

# Khảo sát ảnh hưởng của vật liệu lai nanosilica/oligochitosan lên khả năng phát triển của cây rau xà lách (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*)

Nguyễn Thị Mỹ Xuyên<sup>1,2</sup>, Nguyễn Nguyễn Ngân<sup>1,2</sup>, Hoàng Thị Đông Quý<sup>1,2</sup>, Nguyễn Ngọc Thủy<sup>1,2,\*</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

<sup>1</sup>Khoa Khoa học và Công nghệ Vật liệu, Bộ môn Vật liệu Polymer và Composite, Trường Đại học Khoa học Tự Nhiên

<sup>2</sup>Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

## Liên hệ

**Nguyễn Ngọc Thủy**, Khoa Khoa học và Công nghệ Vật liệu, Bộ môn Vật liệu Polymer và Composite, Trường Đại học Khoa học Tự Nhiên

Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email: nnthuy@hcmus.edu.vn

## Lịch sử

- Ngày nhận: 25-3-2021
- Ngày chấp nhận: 30-7-2021
- Ngày đăng: 28-8-2021

DOI: 10.32508/stdjns.v5i3.1047



## Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



## TÓM TẮT

Vật liệu lai kích thước nano được tổng hợp từ những vật liệu có nguồn gốc tự nhiên và thân thiện môi trường như nanosilica (nSiO<sub>2</sub>) đi từ vỏ trấu và oligochitosan (OS) từ nguồn vỏ tôm, là một vật liệu đầy hứa hẹn với những tính chất riêng biệt có khả năng ứng dụng trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt trong nông nghiệp. Trong nghiên cứu này, vật liệu lai nanosilica trên nền oligochitosan (SOS) với nồng độ khảo sát 50 mg/L được bổ sung vào xà lách như một nguồn dinh dưỡng ở những giai đoạn phát triển của cây. Ở giai đoạn cây được hai tuần tuổi (H2W2), bổ sung vật liệu SOS giúp gia tăng chiều dài lá và rễ lần lượt là 17,24 và 5,26% so với cây đối chứng. Bên cạnh đó khối lượng cây tươi và số lá của cây được bổ sung vật liệu lai cũng cao hơn 20,39 và 9,09% so với mẫu đối chứng. Ngoài ra khi kiểm tra hàm lượng chlorophyll tổng (a+b) của từng loại cũng cho thấy mẫu H2W2 có hàm lượng chlorophyll cao hơn mẫu đối chứng 7,61%. Tính chất sinh trưởng của cây khi sử dụng vật liệu SOS tăng 20,39% so với mẫu cây đối chứng. Vật liệu SOS có thể được xem như một chất hóa nông xanh, có tiềm năng lớn trong việc ứng dụng trong ngành nông nghiệp hiện đại. Chế phẩm sinh học SOS cũng sẽ góp phần thay thế các loại phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật độc hại trên thị trường hiện nay.

**Từ khoá:** vật liệu lai, oligochitosan, nanosilica, cây xà lách

## MỞ ĐẦU

Chế phẩm sinh học là sản phẩm của quá trình tái tạo và sử dụng tài nguyên sinh học, có thể thay thế nhiều nhiên liệu, hóa chất, nhựa hiện đang có nguồn gốc từ hóa dầu. Những vật liệu tiềm năng này đã và đang phát triển đáng kể, từ cuối thế kỷ 20 đầu thế kỷ 21, nhằm đáp ứng cho xu hướng phát triển nền nông nghiệp hữu cơ hiện đại. Điều đó có nghĩa rằng nền nông nghiệp hữu cơ với việc tăng cường sử dụng chế phẩm sinh học, phân bón hữu cơ trong canh tác cây trồng đang là xu hướng phát triển chung của Việt Nam nói riêng và thế giới nói chung nhằm giảm thiểu những tác hại xấu như mất cân bằng hệ sinh thái trong đất, ô nhiễm nguồn tài nguyên đất và nước, tích lũy nguồn bệnh trong đất khi áp dụng các biện pháp sản xuất nông nghiệp kèm với việc sử dụng các phân bón hóa học, thuốc bảo vệ thực vật độc hại nhằm mục đích khai thác, tăng năng suất và sản lượng.

Chitosan là một polysaccharit đứng thứ hai sau cellulose tìm thấy trong tự nhiên. Nhờ những tính chất đặc trưng của chitosan như khả năng phân hủy sinh học, tính tương thích sinh học, có khả năng kháng khuẩn, kháng nấm, kích thích kháng bệnh, và một số tính chất đặc thù khác mà chitosan được ứng dụng

rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau<sup>1</sup>. Chitosan thu được từ quá trình deacetyl hóa chitin, polyme có khối lượng phân tử lớn và những tính chất đặc thù riêng biệt, tuy nhiên khả năng hòa tan của chitosan bị hạn chế vì thông thường chitosan chỉ có thể tan trong môi trường acid, đã làm giảm khả năng ứng dụng của chitosan<sup>2</sup>. Để giải quyết vấn đề này, các nhà nghiên cứu thực hiện biến tính chitosan bằng các phương pháp khác nhau, trong đó các phương pháp giảm cấp chitosan để tạo chitosan khối lượng phân tử thấp và oligochitosan. Oligochitosan đã và đang được rất nhiều sự quan tâm nghiên cứu trong những năm gần đây bởi ngoài khả năng hòa tan trong nước tốt, oligochitosan có những hoạt tính sinh học vượt trội so với chitosan khối lượng phân tử lớn như tăng hoạt tính miễn dịch, kích thích kháng bệnh trên cây và đặc biệt là hoạt tính chống oxy hóa khá cao<sup>3,4</sup>.

