả bị bệnh; Cấp 7:  $>25 - 50\%$  diện tích quả bị bệnh; Cấp 9:  $> 50\%$  diện tích quả bị bệnh (QCVN 01-160:2014/BNNPTNT).

### 2.4 Xác định hàm lượng chlorophyll

Cây ớt sau 7, 14 và 21 ngày phun chế phẩm oligochitosan – nano silica với nồng độ 20, 40, 60

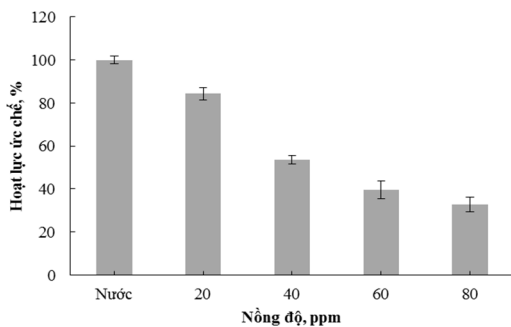
và 80 ppm, tiến hành lấy mẫu để xác định hàm lượng chlorophyll. Mẫu được lấy là mẫu lá vào buổi sáng, lúc lá đã khô. Hàm lượng sắc tố chlorophyll được xác định theo phương pháp của Grodzinxki và Grodzinxkin (1981) bằng cách nghiền 5 g lá trong 100 ml dung dịch ethanol 95%, sau đó ly tâm trong 10 phút ở 4.000 vòng/phút và định lượng trên máy UV-Vis Lambda 25 (của Hãng PerkinElmer – Mỹ) ở hai bước sóng 648 và 664 nm. Hàm lượng chlorophyll tổng số được tính theo công thức: Chlorophyll ( $\mu\text{g/g}$ ) =  $(5,24 \times D_{664} + 22,24 \times D_{648}) \times k/m$ ; trong đó  $D_{664}$ ,  $D_{648}$  lần lượt là độ hấp thụ ở bước sóng 664 và 648 nm, k là hệ số pha loãng, m là khối lượng mẫu ban đầu.

**2.5 Phân tích kết quả và xử lý thống kê**

Số liệu thí nghiệm được thu thập và tổng hợp bằng phần mềm Microsoft Excel và phân tích phương sai ANOVA, kết quả phân hạng theo Duncan bằng phần mềm thống kê SAS 9.1.3.

**3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

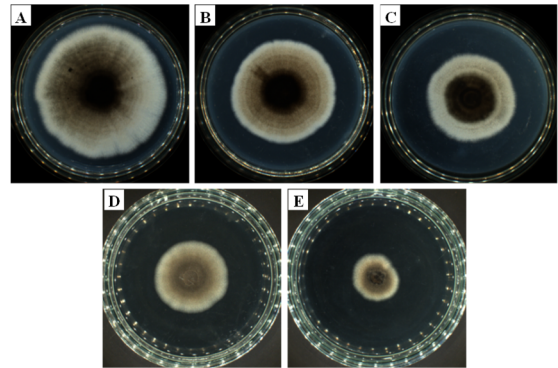
**3.1 Hoạt tính kháng nấm *C. gloeosporioides* của chế phẩm oligochitosan – nano silica**



**Hình 1: Ảnh hưởng của nồng độ oligochitosan – nano silica đến sự phát triển của nấm trên môi trường PDA**

Kết quả khảo sát hiệu lực kháng nấm *C. gloeosporioides* của chế phẩm oligochitosan – nano silica trên môi trường PDA ở các nồng độ khác nhau được trình bày trên Hình 1 và 2 cho thấy khả năng kháng nấm của chế phẩm gia tăng theo nồng độ xử lý chế phẩm. Kết quả cho thấy để ức chế 50% sự phát triển của tán nấm cần nồng độ là 40 ppm. Ở nồng độ 60 và 80 ppm, hiệu lực ức chế sự phát triển tán nấm là tốt nhất (lần lượt là 60,4 và 67,2%). Hoạt lực kháng nấm của oligochitosan – nano silica được giải thích là do oligochitosan là thuốc diệt nấm có hiệu quả khi ngăn cản bào tử nấm nảy mầm, cản trở ống mầm kéo dài (Eweis *et al.*, 2006; Liu *et al.*, 2007; Hernández-Lauzardo *et al.*, 2011); oligochitosan còn làm thay đổi đặc tính thấm của tế bào, ngăn chặn việc sao chép RNA của tế bào và tạo chelat với các yếu tố vi lượng làm ức

chế sợi nấm bệnh phát triển (Kim *et al.*, 2005; Bautista-Baños *et al.*, 2006; Long *et al.*, 2014). Mặt khác, các hạt nano silica dễ dàng được hấp thụ vào tế bào nấm bệnh gây ra các quá trình bào mòn thành tế bào và cuối cùng là phá vỡ tế bào gây ra cái chết của tế bào nấm bệnh (Goussain *et al.*, 2002; Matsumoto *et al.*, 2009).

