

NGHIÊN CỨU HÀM LƯỢNG PHENOLIC, ĐẶC TÍNH CHỐNG OXI HÓA, KHÁNG KHUẨN VÀ KHẢ NĂNG KHÁNG NẤM *Fusarium* sp. VÀ *Colletotrichum* sp. CỦA CÁC BỘ PHẬN TỪ BA LOÀI THUỘC HỌ NA (Annonaceae)

PHENOLIC CONTENT, ANTIOXIDANT PROPERTIES, ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL ACTIVITY AGAINST *Fusarium* sp. AND *Colletotrichum* sp. OF DIFFERENT PARTS FROM THREE ANNONACEAE SPECIES

Nguyễn Cường Quốc¹, Lê Đăng Quang², Nguyễn Trọng Tuấn¹,
Trần Duy Khang³, Nguyễn Duy Tuấn⁴, Trần Quang Đệ^{1,*}

DOI: <http://doi.org/10.57001/huiv5804.2025.147>

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đánh giá hàm lượng phenolic, hoạt tính chống oxi hóa, kháng nấm và kháng khuẩn của các cao chiết từ ba loài thuộc họ na (Annonaceae) gồm *Annona glabra* L., *Annona squamosa* L. và *Annona muricata* L.. Hàm lượng phenolic của các bộ phận khác nhau các cao chiết Annonaceae dao động từ $34,05 \pm 0,06$ đến $97,92 \pm 1,08$ mg GAE/g cao chiết. Cao chiết vỏ *A. muricata* cho thấy hoạt tính trung hoà gốc tự do DPPH[•] mạnh nhất ($EC_{50} = 82,10 \pm 0,14 \mu\text{g/mL}$), trong khi cao chiết rễ cây *A. glabra* ($EC_{50} = 43,50 \pm 0,05 \mu\text{g/mL}$) và cao chiết thân cây *A. squamosa* ($EC_{50} = 46,36 \pm 0,13 \mu\text{g/mL}$) có hiệu quả nhất trong các xét nghiệm ABTS^{•+}. Cao chiết thân và vỏ cây *A. glabra* thể hiện khả năng khử sắt cao với EC_{50} tương ứng $41,9 \pm 0,03$ và $51,80 \pm 0,28 \mu\text{g/mL}$. Ở nồng độ 1,0 mg/mL, tất cả các cao chiết từ các bộ phận khác nhau của Annonaceae đều ức chế sinh trưởng nấm *Fusarium* sp. và *Colletotrichum* sp. trên 70%. Đáng chú ý, cao chiết thân *A. glabra* ức chế hiệu quả cả hai loại nấm ở nồng độ 0,5 mg/mL, với tỷ lệ ức chế là 70,08 % đối với *Fusarium* sp. và 74,35% đối với *Colletotrichum* sp. Ngoài ra, cao chiết vỏ cây *A. squamosa* cho thấy hoạt tính kháng khuẩn đáng kể đối với *S. aureus* ($IC_{50} = 40,00 \pm 2,98 \mu\text{g/mL}$, MIC = 64 $\mu\text{g/mL}$), *L. fermentum* ($IC_{50} = 40,00 \pm 2,78 \mu\text{g/mL}$, MIC = 64 $\mu\text{g/mL}$) và *B. subtilis* ($IC_{50} = 38,19 \pm 2,90 \mu\text{g/mL}$, MIC = 64 $\mu\text{g/mL}$). Những phát hiện này làm nổi bật tiềm năng của ba giống cây họ Na này như một nguồn tài nguyên thiên nhiên có giá trị cho các ứng dụng trong phối chế các chế phẩm chống oxi hóa, kháng nấm và kháng khuẩn.

Từ khóa: Annonaceae, chống oxi hoá, kháng khuẩn, kháng nấm, phenolic.