Silic được biết là nguyên tố dồi dào thứ hai tồn tại trên lớp vỏ trái đất sau oxy, được tìm thấy chủ yếu dưới dạng khoáng silicat, dạng nhôm silicat, và cuối cùng là các dạng silic dioxide. Bắt đầu từ những năm 1800, những nhà sinh thái học đầu tiên tiến hành phân tích thành phần nguyên tố của một số loài thực vật và phát hiện ra rằng thực vật có chứa hàm lượng nguyên tố Si rất nhiều, nhiều hơn so với những nguyên tố khoáng

**Trích dẫn bài báo này:** Xuyên N T M, Ngân N N, Quý H T D, Thủy N N. **Khảo sát ảnh hưởng của vật liệu lai nanosilica/oligochitosan lên khả năng phát triển của cây rau xà lách (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*).** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 5(3):1531-1538.

chất khác nhưng tại thời điểm lúc đó, cộng đồng các nhà khoa học xem silic là yếu tố không cần thiết cho sự phát triển cây trồng<sup>5</sup>. Tuy nhiên những công trình nghiên cứu từ năm 1917 đến những năm gần đây cho thấy silic đóng vai trò quan trọng, là nguồn dinh dưỡng thiết yếu giúp các loài thực vật, động vật sinh trưởng và phát triển<sup>6</sup>. Hơn nữa, silic còn đóng vai trò hình thành nên màng tế bào, lớp biểu bì, mô mạch của thân, lá của hầu hết các loài thực vật. Ngoài ra nó còn có tác dụng điều tiết giúp thực vật khỏe mạnh chống chịu được bệnh do vi khuẩn, côn trùng tấn công cũng như các tác động dưới điều kiện thời tiết bất lợi<sup>7</sup>. Mặc dù silic tồn tại phong phú trong đất nhưng đó không phải là dấu hiệu cho thấy thực vật hay cây trồng được cung cấp đầy đủ nguồn silic hòa tan sẵn có trong đất. Nghiên cứu của Gopalu Karunakaran năm 2013<sup>7</sup> đã cho thấy nanosilica tổng hợp từ vỏ trấu có hiệu quả trong việc cải thiện tính chất của đất và tăng khả năng nảy mầm cho hạt tốt hơn so với các nguồn silica khác ở dạng khối. Ở bài nghiên cứu vai trò nanosilica lên sự nảy mầm của cây cà chua của tác giả Manzer cùng đồng nghiệp<sup>8</sup> cũng cho thấy nanosilica có ảnh hưởng rất lớn, nó thúc đẩy sự nảy mầm, rút ngắn thời gian nảy mầm, nâng cao chỉ số nảy mầm của cây, sức đề kháng của cây cũng đạt hiệu quả rõ rệt. Do đó nanosilica có thể xem như là loại phân bón sạch, có tiềm năng cải thiện mùa vụ.

Việc kết hợp giữa vật liệu oligochitosan và nanosilica đã và đang mở ra một hướng đi mới đồng thời tạo ra vật liệu lai hiệu quả thân thiện môi trường mang những tính chất tối ưu cộng hợp giữa hai thành phần. Một trong những tính chất được thể hiện trong công trình trước của nhóm nghiên cứu khi kết hợp hai vật liệu thành phần là oligochitosan và nanosilica đã cho một vật liệu mới có tính vượt trội hơn hai thành phần ban đầu trong khả năng kích thích sinh trưởng và kháng bệnh thân thư trên cây ớt<sup>9</sup>. Nghiên cứu của nhóm tác giả Dang Van Phu và đồng nghiệp năm 2017<sup>10</sup> cũng cho thấy vật liệu lai tăng hiệu suất hạt trên cây đậu nành 17%, cao hơn 7% so với khi chỉ áp dụng oligochitosan trên cây đậu nành. Năm 2019, nhóm tác giả Le Nghiem Anh Tuan cùng đồng nghiệp<sup>11</sup> cũng cho thấy hiệu quả kháng bệnh đốm nâu trên cây thanh long khi xử lý với vật liệu lai oligochitosan và nanosilica hiệu quả lâu dài hơn khi chỉ sử dụng từng thành phần riêng lẻ. Mặc dù vật liệu lai chỉ mới được nghiên cứu trong những công trình gần đây, tuy nhiên tiềm năng ứng dụng của vật liệu rất lớn, đặc biệt vật liệu lai có thể xem như là một chế phẩm sinh học mới, đóng góp vào xu hướng phát triển của nền nông nghiệp xanh, dần thay thế các phương pháp canh tác sử dụng hóa chất độc hại xưa cũ. Trong công trình nghiên cứu này những ảnh hưởng của vật liệu

lai nanosilica trên nền oligochitosan lên sự phát triển của cây rau xà lách được khảo sát góp phần vào nghiên cứu phát triển vật liệu mới nhằm tiến đến khả năng ứng dụng vào thực tiễn.

## VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

### Nguyên vật liệu

Chitosan ( $M_w = 110352$  Da; DD% = 93,2%, Trung tâm VINAGAMMA). Vỏ trấu thu nhận ở khu vực Cần Thơ, Việt Nam. Dung dịch  $H_2O_2$  30%,  $d = 1,11$  g/mL (Merck KGA 64271 Darmstadt, Đức). Lactic acid,  $NH_4OH$  25%, cồn tuyệt đối, NaOH, HCl (Xilong, Trung Quốc). Trong nghiên cứu này oligochitosan và nanosilica được tổng hợp dựa theo quy trình của các bài báo trước đây của nhóm nghiên cứu đã thực hiện<sup>9,12,13</sup>.

### Quy trình tổng hợp vật liệu lai nanosilica/oligochitosan

Cân 1 g nanosilica ( $nSiO_2$ ) cho vào cốc thủy tinh 100 mL, thêm dung dịch NaOH 1 M (hỗn hợp này tương đương với thành phần  $Na_2Si_3O_7$  ( $Na_2SiO_3 \cdot 2SiO_2$ ), hỗn hợp được khuấy trong khoảng 30 phút. Thêm 25 mL dung dịch oligochitosan (OS) đã chuẩn bị và nước cất cho đến 100 mL, khuấy trong thời gian 4 giờ ở nhiệt độ phòng. Điều chỉnh pH bằng dung dịch HCl 1 M hoặc là NaOH 1 M để đạt pH của hỗn hợp dung dịch nanosilica/oligochitosan (SOS).

### Các phương pháp phân tích

Định danh các nhóm chức đặc trưng của OS,  $nSiO_2$ , vật liệu SOS, và độ deacetyl của chitosan ban đầu, oligochitosan được xác định bằng phổ hồng ngoại (FTIR) với kỹ thuật ép viên KBr trên máy FT-IR 8400S, Shimadzu, Nhật Bản. Độ deacetyl được tính theo công thức sau<sup>14</sup>:

$$DD\% = 100 - ([A_{1320}/A_{1420} - 0,3822]/0,03133) \quad (1.1)$$

Trong đó  $A_{1320}$  và  $A_{1420}$  là độ hấp thụ tương ứng tại các đỉnh 1320 và 1420  $cm^{-1}$ .

Kích thước hạt  $nSiO_2$ , SOS được phân tích bằng phương pháp kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM) trên máy JEM 1400, JEOL, Nhật Bản.

### Khảo sát ảnh hưởng vật liệu lai lên khả năng sinh trưởng và phát triển của cây xà lách

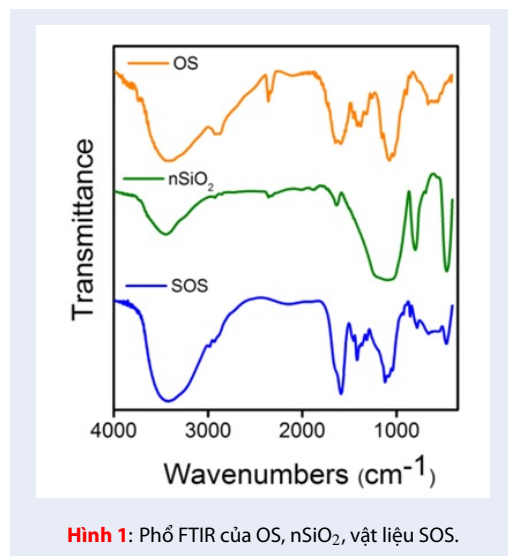
Thí nghiệm khảo sát hiệu ứng tăng trưởng của vật liệu lai SOS lên cây xà lách (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) được thực hiện theo mô hình trồng thủy canh động, trong nhà màng mái thông gió cố định, điều kiện nhiệt độ trong nhà màng là từ  $30 \pm 2^\circ C$  và ẩm độ không khí là  $60 \pm 5\%$ . Xà lách thủy canh được chia làm 4 nghiệm thức gồm 120 cây (30 cây/nghiệm thức).

Từ lúc gieo mầm đến lúc thu hoạch là 30 ngày, cây chỉ có dinh dưỡng và nước là mẫu đối chứng (control). Vật liệu SOS được bổ sung dưới gốc bằng phương pháp nhỏ giọt, hai lần/tuần. Cây được bổ sung vật liệu SOS chỉ trong hai tuần đầu, được ký hiệu H2W1; cây được bổ sung vật liệu SOS chỉ trong hai tuần cuối ký hiệu H2W2, và cây được bổ sung vật liệu SOS trong suốt bốn tuần ký hiệu H4W. Số liệu thí nghiệm về chiều dài lá, cân nặng, chiều dài rễ, số lá, hàm lượng chlorophyll của các cây sau thu hoạch sẽ được thu thập và tổng hợp bằng phần mềm Microsoft Excel và phân tích phương sai ANOVA với  $P < 0,05$ . Hàm lượng chlorophyll tổng (a + b) được xác định bằng quang phổ UV theo phương pháp Wellburn<sup>15</sup>.

## KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### Kết quả phân tích FTIR

OS, nSiO<sub>2</sub>, và vật liệu SOS sau khi tổng hợp sẽ được phân tích các liên kết hóa học trong cấu trúc vật liệu thông qua phương pháp phân tích phổ FTIR và kết quả được thể hiện trong Hình 1.



Hình 1: Phổ FTIR của OS, nSiO<sub>2</sub>, vật liệu SOS.