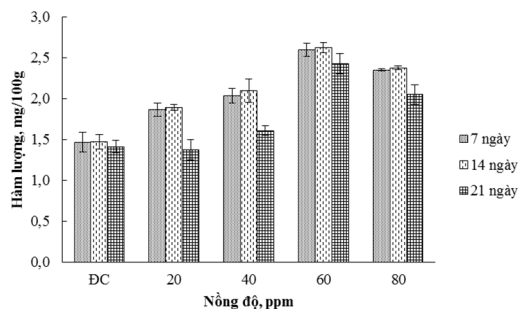


**Hình 2: Sự phát triển của nấm *C. gloeosporioides* sau 10 ngày nuôi cấy trên môi trường PDA**

A: Đối chứng chỉ bổ sung nước; B: 20 ppm; C: 40 ppm; D: 60 ppm; E: 80 ppm

**3.2 Khảo sát ảnh hưởng của oligochitosan – nano silica lên hàm lượng chlorophyll**

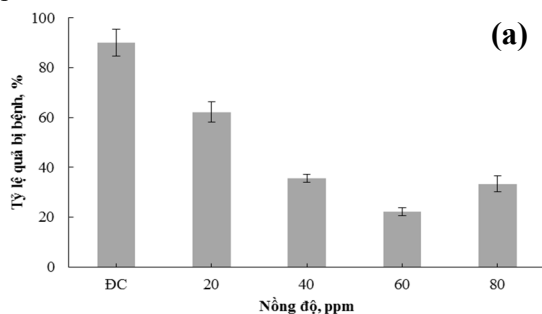
Kết quả khảo sát ảnh hưởng của oligochitosan – nano silica lên hàm lượng chlorophyll trên cây ớt trồng trong nhà màng được trình bày trên Hình 3 cho thấy các nghiệm thức có sử dụng oligochitosan – nano silica ở các nồng độ khác nhau đều vượt trội so với nghiệm thức đối chứng. Kết quả cho thấy hàm lượng chlorophyll có xu hướng tăng dần và đạt giá trị cao nhất ở giai đoạn đầu sau 14 ngày xử lý với oligochitosan - nano silica. Sau đó hàm lượng chlorophyll giảm dần sau 21 ngày xử lý với oligochitosan. Trong đó, khi xử lý với oligochitosan – nano silica ở nồng độ 60 ppm cho kết quả tốt nhất. Hàm lượng chlorophyll đạt giá trị cao nhất sau 14 ngày là 2,63 mg/100g sinh khối tươi. Điều này được giải thích là do cơ chế của oligochitosan khi đi vào tế bào sẽ làm tăng khả năng trao đổi chất, tăng cường vận chuyển các ion  $K^+$  qua đó làm tăng hấp thu ion  $Mg^{2+}$  và tăng cường khả năng sinh tổng hợp chlorophyll (Borei *et al.*, 2014). Ngoài ra, nano silica được coi là một hợp chất tăng cường sự hoạt động của các siRNA dẫn đến gia tăng quá trình sinh tổng hợp các hoạt chất thứ cấp trong tế bào (Goussain *et al.*, 2002; Matsumoto *et al.*, 2009). Như vậy, khi xử lý chế phẩm oligochitosan – nano silica ở nồng độ 60 ppm có tác dụng kích thích sự gia tăng lượng chlorophyll tốt nhất ở giai đoạn từ 7 đến 14 ngày sau khi xử lý.



**Hình 3: Sự gia tăng hàm lượng chlorophyll ở cây ớt khi bổ sung oligochitosan – nano silica ở các nồng độ khác nhau**

**3.3 Khảo sát hiệu ứng phòng bệnh thán thư in vivo của chế phẩm oligochitosan – nano silica trên cây ớt**

Kết quả khảo sát hiệu ứng phòng bệnh thán thư trên cây ớt được trình bày trên Hình 4a cho thấy ở tất cả các nồng độ xử lý oligochitosan – nano silica đều có khả năng hạn chế nhiễm bệnh vượt trội so với đối chứng. Để hạn chế 50% tỷ lệ nhiễm bệnh của quả ớt thì nồng độ oligochitosan – nano silica sử dụng chỉ là 40 ppm. Nghiệm thức xử lý oligochitosan – nano silica ở nồng độ 60 ppm có ý nghĩa nhất với tỷ lệ nhiễm bệnh chỉ là 22,2%, trong khi lô đối chứng tỷ lệ nhiễm bệnh có thể lên tới 90%. Ngoài ra, kết quả theo dõi chỉ số bệnh được trình bày trên Hình 4b cho thấy ngay ở nồng độ 20 ppm đã hạn chế hơn 50% chỉ số bệnh trên các lô thí

