

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO NANO Se-ZnO ỔN ĐỊNH TRONG β -GLUCAN BẰNG PHƯƠNG PHÁP CHIẾU XẠ

Nguyễn Văn Linh, Nguyễn Thanh Vũ, Nguyễn Thị Ngọc Anh,
Phan Lê Trâm Anh, Lê Thanh Giàu, Lê Quang Luân*

Trung tâm Công nghệ Sinh học Thành phố Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Dung dịch keo nano (Se-ZnONPs) ổn định trong β -glucan (Se-ZnONPs/ β -glucan) với kích thước hạt khoảng 17 nm đã được chế tạo thành công bằng phương pháp chiếu xạ tia gamma Co-60. Kết quả phân tích phổ UV-Vis cho thấy, đỉnh hấp thụ cực đại của hạt nano kẽm oxit (ZnONPs) xuất hiện ở 354 nm. Thêm vào đó, kết quả phân tích phổ hồng ngoại (FTIR) đã chỉ ra rằng phân tử oxy trong các nhóm chức (COO) và (OH) đã tham gia vào quá trình ổn định Se-ZnONPs trong chế phẩm. Bên cạnh đó, cấu trúc tinh thể của Se-ZnONPs/ β -glucan đã được phân tích bằng nhiễu xạ tia X (XRD) và kích thước hạt của chế phẩm được tính toán từ giản đồ XRD. Hơn nữa, kết quả phân tích phổ Raman của mẫu Se-ZnONPs/ β -glucan còn cho thấy các dao động photon quang học của nano selen (SeNPs) và ZnONPs cũng xuất hiện lần lượt ở 250 và 422 cm^{-1} . Kết quả thử nghiệm khả năng kháng oxy hóa cho thấy hoạt tính Se-ZnONPs/ β -glucan cao hơn hẳn các mẫu SeNPs ổn định trong β -glucan (SeNPs/ β -glucan), ZnONPs ổn định trong β -glucan (ZnONPs/ β -glucan) và β -glucan. Thêm vào đó, giá trị IC_{50} của Se-ZnONPs/ β -glucan được xác định là 0,22 mM. Các kết quả đạt được cho thấy chế phẩm Se-ZnONPs/ β -glucan chế tạo bằng phương pháp chiếu xạ gamma có tiềm năng ứng dụng làm thực phẩm bảo vệ sức khỏe.

Từ khóa: Chiếu xạ, β -glucan, kháng oxy hóa, tia gamma.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong cơ thể người, vi chất dinh dưỡng đóng vai trò quan trọng trong các quá trình trao đổi chất, duy trì chức năng tế bào, hỗ trợ tăng cường miễn dịch và giảm nguy cơ mắc các bệnh. Theo Tổ chức Y tế Thế giới (WHO), tình trạng thiếu hụt vi chất dinh dưỡng đang dần phổ biến với hơn hai triệu người mắc phải, trong đó 30% người bị thiếu kẽm (Zn) và 15% bị thiếu selen (Se) (Dapkekar *et al.*, 2020). Thêm vào đó, một phần ba dân số thế giới đã và đang bị ảnh hưởng bởi tình trạng thiếu Zn. Ước tính 50% trẻ em không nhận được các loại vitamin và khoáng chất cần thiết cho sự phát triển của chúng (Elemike *et al.*, 2019). Sự thiếu hụt vi chất dinh dưỡng lâu ngày làm suy giảm sức đề kháng dẫn đến mắc các bệnh nhiễm khuẩn đường hô hấp, tiêu chảy và suy dinh dưỡng. Se và Zn là những nguyên tố vi lượng thiết yếu cung cấp dinh dưỡng và đóng vai trò quan trọng trong nhiều chức năng đối với cơ thể sống. Tuy nhiên, việc hấp thụ quá nhiều Se và Zn gây rối loạn khác nhau đến cơ thể sinh vật sống và có thể dẫn tới ngộ độc và tử vong. Một số nghiên cứu cho thấy khi sử dụng Se quá 0,4 mg/ngày có thể gây độc và nguy cơ gây ra bệnh tiểu đường (Kristal *et al.*, 2014). Bên cạnh đó, ngưỡng gây độc của Zn chưa được làm rõ nhưng việc tiêu thụ Zn với mức 75 mg/ngày gây nguy cơ mắc các bệnh ung thư liên quan đến tuyến tiền liệt (Zhang *et al.*, 2022). Để khắc phục những nhược điểm về ngưỡng sử dụng, Se và Zn tồn tại ở dạng nguyên tố được biết đến với khả năng kháng oxy hóa cũng như có độc tính với tế bào ung thư cao hơn, ngưỡng sử dụng rộng hơn. SeNPs, ZnONPs với kích thước nhỏ, độc tính thấp, khả năng tương thích sinh học, kháng oxy hóa, kháng khuẩn và hoạt tính kháng ung thư cao hơn các khi tồn tại ở các dạng hữu cơ và vô cơ khác đã và đang được chú ý đến.