Trong phổ FTIR của OS cho thấy dao động kéo dãn của liên kết O-H và liên kết N-H của nhóm NH<sub>2</sub>, dao động kéo dãn của liên kết C-H, dao động kéo dãn C=O của nhóm -CONH- (amit I) và dao động uốn của -NH trong -CONH- (amit II) lần lượt xuất hiện ở vùng 3200-3500, 2879, 1650, và 1598 cm<sup>-1</sup>. Trong khi đó các mũi ở 1080, 1029, 1157, và 895 cm<sup>-1</sup> lần lượt là dao động kéo dãn của C-O, dao động kéo dãn của liên kết C-O-C trong vòng glucoside, và các dao động của liên kết β(1-4) glycosidic. Các mũi tương ứng cho dao động biến dạng của liên kết C-H và dao động kéo dãn của C-N trong CH<sub>3</sub>CONH- (amit III)

xuất hiện tại 1420 và 1320 cm<sup>-1</sup>, hai mũi này là hai mũi đặc trưng được sử dụng để tính toán độ deacetyl (% DD). Độ deacetyl của OS có giá trị là 84,70.

Phổ FTIR của nSiO<sub>2</sub> xuất hiện các mũi hấp thụ đặc trưng: tại bước sóng 3440 cm<sup>-1</sup> có một mũi rộng và cường độ thấp liên quan đến dao động kéo dãn của nhóm hydroxyl, trong khi đó một mũi nhỏ, cường độ thấp tại khoảng 1636 cm<sup>-1</sup> được cho là do dao động biến dạng của những phân tử nước hấp thụ trên bề mặt silica tạo ra, kết quả này giống với báo cáo của Martinez cùng đồng nghiệp năm 1998<sup>16</sup>. Các mũi ở 1100, 801, và 437 cm<sup>-1</sup> tương ứng với dao động uốn và dao động kéo dãn của O-Si-O. Riêng ở số sóng 1101 cm<sup>-1</sup> ngoài mũi lớn, cường độ cao tại trung tâm thì còn xuất hiện một mũi vai tại số sóng lớn hơn, khoảng 1250 cm<sup>-1</sup>. Mũi vai này được cho là kết quả của dao động kéo dãn bất đối xứng của các đơn vị SiO<sub>4</sub>, điều này đã được báo cáo trong các công trình nghiên cứu trước<sup>16-18</sup>.

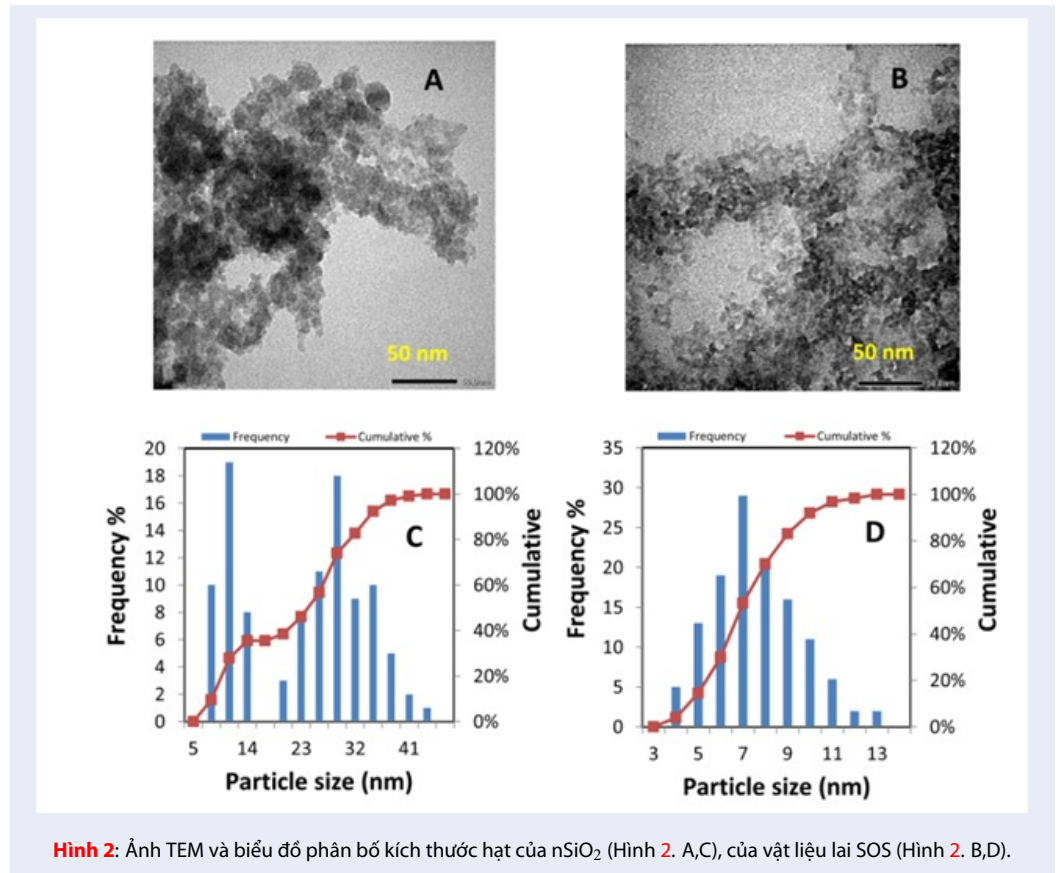
Phổ FTIR của vật liệu lai SOS trên Hình 1 cho thấy các mũi đặc trưng của cả OS và nSiO<sub>2</sub>, tuy nhiên các đỉnh đặc trưng này bao gồm cả nhóm (N-H) của chitosan đều dịch chuyển về số sóng thấp hơn so với OS và nSiO<sub>2</sub> tinh khiết. Điều này giải thích là do sự tương tác bề mặt của oligochitosan với pha vô cơ là nanosilica. Ngoài các mũi đặc trưng còn có sự xuất hiện của hai đỉnh 1082 và 780 cm<sup>-1</sup> đặc trưng cho dao động liên kết Si-O-C, các đỉnh này không xuất hiện trên phổ FTIR của OS và nSiO<sub>2</sub>. Trên phổ đồ FTIR của SOS còn xuất hiện thêm đỉnh mới tại 927 cm<sup>-1</sup>. Đây là mũi đặc trưng cho liên kết Si-O-H do quá trình tạo liên kết hydro giữa nhóm silanol của nanosilica và các nhóm chức -NH<sub>2</sub>, -OH của oligochitosan.