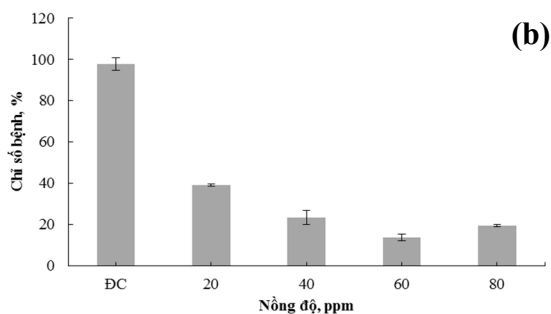


nghiệm được xử lý với oligochitosan – nano silica, chỉ số bệnh thấp nhất ở nghiệm thức bổ sung oligochitosan – nano silica ở nồng độ 60 ppm là 13,7%. Điều này được giải thích là do oligochitosan ở nồng độ 60 ppm tham gia hiệu quả trong hiệu ứng phối hợp tạo các phytoalexin được xem như là một chất kháng sinh trên thực vật (Luan *et al.*, 2005). Mặt khác, các hạt nano silica 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. Cuối cùng, hạt nano làm gia tăng hoạt động sản xuất các hợp chất phenolic và các enzyme như chitinase nhằm chống lại sự xâm nhập của mầm bệnh (Borei *et al.*, 2014).

**Bảng 1: Ảnh hưởng của oligochitosan – nano silica đến tỷ lệ nhiễm bệnh (%) và chỉ số bệnh (%) trên cây ớt**

Nồng độ (ppm)	Chỉ số bệnh (%)	Tỷ lệ bệnh (%)
ĐC	97,77 ± 3,16 <sup>d</sup>	90,0 ± 11,54 <sup>d</sup>
20	39,23 ± 0,53 <sup>c</sup>	62,22 ± 5,09 <sup>c</sup>
40	23,30 ± 3,48 <sup>b</sup>	35,56 ± 1,92 <sup>b</sup>
60	13,67 ± 1,60 <sup>a</sup>	22,22 ± 1,92 <sup>a</sup>
80	19,37 ± 0,57 <sup>b</sup>	33,33 ± 8,82 <sup>b</sup>
CV	7,12	14,34

Ghi chú: Trung bình ± độ lệch chuẩn; các giá trị trung bình trên cùng một cột có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%; ĐC: đối chứng không bổ sung oligochitosan - nano silica



**Hình 4: Tỷ lệ quả bị nhiễm bệnh (a) và chỉ số bệnh (b) ở quả ớt sau khi xử lý phun chế phẩm oligochitosan – nano silica ở các nồng độ khác nhau**

**4 KẾT LUẬN**

Nghiên cứu đã tiến hành sử dụng oligochitosan – nano silica để ức chế *C. gloeosporioides* trên môi trường PDA có tác dụng ức chế sự phát triển của nấm từ 15,6% đến 67,2% ở nồng độ từ 20 đến 80 ppm. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của chế phẩm lên hàm lượng chlorophyll trên cây ớt cho thấy oligochitosan – nano silica kích thích gia tăng hàm lượng chlorophyll từ 27,0% đến 77,9%. Trong khi đó, kết quả nghiên cứu khả năng kháng bệnh thán thư in vivo trên cây ớt cho thấy khi xử lý ở

nồng độ 60 ppm với 3 lần phun không những có tác dụng tăng khả năng kháng bệnh từ 37,8% đến 77,8% mà còn làm giảm chỉ số bệnh từ 60,8% đến 86,3%. Chế phẩm oligochitosan – nano silica hứa hẹn là một sản phẩm tiềm năng ứng dụng để kiểm soát bệnh thán thư trên cây ớt và nhiều loại cây trồng khác trong sản xuất nông nghiệp công nghệ cao.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

Bautista-Baños S., Hernández-Lauzardo A.N., Velázquez-del Valle M.G., Hernández-López