Ngày nay với sự phát triển của công nghệ nano, nanocomposite được hình thành bởi sự kết hợp giữa các hạt nano kim loại và oxit kim loại ở cấp độ nguyên tử làm tăng hoạt tính sinh học so với các nano đơn thành phần (Podporska-Carroll *et al.*, 2017; Medhi *et al.*, 2020). Se và Zn là hai nguyên tố dinh dưỡng điển hình có thể kết hợp với nhau, sự kết hợp này tạo ra nhiều chỗ trống oxy hơn dẫn đến làm tăng hoạt động bề mặt (Ahmad *et al.*, 2020) và tăng khả năng kháng oxy hóa của vật liệu thông qua việc ghép cặp với các electron đơn của các gốc tự do. Tuy nhiên, Se và Zn tồn tại ở dạng nano dễ dàng bị kết cụm lại với nhau, làm tăng kích thước hạt và giảm hoạt tính của chúng. Vậy nên những hạt nano này cần một mạng lưới nâng đỡ để ngăn sự kết cụm, nhằm gia tăng hoạt tính của vật liệu người ta thường sử dụng các loại polysaccharide có khả năng tương thích và phân hủy sinh học để ổn định các loại nano này. β -glucan được biết đến là một polysaccharide có nguồn gốc từ tự nhiên, không độc, có khả năng tăng cường miễn dịch, chống ung thư và làm lành vết thương. Với những hoạt tính vượt trội như vậy, β -glucan được lựa chọn để làm chất ổn định hỗn hợp nano này.

Cho đến nay, có nhiều phương pháp để tổng hợp Se-ZnONPs như phương pháp thủy nhiệt, đồng kết tủa hoặc tổng hợp xanh sử dụng các tác nhân sinh học, v.v. Tuy nhiên các phương pháp này còn nhiều hạn chế như tồn dư chất khử, điều kiện phản ứng nghiêm ngặt, sản phẩm cần phải tinh chế cũng như sử dụng các tác nhân vi sinh vật và enzyme đặc hiệu, v.v. Ngoài ra, việc sử dụng bức xạ tia gamma Co-60 để tổng hợp loại Se-ZnONPs được cho là phương pháp hiệu quả với nhiều ưu điểm như quy trình chế tạo đơn giản an toàn,

kiểm soát được kích thước tinh thể tạo thành, không sử dụng các chất khử độc hại, phản ứng xảy ra ở nhiệt độ thường và thân thiện với môi trường.

Từ những lý do trên mục tiêu của nghiên cứu này là nhằm ứng dụng bức xạ tia gamma để chế tạo hỗn hợp chứa cả hai loại nano này (SeNPs và ZnONPs) ổn định trong β -glucan có hoạt tính sinh học cao và phát triển thành sản phẩm, thực phẩm giúp hỗ trợ sức khỏe.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Vật liệu

β -glucan, SeNPs/ β -glucan và ZnONPs/ β -glucan (Phòng CNSH Vật liệu & Nano, TT CNSH Tp.HCM), Selendioxit (Scharlau, Tây Ban Nha), 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyl (DPPH) (HiMedia laboratories LLC, Ấn Độ), Kẽm Chloride (Xilong, Trung Quốc), Potassium bromide (HiMedia Laboratories LLC, Mỹ), Sodium hydroxide (Xilong, Trung Quốc) và một số hóa chất ở dạng tinh khiết khác.

Phương pháp nghiên cứu

Tổng hợp Se-ZnONPs/ β -glucan bằng phương pháp chiếu xạ

Dung dịch Se^{4+} - Zn^{2+} / β -glucan có nồng độ Se^{4+} 1,25 mM; Zn^{2+} 2,5 mM và β -glucan 1% được chuẩn bị bằng cách: 1 g β -glucan cho vào 80 mL H_2O và điều chỉnh pH ~11 bằng NaOH 1 M. Tiếp đến, bổ sung 5 mL Zn^{2+} từ dung dịch gốc 50 mM và đồng hóa trên máy khuấy từ (Stuart, UK) với thời gian 5 phút. Sau đó, cho 5 mL Se^{4+} từ dung dịch gốc 25 mM và định mức lên 100 mL. Hỗn hợp Se^{4+} - Zn^{2+} / β -glucan được chiếu ở liều xạ 10 kGy (liều xạ chuyển hóa bão hòa của ZnO và Se đã được xác định bởi các công bố trước đây của Dung và đồng tác giả (2020), Linh và đồng tác giả (2022)) trên nguồn xạ gamma Co-60 (Gamma cell model GC5000, BRIT, Ấn Độ) với suất liều 5,5 kGy/giờ để tạo Se-ZnONPs/ β -glucan.