### Kết quả phân tích TEM

Hình thái cấu trúc các mẫu vật liệu nSiO<sub>2</sub> được tổng hợp từ vỏ trấu và vật liệu nSiO<sub>2</sub> trên nền OS được kiểm tra bằng phương pháp phân tích TEM. Kết quả được thể hiện trong Hình 2.

Ảnh TEM và biểu đồ phân bố kích thước hạt trong Hình 2A và Hình 2C cho thấy nSiO<sub>2</sub> tạo thành tập trung thành từng cụm có dạng gần như hình cầu, kích thước trung bình phân bố không đồng đều và có đường kính 5-35 nm. Vì nSiO<sub>2</sub> được hình thành không có chất hoạt động bề mặt, các hạt có kích thước nhỏ có xu hướng kết cụm thành từng đám có kích thước lớn hơn, tuy nhiên kết quả TEM cũng đã cho thấy nSiO<sub>2</sub> đã được tổng hợp thành công.

So với nSiO<sub>2</sub> ban đầu, Hình 2B và Hình 2D cho thấy kích thước của vật liệu lai SOS giữa nSiO<sub>2</sub> và OS nhỏ hơn và nằm trong khoảng 5-9 nm. Các hạt dạng cầu nhỏ và phân bố đều, ít kết cụm hơn so với các



hạt nSiO<sub>2</sub> tổng hợp từ vỏ trấu. Điều đó là do trong quá trình xử lý kiềm, nanosilica bị tan chảy và khi cho oligochitosan vào, đã xảy ra phản ứng giữa hai thành phần. Nói cách khác giữa nanosilica và oligochitosan có sự tương tác tốt, quá trình gel hóa tạo lại hạt nanosilica lúc này có oligochitosan làm chất bảo vệ và bao bọc, ngăn chặn các hạt nanosilica tụ lại với nhau nên hạt thu được có kích thước nhỏ hơn so với khi không có chất bảo vệ.

### Kết quả khảo sát ảnh hưởng vật liệu lai lên khả năng sinh trưởng và phát triển của cây xà lách

Để khảo sát ảnh hưởng của vật liệu lai lên sự phát triển của cây, vật liệu lai nồng độ 50 mg/L được nhỏ vào gốc mỗi tuần một lần trong hai tuần đầu tiên (H2W1), trong hai tuần cuối (H2W2), và trong suốt bốn tuần (H4W). Mẫu cây chỉ tưới nước mà không có vật liệu lai được xem là mẫu đối chứng (control). Các cây sau khi thu hoạch được đo chiều dài lá, chiều dài rễ, số lá, cân nặng, và hàm lượng chlorophyll trong lá. Kết quả được trình bày trong Hình 3, Hình 4, và Bảng 1.

Kết quả cho thấy khi cây được bổ sung vật liệu lai ở từng thời điểm khác nhau đã cho hiệu quả thúc đẩy

tăng trưởng ở cây khác nhau. Cụ thể, ở giai đoạn cây được hai tuần tuổi (H2W2), khi bổ sung vật liệu lai nồng độ 50 mg/L làm gia tăng chiều dài lá và chiều dài ở rễ lần lượt là 17,24 và 5,26% so với mẫu đối chứng. Bên cạnh đó khối lượng cây tươi và số lá đối với cây được bổ sung vật liệu lai ở mẫu cây H2W2 cũng cao hơn, lần lượt là 20,39 và 9,09% so với mẫu đối chứng. Ngoài ra khi kiểm tra hàm lượng chlorophyll tổng (a+b) của từng loại cũng cho thấy mẫu H2W2 có hàm lượng chlorophyll cao hơn mẫu đối chứng 7,61%. Tuy nhiên tại mẫu H2W1 và H4W cho thấy có sự suy giảm về chiều dài lá và chiều dài rễ cũng như hàm lượng chlorophyll tổng và cân nặng so với những mẫu đối chứng. Điều này có thể do khi bổ sung vật liệu lai từ lúc gieo hạt đến khi cây hai tuần tuổi và ngưng cấp vật liệu lai trong giai đoạn hai tuần cuối thì có thể vật liệu lai đã gây ức chế sự sinh trưởng của cây khi cây còn quá nhỏ. Tương tự nếu cấp vật liệu lai liên tục trong suốt thời gian từ lúc gieo trồng đến lúc thu hoạch thì việc cây hấp thu lượng vật liệu từ lúc nhỏ đến lớn cũng gây ra ảnh hưởng đến sự phát triển của cây. Những kết quả trên chứng tỏ rằng vật liệu lai chỉ phù hợp hỗ trợ kích thích tăng trưởng và nâng cao hiệu quả trồng trọt khi cây rau xà lách cỡ hai