ABSTRACT

This study evaluated the phenolic content, antioxidant, antifungal, and antibacterial activities of extracts from three Annonaceae species (*Annona glabra* L., *Annona squamosa* L. and *Annona muricata* L.). Phenolic content of different parts Annonaceae extracts ranged from 34.05 to 97.92 mg GAE/g extract. The bark extract of *A. muricata* showed the strongest DPPH antioxidant activity ($EC_{50} = 82.1 \pm 0.14 \mu\text{g/mL}$), while the root extract of *A. glabra* ($EC_{50} = 43.5 \pm 0.05 \mu\text{g/mL}$) and stem extract of *A. squamosa* ($EC_{50} = 46.36 \pm 0.13 \mu\text{g/mL}$) were most effective in ABTS assays. The stem and bark extract of *A. glabra* exhibited high ferric-reducing power ($EC_{50} = 41.90 \pm 0.03$ and $51.80 \pm 0.28 \mu\text{g/mL}$, respectively). At 1.0 mg/mL, all different parts extracts of Annonaceae were inhibited *Fusarium* sp. and *Colletotrichum* sp. by over 70%. Notably, the stem extract of *A. glabra* inhibited both fungi effectively at 0.5 mg/mL, with inhibition rates of 70.08% for *Fusarium* sp. and 74.35% for *Colletotrichum* sp. Additionally, *A. squamosa* bark extracts showed significant antibacterial activity against *S. aureus* ($IC_{50} = 40.00 \pm 2.98 \mu\text{g/mL}$, MIC = 64 $\mu\text{g/mL}$), *L. fermentum* ($IC_{50} = 40.00 \pm 2.78 \mu\text{g/mL}$, MIC = 64 $\mu\text{g/mL}$), and *B. subtilis* ($IC_{50} = 38.19 \pm 2.90 \mu\text{g/mL}$, MIC = 64 $\mu\text{g/mL}$). These findings highlight the potential of this three Annonaceae species as valuable natural resources for antioxidant, antifungal, and antibacterial applications.

Keywords: Annonaceae, antioxidant, antibacterial, antifungal, phenolic content.

¹Bộ môn Khoa học Sức khỏe, Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

²Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³Trường Đại học Nam Cần Thơ

*Email: tqde@ctu.edu.vn

Ngày nhận bài: 24/02/2025

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 22/5/2025

Ngày chấp nhận đăng: 28/5/2025

1. GIỚI THIỆU

Ngày xưa, ông cha ta đã biết sử dụng cây cỏ trong thiên nhiên để làm thuốc chữa bệnh. Đến thời điểm hiện tại, cùng với sự phát triển không ngừng của khoa học kỹ thuật, các nhà khoa học đã tổng hợp được nhiều dược phẩm có cấu trúc hóa học tương tự các hợp chất có trong thực vật để điều trị hầu hết các chứng bệnh của con người, động vật và thực vật [1-5]. Tuy nhiên dù có hiệu quả cao nhưng các loại thuốc tổng hợp ít nhiều cũng có chứa những tác dụng phụ hoặc thường độc hại đến môi trường và động vật thủy sinh [6, 7].

Họ Na (Annonaceae) là một họ thực vật nhiệt đới nổi bật với sự đa dạng sinh học và giá trị dược liệu cao, được khai thác rộng rãi trong các nghiên cứu y học và nông nghiệp [8, 9]. Với thành phần hóa học phong phú, đặc biệt là các hợp chất phenolic, các loài thực vật thuộc họ Na mang lại tiềm năng lớn trong việc cung cấp các hợp chất tự nhiên có hoạt tính sinh học mạnh [10-12]. Các hợp chất phenolic trong thực vật được biết đến như những chất chống oxy hóa vượt trội, đồng thời đóng vai trò quan trọng trong hoạt tính kháng khuẩn và kháng nấm [13, 14]. Chính những đặc điểm này đã khiến họ Na trở thành một nhóm thực vật được quan tâm sâu rộng trong nghiên cứu khoa học, nhằm khai thác tiềm năng ứng dụng trong thực phẩm chức năng, dược liệu và nguyên liệu chính cho các chế phẩm kiểm soát sinh học.