Xác định các đặc trưng cấu trúc của Se-ZnONPs/ β -glucan

Quang phổ UV-Vis: Đặc tính quang hóa của vật liệu được xác định bằng máy quang phổ UV-Vis (Thermo, Hoa Kỳ). Dung dịch keo Se-ZnONPs/ β -glucan được phân tích ở nồng độ là 25 $\mu\text{g/mL}$, nhiệt độ phòng và dải phân tích 200 - 800 nm.

Phổ hồng ngoại FTIR: Đặc trưng cấu trúc của Se-ZnONPs/ β -glucan được phân tích trên máy quang phổ hồng ngoại FTIR-4700 (Jasco, Nhật Bản). 5 mg mẫu được trộn đều với 145 mg KBr và sấy khô ở 105°C trong 3 giờ. Các mẫu được nén thành viên bằng máy nén chuyên dụng. Sau đó, mẫu được phân tích ở số sóng 500-4000 cm^{-1} , độ phân giải 2 cm^{-1} với tần số quét là 45.

Quang phổ Raman: Cấu trúc mạng tinh thể Se-ZnONPs/ β -glucan được xác định bằng hệ thống hiển vi Raman LabRAM HR Evolution (Horiba, Nhật Bản) sử dụng nguồn laser 785 nm, vật kính với độ phóng đại 10X và độ lọc ánh sáng 100% với dải phân tích 0-800 cm^{-1} .

Nhiều xạ tia X: Đặc trưng cấu trúc của Se-ZnONPs/ β -glucan được xác định bằng máy nhiễu xạ X'Pert PRO (Bruker, Đức) sử dụng nguồn phát tia X với $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1,5418 \text{ \AA}$, $U = 40 \text{ kV}$, $I = 25 \text{ mA}$), góc (2θ) 20-80° ở nhiệt độ phòng. Mẫu bột Se-ZnONPs/ β -glucan được cán phẳng trên đế phân tích bằng các phiến kính hiển vi. Sử dụng phần mềm HighScore Plus để phân tích dữ liệu.

Xác định kích thước hạt Se-ZnONPs/ β -glucan: Kích thước hạt Se-ZnO trong chế phẩm được xác định bằng kỹ thuật XRD, được tính dựa trên phương trình Debye - Scherrer:

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \cos\theta} \quad (\text{nm})$$

Trong đó:

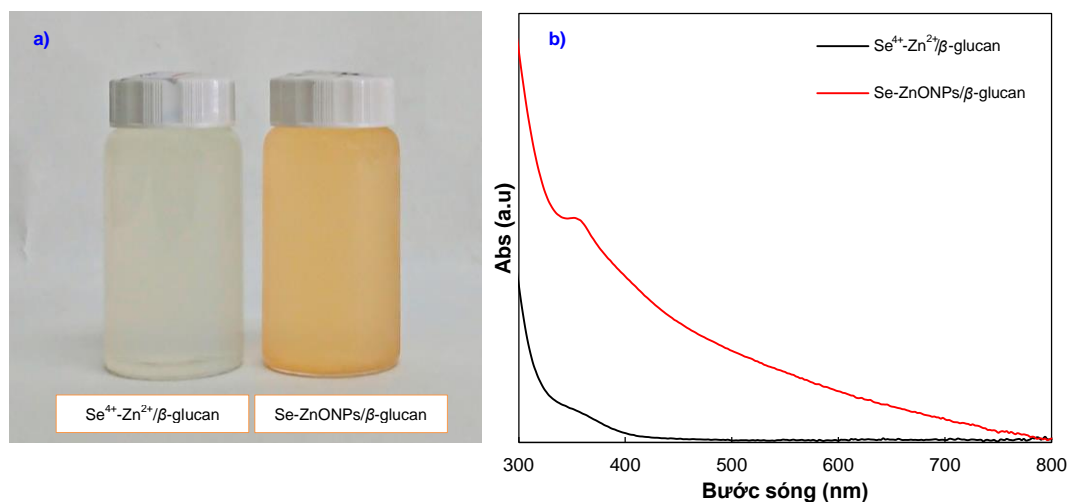
- k là hằng số có giá trị là 0,89.
- λ là bước sóng của bức xạ tia X ($\lambda = 1,5406 \text{ \AA}$).
- β là độ rộng ứng với nửa chiều cao của đỉnh cực đại.
- θ là góc nhiễu xạ Bragg ứng với đỉnh cực đại.