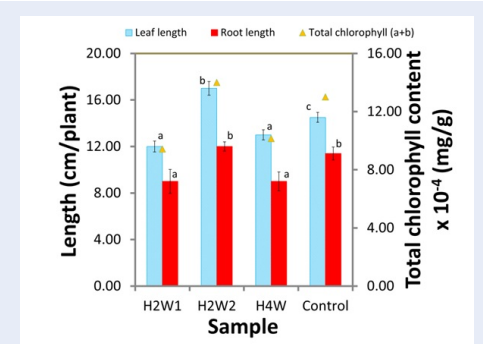


tuần tuổi. Hiện nay vẫn chưa có công trình nghiên cứu nào nghiên cứu ảnh hưởng của vật liệu lai lên từng giai đoạn phát triển của cây. Năm 2014, Philippe G. Chatelain cùng cộng sự<sup>19</sup> khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng oligochitosan lên sự phát triển của cây đậu que bằng phương pháp thủy canh cho thấy khi nồng độ oligochitosan sử dụng quá cao (0,1 g/L) đã khiến cho sự phát triển thân và rễ cây bị giảm đáng kể so với cây đối chứng. Điều này được giả thuyết là do oligochitosan nồng độ cao tạo lớp nhầy bao quanh rễ gây cản trở sự hấp thu dinh dưỡng của rễ. Mặt khác, oligochitosan xâm nhập vào tế bào thực vật thông qua gradient khuếch tán làm xáo trộn trực tiếp con đường trao đổi chất như sinh tổng hợp lignin. Cùng nhận định, trong nghiên cứu này, cũng có thể cho rằng khi cây còn quá nhỏ và phát triển bộ rễ chưa hoàn chỉnh, việc bổ sung vật liệu lai mặc dù ở nồng độ thấp (50 ppm) cũng gây ra sự cản trở lên sự phát triển của thân và rễ cây.

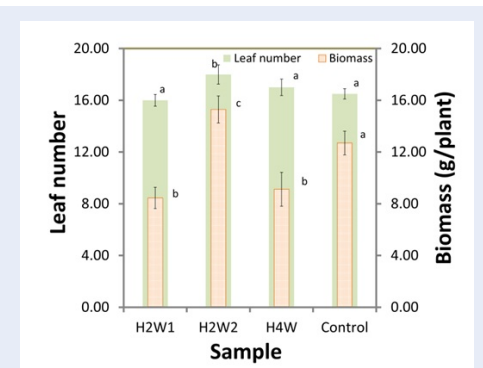
Vật liệu lai giữa nSiO<sub>2</sub> và OS là vật liệu mới kết hợp từ những nguồn nguyên liệu tự nhiên ngoài khả năng giúp cây trồng phòng ngừa bệnh do các tác nhân bên ngoài như nấm, côn trùng tấn công, vật liệu còn giúp kích thích tăng trưởng, nâng cao năng suất cây trồng<sup>9,10</sup>. Nghiên cứu của Gopalu Karunakaran năm 2013<sup>7</sup> đã cho thấy nanosilica tổng hợp từ vỏ trấu có hiệu quả trong việc cải thiện tính chất của đất và tăng khả năng nảy mầm cho hạt tốt hơn so với các nguồn silica khác ở dạng khối. Ở bài nghiên cứu vai trò nanosilica lên sự nảy mầm của cây cà chua của tác giả Manzer cùng đồng nghiệp<sup>8</sup> cũng cho thấy nanosilica có ảnh hưởng rất lớn, nó thúc đẩy sự nảy mầm, rút ngắn thời gian nảy mầm, nâng cao chỉ số nảy mầm của cây, sức đề kháng của cây cũng đạt hiệu quả rõ rệt. Nanosilica giúp cây nâng cao tốc độ quang hợp, chính điều đó giúp cây tăng chiều cao, cân nặng và hàm lượng chlorophyll<sup>20</sup>. Trong nghiên cứu của tác giả Chenping Xu và Beiqian Mou năm 2018<sup>21</sup> chỉ ra rằng khi sử dụng chitosan như một chất bổ sung trong đất thì nó giúp tăng số lượng lá, diện tích lá, khối lượng khô, và khối lượng tươi của cây xà lách. Ngoài ra hàm lượng chlorophyll, tốc độ quang hóa và độ dẫn khí khổng (stomatal conductance) của xà lách cũng tăng so với các cây không được bổ sung chitosan<sup>21</sup>, từ đó giúp nâng cao tốc độ tăng trưởng và hiệu suất cây trồng.

## KẾT LUẬN

Vật liệu lai giữa oligochitosan và nanosilica là một vật liệu mới có nguồn gốc từ tự nhiên được xem như một chất hóa nông xanh, có tiềm năng lớn trong việc ứng dụng trong ngành nông nghiệp hiện đại. Việc bổ sung vật liệu này dưới gốc cây xà lách hai tuần tuổi giúp cây



**Hình 3:** Chiều dài lá, chiều dài rễ, và hàm lượng chlorophyll tổng của cây bổ sung vật liệu lai trong hai tuần đầu tiên (H2W1), trong hai tuần cuối (H2W2), trong suốt bốn tuần (H4W), và của cây xà lách đối chứng (Control).