Nghiên cứu này tập trung phân tích hàm lượng phenolic, đặc tính chống oxy hóa, hoạt tính kháng khuẩn và khả năng kháng nấm của các bộ phận (lá, thân, vỏ, rễ) từ ba giống cây họ Na phổ biến là Bình bát (*Annona glabra* L.) [12], Na (*Annona squamosa* L.) [11] và Mãng cầu Xiêm (*Annona muricata* L.) [10]. Đặc biệt, khả năng kháng nấm chống lại hai loại nấm gây bệnh thực vật quan trọng, *Fusarium* sp. và *Colletotrichum* sp. sẽ được chú trọng. *Fusarium* sp. và *Colletotrichum* sp. là những tác nhân gây thiệt hại lớn trong sản xuất nông nghiệp, làm suy giảm năng suất cây trồng và ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm [15]. Sự phát triển của các chất kháng nấm có nguồn gốc tự nhiên từ thực vật như họ Na không chỉ cung cấp giải pháp thay thế an toàn hơn so với hóa chất tổng hợp, mà còn giảm thiểu tác động tiêu cực lên môi trường.

Kết quả từ nghiên cứu này mở ra hướng mới trong việc ứng dụng nguồn tài nguyên thực vật nhiệt đới phong phú có sẵn tại Việt Nam vào các giải pháp bền vững và an toàn, phục vụ cho các mục tiêu y tế, nông nghiệp và bảo vệ môi trường.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Các bộ phận (rễ, thân và lá) của cây Na (*Annona squamosa* L.) và Mãng cầu Xiêm (*Annona muricata* L.)

được thu tại tỉnh Hậu Giang, Bình bát (*Annona glabra* L.) được thu tại thành phố Bến Tre. Cả ba cây đều được định danh bởi TS. DS Thái Thị Cẩm (chuyên ngành Dược học cổ truyền, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành). Mẫu được đem rửa sạch, loại bỏ những thành phần hư, xấu, để ráo nước, đem tách riêng từng bộ phận và thái lát, sau đó đem phơi trong bóng râm đến khi khô. Các dung môi được sử dụng từ Chemsol (Việt Nam). Chủng nấm *Fusarium* sp. được phân lập từ dưa lưới và *Colletotrium* sp. được phân lập từ quả ớt bệnh thán thư, chúng được cung cấp bởi Viện Công nghệ Sinh học - Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ. Các chủng vi khuẩn *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus fermentum*, *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* và *Pseudomonas aeruginosa* được cung cấp từ ATCC.

2.2. Điều chế cao chiết

Các bộ phận được cho vào túi vải, buộc kín miệng và cho vào bình lớn có nắp đậy. Cho ethanol 96% (EtOH) vào bình cho đến xấp xỉ bề mặt của túi vải. Để yên ở nhiệt độ phòng trong 1 tuần, để cho dung môi xuyên thấm vào túi vải và hòa tan các hợp chất có trong dược liệu. Dịch chiết sau đó được lọc qua giấy lọc Whatman, cô đuổi dung môi thu được cao chiết EtOH. Các cao chiết sau đó được bảo quản trong tủ mát ở 0 - 5°C. Các cao chiết này được sử dụng trực tiếp cho các thí nghiệm tiếp theo trong nghiên cứu này.

2.3. Hàm lượng phenolic

Nghiên cứu hàm lượng phenolic được thực hiện tương tự như các nghiên cứu trước đây [16]. Cụ thể, hút 1,0 mL mẫu thử, thêm vào 5,0mL thuốc thử Folin-Ciocalteu 10%. Sau 4 phút, thêm 4,0mL Na_2CO_3 7,5% lắc đều, để yên 60 phút ở nhiệt độ phòng, sau đó đo mật độ quang ở bước sóng 765nm. Gallic acid được sử dụng làm chất chuẩn, kết quả biểu thị bằng miligam đương lượng gallic acid (mg GAE)/g cao. Mỗi mẫu tiến hành 3 lần và lấy kết quả trung bình.