Xác định khả năng kháng oxy hóa của Se-ZnONPs/ β -glucan: Thử nghiệm hoạt tính bắt gốc tự do DPPH của vật liệu được thực hiện theo phương pháp của Yang và đồng tác giả (2008). Trong đó, 1,5 mL mẫu ở các nồng độ khác nhau (0 - 10 $\mu\text{g/mL}$) được trộn đều trong 1,5 mL dung dịch gốc tự do DPPH 1 mM (pha trong ethanol), ủ trong tối với thời gian 30 phút, ở nhiệt độ phòng. Độ hấp thụ của các mẫu được đo ở bước sóng 517 nm trên máy quang phổ UV-Vis (Thermo, Hoa Kỳ). Hoạt tính bắt gốc tự do DPPH được tính theo công thức: $H (\%) = \frac{([1 - (A_2 - A_1)])}{A_0} \times 100$. Trong đó A_0 : độ hấp thụ của mẫu đối chứng, A_1 độ hấp thụ của mẫu trắng, A_2 độ hấp thụ của mẫu.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Các đặc trưng cấu trúc của Se-ZnONPs/ β -glucan

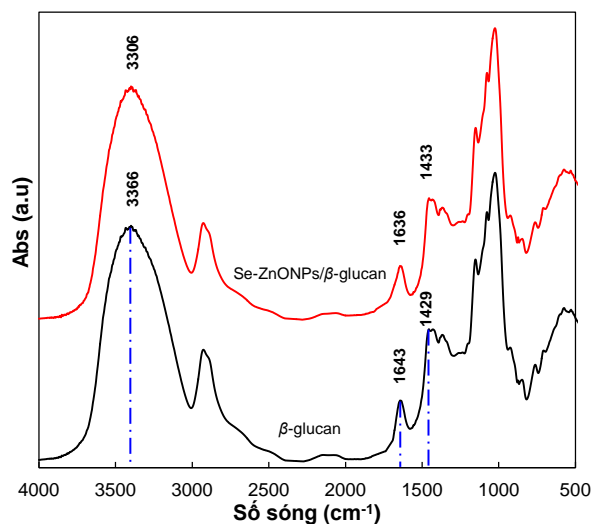
Quang phổ UV-Vis



Hình 1. Mẫu Se⁴⁺-Zn²⁺/β-glucan trước và sau khi chiếu ở liều xạ 10 kGy (a), phổ UV-Vis (b)

Phổ UV-vis của các mẫu β-glucan và Se-ZnONPs/β-glucan được phân tích ở dải sóng 300 - 800 nm. Kết quả từ hình 1a cho thấy mẫu vật liệu trước và sau khi chiếu xạ có sự thay đổi từ màu trắng (Se⁴⁺-Zn²⁺/β-glucan) sang cam đỏ (Se-ZnONPs/β-glucan). Điều này đã cho thấy sự hình thành SeNPs, Se⁴⁺ được khử thành Se⁰ bởi các tác nhân bức xạ (e⁻_{aq} và H^{*}) sinh ra từ quá trình xạ ly nước. Theo Lin và đồng tác giả (2005), đỉnh hấp thụ của SeNPs chỉ quan sát được khi các hạt có kích thước > 100 nm. Sau khi chiếu xạ mẫu Se-ZnONPs/β-glucan xuất hiện đỉnh hấp thụ cực đại ở 336 nm, đây được cho là sự xuất hiện của ZnONPs. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Musa và đồng tác giả (2017) khi tổng hợp ZnONPs bằng phương pháp sol-gel.