**Hình 4:** Số lá và cân nặng của cây bổ sung vật liệu lai trong hai tuần đầu tiên (H2W1), trong hai tuần cuối (H2W2), trong suốt bốn tuần (H4W), và của cây xà lách của cây đối chứng (Control).

tăng trưởng vượt trội hơn so với cây đối chứng, điều này có thể nâng cao hiệu quả trồng trọt và rút ngắn thời gian trồng. Cơ chế ảnh hưởng cộng hợp giữa hai thành phần lên sự sinh trưởng của cây trồng cũng như hàm lượng dinh dưỡng ở cây được bổ sung vật liệu lai sẽ được tiến hành nghiên cứu ở những công trình tiếp theo.

## LỜI CẢM ƠN

Đề tài nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh trong khuôn khổ Đề tài mã số C2020-18-23. Mô hình thí nghiệm nhà màng được sự hỗ trợ của công ty Metro Organico, TP. HCM.

## DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

DD%: Độ deacetyl

FTIR: Quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier

**Bảng 1: Ảnh hưởng của vật liệu SOS lên sự sinh trưởng và hàm lượng chlorophyll của cây xà lách so với mẫu đối chứng.**

Mẫu	Chiều dài lá (cm/cây)	Chiều dài rễ (cm/cây)	Số lá	Cân nặng (g/cây)	Hàm lượng chlorophyll tổng (a+b) x 10 <sup>-4</sup> (mg/g)
H2W1	12,00 ± 0,47a*	9,00 ± 1,02a*	16,00 ± 0,45a*	8,45 ± 0,82b*	9,43
H2W2	17,00 ± 0,59b	12,00 ± 0,41b	18,00 ± 0,74b	15,29 ± 1,04c	14,00
H4W	13,00 ± 0,43a	9,00 ± 0,82a	17,00 ± 0,63a	9,12 ± 1,31b	10,14
Control	14,50 ± 0,42c	11,40 ± 0,55b	16,50 ± 0,40a	12,70 ± 0,92a	13,01
**LSD <sub>0,05</sub>	1,32	1,92	1,10	1,59	

\*Ký hiệu chữ khác nhau trong cùng một cột chỉ sự sai biệt có nghĩa tại  $P < 0,05$ .

\*\*Sai biệt nhỏ nhất có ý nghĩa LSD tại trị số  $P < 0,05$ .

nSiO<sub>2</sub>: nanosilica

SOS: vật liệu lai giữa nanosilica và oligochitosan

OS: Oligochitosan

TEM: Kính hiển vi điện tử truyền qua

## XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả tuyên bố rằng không có xung đột lợi ích.

## ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Nghiên cứu được thiết kế bởi tác giả Nguyễn Ngọc Thủy, Nguyễn Thị Mỹ Xuyên, và Nguyễn Nguyên Ngân. Tác giả Nguyễn Ngọc Thủy, Nguyễn Thị Mỹ Xuyên xử lý kết quả, lên ý tưởng, và tham gia viết bài. Tác giả Hoàng Thị Đông Quỳnh chỉnh sửa nội dung cho bản thảo.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Rinaudo M. Chitin and chitosan: Properties and applications. *Prog Polym Sci.* 2006;31:603-32. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2006.06.001>; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2006.06.001>.
- Kang B, Dai YD, Zhang HQ, Chen D. Synergetic degradation of chitosan with gamma radiation and hydrogen peroxide. *Polym Degrad Stabil.* 2007;92(3):359-62; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2006.12.006>.
- Qin C, Du Y, Xiao L, Li Z, Gao X. Enzymic preparation of water-soluble chitosan and their antitumor activity. *Int J Biol Macromol.* 2002a;31:111-7; Available from: [https://doi.org/10.1016/S0141-8130\(02\)00064-8](https://doi.org/10.1016/S0141-8130(02)00064-8).
- Tomida H, Fujii T, Furutani N, Michihara A, Yasufuku T, Akasaki K, Maruyama T, Otagiri M, Gebicki JM, Anraku M. Antioxidant properties of some different molecular weight chitosans. *Carbohydr Res.* 2009;344:1690-6; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.carres.2009.05.006>.
- Rodrigues FA, Datnoff LE. *Silic and Plant Diseases.* Springer International Publishing; 2015; Available from: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-22930-0>.
- Ma JF. Role of silic in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Sci Plant Nutr.* 2004;50(1):11-8; Available from: <https://doi.org/10.1080/00380768.2004.10408447>.
- Karunakaran G, Suriyaprabha R, Manivasakan P, Yuvakkumar R, Rajendran V, Prabu P, Kannan N. Effect of nanosilica and silic sources on plant growth promoting rhizobacteria, soil

nutrients and maize seed germination. *IET Nanobiotechnol.* 2013;7(3):70-7; Available from: <https://doi.org/10.1049/iet-nbt.2012.0048>.