- M., Ait Barka E., Bosquez-Molina E., Wilson C.L., 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection*. 25(2):108-118.
- Belanger R.B., Bowen P.A., Ehret D.L., Menzies J.G., 1995. Soluble silicon: Its role in crop and disease management of greenhouse crops. *Plant Disease*. 79:329-336.
- 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.
- Cục Trồng trọt. 2016. Quy trình trồng ớt cay (*Capsicum frutescens* L.) trên giá thể trong nhà màng áp dụng hệ thống tưới nhỏ giọt. Bộ Nông Nghiệp và Phát triển Nông thôn. TBKT 01-29:2016/BNNPTNT
- Duy N.N., Phu D.V., Anh N.T., Hien N.Q., 2011. Synergistic degradation to prepare oligochitosan by  $\gamma$ -irradiation of chitosan solution in the presence of hydrogen peroxide. *Radiation Physics and Chemistry*. 80:848-853.
- Eweis M., Elkholy S.S., Elsabee M.Z., 2006. Antifungal efficacy of chitosan and its thiourea derivatives upon the growth of some sugar-beet pathogens. *International Journal of Biological Macromolecules*. 38:1-8.
- Quy chuẩn Việt Nam. 2014. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về khảo nghiệm trên đồng ruộng hiệu lực phòng trừ bệnh thán thư (*Colletotrichum* spp.) hại cây ớt của các thuốc trừ bệnh. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. QCVN 01-160:2014/BNNPTNT.
- Goussain M.M., Moraes J.C., Cravalho J.G., Nogueira N.L., Rossi M.L., 2002. Effect of silicon application on corn plants upon the biological development of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Smith JE) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*. 31(2):305-310.
- Grodzinxki A.M., Grodzinxki D.M., 1981. Sách tra cứu tóm tắt về sinh lý thực vật (Nguyễn Ngọc Tân và Nguyễn Đình Huyền dịch). Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội. 632 trang.
- Hernández-Lauzardo A.N., Velázquez-del Valle M.G., Guerra-Sánchez M.G., 2011. Current status of action mode and effect of chitosan against phytopathogens fungi. *Microbiology Research*. 5:4243-4247.
- Kim S.K., Rajapakse N., 2005. Enzymatic production and biological activities of chitosan oligosaccharides (COS): A review. *Carbohydrate Polymers*. 62:357-368.
- Kumar M.N.V.R., 2001. A review of chitin and chitosan applications. *Reactive and Functional Polymers*. 46:1-27.
- Kume T., Nagasawa N., Yoshii F., 2002. Utilization of carbohydrates by radiation processing. *Radiation Physics and Chemistry*. 63:625-627.
- Liu J., Tian S.P., Meng X.H., Xu Y., 2007. Control effects of chitosan on postharvest diseases and physiological response of tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 44:300-306.
- Long L.T., Tien N.T.T., Trang N.H., Ha T.T.T., Hieu N.M., 2014. Study on Antifungal ability of water soluble chitosan against green mold infection in harvested oranges. *Journal of Agricultural Science*. 6(8):205-213.
- Luan L.Q., Ha V.T.T., Uyen N.H.P., Hien N.Q., 2012. Preparation of oligoalginate plant growth promoter by gamma irradiation of alginate solution containing hydrogen peroxide. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 60:1737-1741.
- Luan L.Q., Nagasawa N., Ha V.T.T., Kume T., Yoshii F., Nakanishi T.M., 2005. Biological effect of irradiated chitosan plant on plant in vitro. *Biotechnology Applied Biochemistry*. 41:49-57.
- Luan L.Q., Nagasawa N., Tamada M., Nakanishi T.M., 2006. Enhancement of plant growth activity of irradiated chitosan by fractionation. *Radiolotops*. 55(1):21-27.
- Mahasuk P., Humpeng N., Wasee S., Taylor P.Q.J., Mongkolporn O., 2009. Inheritance of resistance to anthracnose (*Colletotrichum capsici*) at seedling and fruiting stages in chili pepper (*Capsicum* sp.). *Plant Breeding*. 128:701-706.
- Matsumoto S., Christie R.J., Nishiyama N., Miyata K., Ishii A., 2009. Environment-responsive block copolymer micelles with a disulfide cross-linked core for enhanced siRNA delivery. *Biomacromology*. 10:119-127.
- Nguyễn Thị Ngọc Tú, 2003. Nghiên cứu dùng vật liệu chitosan làm phụ gia thực phẩm đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ, Trung tâm Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Quốc gia, Viện Hóa Học, Hà Nội.
- Tay L.P., Khoi L.K., Loh C.S., Khor E., 1993. A Review of the Applications of Chitin and Its Derivatives in Agriculture to Modify Plant-Microbial Interactions and Improve Crop Yields. *Biotechnol. Bioeng.* 42:449-454.
- Vasyokova N.I., Zinov'eva S.V., Il'inskaya L.I., Perekhod E.A., Chalenko G.I., Gerasimova N.G., Il'ina A.V., Valamov V.P., Ozeretskovskaya O.L., 2001. Modulation of plant resistance to diseases by water-soluble chitosan. *Applied Biochemistry Microbiology*. 37:103-109.
- Zhao X., She X., Du Y., Liang X., 2007. Induction of antiviral resistance and stimulatory effect by oligochitosan in tobacco. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 87:78-84.
- Yin H., Bai X., Du X., 2008. The primary study of oligochitosan inducing resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* on *Brassica napus*. *Acta Agriculturae Borealioccidentalis Sinica*. 5:81-85.