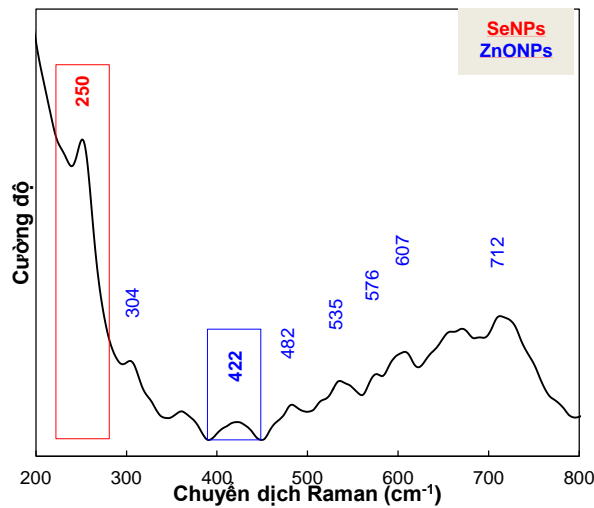
Phổ hồng ngoại FTIR



Hình 2. Phổ FTIR của mẫu β-glucan và Se-ZnONPs/β-glucan chiếu ở liều xạ 10 kGy

Kết quả phân tích phổ FTIR của mẫu β-glucan và Se-ZnONPs/β-glucan đã cho thấy có sự dịch chuyển các đỉnh đặc trưng của các nhóm chức (OH) và (COO) với các số sóng lần lượt là 1429, 3366 và 1643 cm⁻¹ của mẫu β-glucan sang số sóng 1433, 3306 và 1636 cm⁻¹ ở mẫu Se-ZnONPs/β-glucan được chiếu với liều xạ 10 kGy. Điều này đã chỉ ra rằng phân tử oxy có trong các nhóm chức nói trên đã tham gia vào quá trình ổn định Se-ZnONPs trong chế phẩm. Kết quả này cũng phù hợp với các công bố trước đây của Dung và đồng tác giả (2021) khi sử dụng bức xạ tia gamma Co-60 để tổng hợp vật liệu SeNPs/β-glucan.

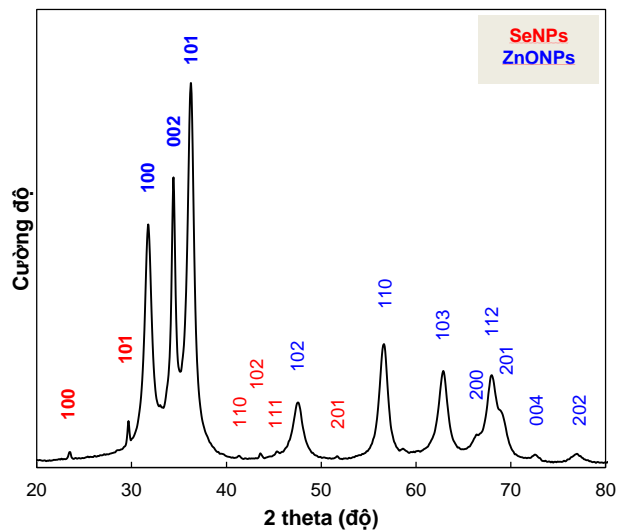
Quang phổ Raman



Hình 3. Phổ raman của mẫu Se-ZnONPs/β-glucan chế tạo bằng phương pháp chiếu xạ

Mẫu bột Se-ZnONPs/β-glucan sau khi tổng hợp cũng được phân tích bằng kỹ thuật Raman, kỹ thuật này được biết đến với công dụng hữu ích trong việc xác định tính chất mạng tinh thể của vật liệu. Kết quả phân tích từ Hình 3 cho thấy dao động photon ở số sóng 250 cm^{-1} , đây được cho là sự hình thành của SeNPs. Linh và đồn tác giả (2020) đã chỉ ra rằng khi sử dụng bức xạ gamma Co-60 để tổng hợp SeNPs/Fucoidan, dao động photon tại 237 và 250 cm^{-1} tương ứng với Se^{4+} và Se^0 . Thêm vào đó, dao động photon tại số sóng 422 cm^{-1} là đặc trưng cho liên kết Zn và Oxy (Willander *et al.*, 2009; Moussa *et al.*, 2021). Bên cạnh đó, phổ raman của Se-ZnONPs/β-glucan còn cho thấy các dao động photon của các mặt phẳng tinh thể ZnONPs (B1), (E2-E2), (A1-TO), (E2), (B1) và (E1) ứng với các đỉnh hấp thụ 304, 330, 383, 422, 535 và 576 cm^{-1} . Theo Musa và đồng tác giả (2017) đây được cho là các dao động photon đặc trưng của ZnO thuộc pha tinh thể wurtzite.