- Siddiqui MH, Al-Wahaibi MH. Role of nano-SiO<sub>2</sub> in germination of tomato (*Lycopersicon esculentum* seeds Mill.). *Saudi J Biol Sci.* 2014;21:13-7; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.04.005>.
- Nguyen NT, Nguyen DH, Pham DD, Dang VP, Nguyen QH, Hoang DQ. New oligochitosan-nanosilica hybrid materials: preparation and application on chili plants for resistance to anthracnose disease and growth enhancement. *Polym J.* 2017;49:861-9; Available from: <https://doi.org/10.1038/pj.2017.58>.
- Phu DV, et al. Preparation and foliar application of oligochitosan - nanosilica on the enhancement of soybean seed yield. *Int J Environ Agric Biotech.* 2017;2(1):421-8; Available from: <http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/2.1.53>.
- Tuan LNA, et al. Induction of chitinase and brown spot disease resistance by oligochitosan and nanosilica-oligochitosan in dragon fruit plants. *Agric Res.* 2019;8:184-90; Available from: <https://doi.org/10.1007/s40003-018-0384-9>.
- Nguyen NT, Hoang DQ, Nguyen ND, Nguyen QH, Nguyen DH. Preparation, characterization, and antioxidant activity of water-soluble oligochitosan. *Green Process Synth.* 2017;6:461-8; Available from: <https://doi.org/10.1515/gps-2016-0126>.
- Pham DD, Le SN, Nguyen NT, Lu TMT, Bui VL, Dang VP, Nguyen ND, Nguyen QH. Effect of nanosilica from rice husk on the growth enhancement of chili plant (*Capsicum frutescens* L.). *J Sci Technol.* 2016;54(5):607-13; Available from: <https://doi.org/10.15625/0866-708X/54/5/7034>.
- Brugnerotto J, Lizardi-Mendoza J, Goycoolea FM, Argüelles-Monal W, Desbrières J, Rinaudo M. An infrared investigation in relation with chitin and chitosan characterization. *Polymer.* 2001;42(8):3569-80; Available from: [https://doi.org/10.1016/S0032-3861\(00\)00713-8](https://doi.org/10.1016/S0032-3861(00)00713-8).
- Wellburn AR. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *J Plant Physiol.* 1994;144:307-13; Available from: [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)81192-2](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)81192-2).
- Martinez JR, Ruiz F, Vorobiev YV, Pérez-Robles F, González-Hernández J. Infrared spectroscopy analysis of the local atomic structure in silica prepared by sol-gel. *J Chem Phys.* 1998;109:7511-4; Available from: <https://doi.org/10.1063/1.477374>.
- Pol VG, Gedanken A, Calderon-Moreno J. Deposition of gold nanoparticles on silica spheres: A sonochemical approach. *Chem Mater.* 2003;15(5):1111-8; Available from: <https://doi.org/10.1021/cm021013+>.

18. Wang W, Martin JC, Zhang N, Ma, Aijie Han, Luyi Sun. Harvesting silica nanoparticles from rice husks. *J Nanopart Res.* 2011;13:6981-90;Available from: <https://doi.org/10.1007/s11051-011-0609-3>.
19. Chatelain PG, Pintado ME, Vasconcelos MW. Evaluation of chitooligosaccharide application on mineral accumulation and plant growth in *Phaseolus vulgaris*. *Plant Sci.* 2014;215- 216:134-140;Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2013.11.009>.
20. Kiirika LM, Stahl F, Wydra K. Phenotypic and molecular characterization of resistance induction by single and combined application of chitosan and silicon in tomato against *Ralstonia solanacearum*. *Physiol Mol Plant Pathol.* 2013;8:1-12;Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2012.11.002>.
21. Xu C and Mou B. Chitosan as soil amendment affects lettuce growth, photochemical efficiency, and gas exchange. *HortTechnology.* 2018;28(4):476-480;Available from: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04032-18>.

# The effect of the nanosilica/oligochitosan hybrid material on the growth of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*)

Nguyen Thi My Xuyen<sup>1,2</sup>, Nguyen Nguyen Ngan<sup>1,2</sup>, Hoang Thi Dong Quy<sup>1,2</sup>, Nguyen Ngoc Thuy<sup>1,2,\*</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## ABSTRACT

A nanostructured hybrid material prepared from eco-friendly natural materials such as nanosilica ( $n\text{SiO}_2$ ) extracted from rice husk and oligochitosan (OS) isolated from shrimp shells is material of high promise with special properties to be applied in various fields, especially in agriculture. In this study, hybrid nanosilica material based on oligochitosan (SOS) with a concentration of 50 mg/L as nutrient source was supplied to the lettuce (*Lactuca sativa*) at different stages of growth. The two-week-old lettuce (H2W2) supplied with the hybrid material had an increase in leaf length by 17.24% and root length by 5.26% in comparison with those of the control lettuce. Additionally, the fresh weight and leaf number of the hybrid-supplied plant were 20.39% heavier and 9.09% higher than those of the control samples, respectively. Moreover, the chlorophyll measurement indicated that the total chlorophyll content of H2W2 was 7.61% higher than that of the control, and the plant growth characteristics also increased by 20.39% compared with the control plant. The SOS hybrid material could be seen as a green agrochemical with a great promise of being applied in the modern agriculture. This kind of renewable material also contributes to replacing and declining the numbers of the type of toxic chemical fertilizers and plant protection products used on the market today.

**Key words:** hybrid materials, oligochitosan, nanosilica, lettuce

<sup>1</sup>Department of Polymer and Composite Materials, Faculty of Materials Science and Technology, University of Science

<sup>2</sup>Vietnam National University Ho Chi Minh, Vietnam.

## Correspondence

**Nguyen Ngoc Thuy**, Department of Polymer and Composite Materials, Faculty of Materials Science and Technology, University of Science

Vietnam National University Ho Chi Minh, Vietnam.

Email: nnthuy@hcmus.edu.vn

## History

- Received: 25-3-2021
- Accepted: 30-7-2021
- Published: 28-8-2021

DOI : 10.32508/stdjns.v5i3.1047



## Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



**Cite this article :** Xuyen NT M, Ngan NN, Quy HT D, Thuy NN. **The effect of the nanosilica/oligochitosan hybrid material on the growth of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*).** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 5(3):1531-1538.