Giải đồ XRD



Hình 4. Giải đồ XRD của mẫu Se-ZnONPs/β-glucan chế tạo bằng phương pháp chiếu xạ

Kết quả từ Hình 4 cũng cho thấy đã tổng hợp thành công hỗn hợp Se-ZnONPs/β-glucan khi xuất hiện các đỉnh nhiễu xạ các tinh thể SeNPs và ZnONPs. Bên cạnh đó, kết quả này cho thấy vùng 2θ từ 20 - 30° có sự xuất hiện các nhiễu xạ ở 23,41; 29,61° tương ứng với các mặt phẳng tinh thể (100) và (101), đây được cho là tinh thể của selen nguyên tử (Se^0). Ngoài ra, kết quả phân tích mẫu Se-ZnONPs/β-glucan cho thấy các đỉnh nhiễu xạ đặc trưng của tinh thể SeNPs còn xuất hiện ở các dải 2θ có giá trị 23, 29, 41, 43, 45 và 51° lần lượt tương ứng với các mặt phẳng tinh thể (110), (102), (111), (201), (112) và (202). Kết quả này cũng phù hợp với công bố trước đây của Dung và đồng tác giả (2021) khi tổng hợp SeNPs/β-glucan bằng phương pháp chiếu xạ gamma Co-60.

Thêm vào đó, các đỉnh nhiễu xạ của ZnONPs cũng được quan sát thấy bằng kỹ thuật này. Theo đó, giản đồ XRD của vật liệu còn cho thấy các mặt phẳng (100), (002), (101), (102), (110), (103), (200), (112), (201), (004) và (202) tương ứng với các đỉnh nhiễu xạ 31, 34, 36, 47, 56, 62, 66, 68, 69 72 và 76°. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Musa và đồng tác giả (2017) khi tổng hợp ZnONPs bằng phương pháp sol-gel.

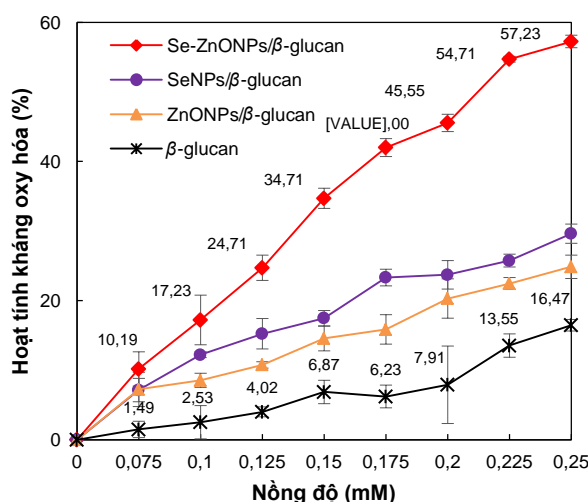
Kích thước hạt chế phẩm Se-ZnONPs/ β -glucan

Bảng 1. Kích thước hạt của chế phẩm Se-ZnONPs/ β -glucan chế tạo bằng phương pháp chiếu xạ

STT	Tên	2 θ	FWHM	Kích thước hạt (nm)	Kích thước hạt trung bình (nm)
1	ZnONPs	31,74	0,77	5,39	10,49
		34,41	0,42	7,62	
		36,25	0,70	7,63	
		47,54	1,12	8,78	
		56,58	1,01	8,82	
		62,86	1,04	10,55	
		68,00	1,75	11,74	
		72,59	0,68	14,33	
		76,91	1,31	19,58	
2	SeNPs	23,47	0,29	25,68	29,52
		29,66	0,21	27,57	
		41,32	0,30	27,99	
		43,61	0,29	28,59	
		45,75	0,33	29,29	
		51,69	0,29	37,98	

Trong nghiên cứu này, kích thước hạt của chế phẩm được xác định bằng giản đồ XRD dựa trên phương trình Debye - Scherrer. Kích thước hạt trung bình của Se-ZnONPs/ β -glucan ghi nhận từ bảng 1 là khoảng 17 nm và có phân bố kích thước từ 5-38 nm. Bên cạnh đó, kích thước hạt của ZnONPs và SeNPs trong chế phẩm cũng được xác định lần lượt là 10,49 và 29,52 nm. Hơn nữa, các kết quả phân tích được từ hình 3, 4 và bảng 1 cho thấy đã tổng hợp thành công chế phẩm Se-ZnONPs/ β -glucan ở cấp độ nano.

Hoạt tính bắt gốc tự do DPPH



Hình 5. Khả năng bắt gốc tự do của các mẫu β -glucan, SeNPs/ β -glucan, ZnONPs/ β -glucan và Se-ZnONPs/ β -glucan chiếu ở liều xạ 10 kGy

Kết quả từ hình 5 cho thấy khả năng kháng oxy hóa của các mẫu β -glucan, SeNPs/ β -glucan, ZnONPs/ β -glucan và Se-ZnONPs/ β -glucan tăng khi gia tăng nồng độ thử nghiệm. Kết quả này cũng cho thấy mẫu Se-ZnONPs/ β -glucan có khả năng bắt gốc tự do cao hơn hẳn các mẫu còn lại. Cụ thể, chế phẩm thử nghiệm ở nồng độ 0,075 - 0,25 mM có hoạt tính kháng oxy hóa lần lượt là 10,19 và 57,23%. Ở nồng độ 0,2 mM thì hoạt tính bắt gốc tự do DPPH của chế phẩm cao hơn các mẫu β -glucan, ZnONPs/ β -glucan và SeNPs/ β -glucan lần lượt là 37,6; 25,2 và 21,8%. Ở tại nồng độ 0,25 mM thì khả năng bắt gốc tự do của chế phẩm gấp ~2 lần so với các mẫu ZnONPs/ β -glucan, SeNPs/ β -glucan. Từ đó, có thể thấy rằng việc tạo ra chế phẩm với sự kết hợp của hai loại nano (SeNPs và ZnONPs) đã cho thấy hiệu ứng cộng gộp của chúng và cao hơn hẳn khi tổng hợp vật liệu nano đơn thành phần. Sự kết hợp này đã làm gia tăng các hạt nano có trong chế phẩm dẫn đến gia tăng các hoạt động bề mặt hay các electron bề mặt của Se-ZnONPs đã ghép cặp với gốc tự do DPPH. Theo đó, việc bao bọc β -glucan bên ngoài các hạt Se-ZnONPs cũng đã góp phần trung hòa các gốc tự do bằng cách cho nguyên tử hydro. Ngoài ra, nồng độ trung hòa 50% gốc tự do DPPH (giá trị IC_{50}) của Se-ZnONPs/ β -glucan cũng được xác định là 0,22 mM. Kết quả này cũng phù hợp với công bố trước đây của Dung và đồng tác giả (2021) khi cho rằng nồng độ chế phẩm càng cao thì hoạt tính kháng oxy hóa càng tăng.

KẾT LUẬN

Đã chế tạo thành công chế phẩm Se-ZnONPs/ β -glucan bằng phương pháp chiếu xạ tia gamma Co-60 với kích thước hạt trung bình được xác định từ giản đồ XRD là ~17 nm. Se-ZnONPs/ β -glucan chế tạo được có khả năng kháng oxy hóa (57,23%) cao hơn hẳn các mẫu SeNPs/ β -glucan (29,63%), ZnONPs/ β -glucan (24,87%) và β -glucan (16,47%) ở cùng nồng độ thử nghiệm là 0,25 mM. Từ những kết quả đạt được có thể thấy chế phẩm tổng hợp được với sự kết hợp của hai loại nano cho hoạt tính kháng oxy hóa cao và cao hơn hẳn các mẫu nano đơn thành phần, đây được cho là chế phẩm rất có triển vọng để phát triển làm thực phẩm bảo vệ sức khỏe.

Lời cảm ơn: Chân thành cảm ơn tới Trung tâm Công nghệ Sinh học Thành phố Hồ Chí Minh đã tài trợ toàn bộ kinh phí cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ahmad A, Ullah S, Ahmad W, Yuan Q, Taj R, Khan AU, Rahman AU, Khan, UA (2020). Zinc oxide-selenium heterojunction composite: synthesis, characterization and photo-induced antibacterial activity under visible light irradiation. *J Photochem Photobiol B*, 203: 111743.
- Dapkekar A, Deshpande P, Oak MD, Paknikar KM, Rajwade JM (2020). Getting more micronutrients from wheat and barley through agronomic biofortification. *In Wheat and barley grain biofortification*, Woodhead Publishing, 53-99.
- Dung NT, Trong TD, Vu NT, Binh NT, Minh TTL, Luan LQ (2021). Radiation synthesis of selenium nanoparticles capped with β -Glucan and its immunostimulant activity in cytoxin-induced immunosuppressed mice. *Nanomaterials*, 11(9): 2439.
- Elemike EE, Uzoh IM, Onwudiwe DC, Babalola OO (2019). The role of nanotechnology in the fortification of plant nutrients and improvement of crop production. *Applied Sciences*, 9(3): 499.
- Kristal AR, Darke AK, Morris JS, Tangen CM, Goodman PJ, Thompson IM, Meyskens FL, Goodman GE, Minasian LM, Parnes HL, Lippman SM, Klein EA (2014). Baseline selenium status and effects of selenium and vitamin e supplementation on prostate cancer risk. *JNCI Cancer Spectr*, 106(3): 456.
- Lin ZH, Wang CC (2005). Evidence on the size-dependent absorption spectral evolution of selenium nanoparticles. *Mater Chem Phys*, 92(2-3): 591-594.
- Linh NV, Trong TD, Nghĩa NT, Vu NT, Luan LQ (2022). Hoạt tính ức chế tế bào ung thư gan HepG2 của SeNPs/OligoFucoidan chế tạo bằng phương pháp chiếu xạ tia gamma (Co-60). *Hội nghị Công nghệ Sinh học Toàn Quốc*, 501-506.
- Medhi R, Marquez MD, Lee TR (2020). Visible-light-active doped metal oxide nanoparticles: review of their synthesis, properties, and applications. *ACS Appl Nano Mater*, 3(7): 6156-6185.
- Moussa NB, Lajnef M, Jebari N, Villebasse C, Bayle F, Chaste J, Madouri A, Chtourou R, Herth E (2021). Synthesis of ZnO sol-gel thin-films CMOS-Compatible. *RSC advances*, 11(37): 22723-22733.
- Musa I, Qamhieh N, Mahmoud ST (2017). Synthesis and length dependent photoluminescence property of zinc oxide nanorods. *Results Phys*, 7: 3552-3556.
- Podporska-Carroll J, Myles A, Quilty B, McCormack DE, Fagan R, Hinder SJ, Dionysiou DD, Pillai SC (2017). Antibacterial properties of F-doped ZnO visible light photocatalyst. *J Hazard Mater Adv*, 324: 39-47.
- Willander M, Yang LL, Wadeasa A, Ali SU, Asif MH, Zhao QX, Nur O (2009). Zinc oxide nanowires: controlled low temperature growth and some electrochemical and optical nano-devices. *J Mater Chem*, 19(7): 1006-1018.
- Yang B, Zhao M, Shi J, Yang N, Jiang Y (2008). Effect of ultrasonic treatment on the recovery and DPPH radical scavenging activity of polysaccharides from longan fruit pericarp. *Food Chem*, 106(2): 685-690.
- Zhang Y, Song M, Mucci LA, Giovannucci EL (2022). Zinc supplement use and risk of aggressive prostate cancer: a 30-year follow-up study. *Eur J Epidemiol*, 37(12): 1251-1260.

STUDY ON THE PREPARATION OF Se-ZnO IN β -GLUCAN BY IRRADIATION METHOD

Nguyen Van Linh, Nguyen Thanh Vu, Nguyen Thi Ngoc Anh,
Phan Le Tram Anh, Le Thanh Giau, Le Quang Luan

Biotechnology Center of Ho Chi Minh City

SUMMARY

The colloidal solution of (Se-ZnONPs) nanoparticles stabilized in β -glucan (Se-ZnONPs/ β -glucan) with particle size about 17 nm was successfully prepared by gamma ray (Co-60) irradiation. The UV-Vis spectrum showed that the maximum absorption peaks of zinc oxide nanoparticles (ZnONPs) was found at 354 nm. In addition, the analysis results from (FTIR) Fourier Transform Infrared Spectrophotometer spectra also indicated that the oxygen atom in (COO), and (OH) groups played an important role in stabilizing the Se-ZnONPs in the product. Besides, the crystalline structure of Se-ZnONPs/ β -glucan sample was analyzed by X-ray diffraction (XRD) and its particle size was calculated based on XRD pattern. Furthermore, the Raman spectral analysis results of Se-ZnONPs/ β -glucan indicated that the optical phonon mode of selenium nanoparticles (SeNPs) and ZnONPs were observed at 250 and 422 cm^{-1} , respectively. The antioxidant activity of Se-ZnONPs/ β -glucan product was higher than this of SeNPs stabilized in β -glucan (SeNPs/ β -glucan), ZnONPs stabilized in β -glucan (ZnONPs/ β -glucan), and β -glucan. In addition, the IC_{50} value of Se-ZnONPs/ β -glucan was determined to be about 0.22 mM. The results above revealed that Se-ZnONPs/ β -glucan product prepared by gamma irradiation method has potential to be applied as health protection food.

Keywords: Antioxidant, β -glucan, gamma ray, irradiation.

* Author for correspondence: Tel: 913711223; Email: lequangluan@gmail.com