2.4. Khảo sát hoạt tính kháng oxy hóa

Phương pháp trung hòa gốc tự do DPPH

Nghiên cứu được thực hiện tương tự như nghiên cứu trước đây [17, 18]. Cụ thể, hỗn hợp phản ứng gồm 0,5mL DPPH $\cdot$ ($6 \times 10^{-4}\text{M}$) và 0,5mL mẫu thử ở 12 nồng độ được pha loãng bậc hai từ nồng độ ban đầu 1000 $\mu\text{g/mL}$ đến nồng độ cuối đạt 0,488 $\mu\text{g/mL}$. Hỗn hợp phản ứng được ủ trong tối ở nhiệt độ phòng trong 30 phút, sau đó đo mật độ quang ở bước sóng 517nm. Chất đối chứng được sử dụng là quercetin. Tỷ lệ giảm độ hấp thụ quang phổ của DPPH $\cdot$ ở bước sóng 517nm khi có và không có chất kháng oxy hóa được xác định để tính hiệu suất phản ứng. Hiệu

quả chống oxi hóa được tính toán dựa vào phương trình đường cong phi tuyến tính.

Phương pháp trung hòa gốc tự do ABTS^{•+}

Nghiên cứu được thực hiện tương tự như nghiên cứu trước đây [18]. Dung dịch ABTS^{•+} được chuẩn bị bằng cách hòa 2,0mL dịch ABTS nồng độ 7mM với 2,0mL K₂S₂O₈ nồng độ 2,45mM. Ủ dung dịch trong tối khoảng 12 giờ, sau đó, điều chỉnh độ hấp thụ quang phổ của dung dịch ở bước sóng 734nm đến 0,7. Dung dịch này dùng cho thử nghiệm. Hỗn hợp phản ứng gồm 0,5mL ABTS^{•+} và 0,5mL mẫu thử, được ủ ở nhiệt độ phòng trong 30 phút. Sau đó đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 734nm. Hiệu quả chống oxi hóa được tính toán dựa vào phương trình đường cong phi tuyến tính. Chất đối chứng được sử dụng là quercetin.

Phương pháp khử sắt

Nghiên cứu được thực hiện tương tự như nghiên cứu trước đây [17, 18]. Cụ thể, hỗn hợp phản ứng gồm 500μL mẫu thử ở các nồng độ khác nhau, 500μL đệm phosphat 0,2M pH 6,6 và 0,5mL K₃Fe(CN)₆ 1% được ủ ở 50°C trong 20 phút, thêm 500μL CCl₃COOH 10%, để yên 10 phút. Hút 500μL lớp trên vào tuýp mới, thêm 500μL nước cất và 100μL FeCl₃ 0,1%, lắc đều. Đo mật độ quang ở bước sóng 700nm. Chất đối chứng được sử dụng là quercetin.

2.5. Khảo sát hoạt tính kháng nấm

Hoạt tính kháng nấm bệnh được thực hiện tương tự như các nghiên cứu trước đây [8, 15, 19]. Cụ thể, đĩa petri được đổ vào 20mL hỗn hợp môi trường PDA nóng đã được khử trùng và dung dịch mẫu thử có nồng độ xác định. Sau đó, một khoanh thạch nấm đường kính 4mm, được đặt vào giữa đĩa petri. Tiến hành quan sát khả năng sinh trưởng của nấm bệnh, từ đó tính hiệu quả phòng trừ theo công thức:

$$H = (A-B)/(A-4) \times 100$$

Trong đó:

A là đường kính phát triển của mẫu nấm ở đối chứng âm (mm);

B là đường kính phát triển của nấm ở mẫu thử (mm);

4 là đường kính khoanh thạch (mm).

Thuốc trừ bệnh Score[®] 250EC (Syngenta) với hoạt chất difenoconazole được sử dụng làm đối chứng.

2.6. Khảo sát hoạt tính kháng khuẩn

Mẫu thử được pha loãng trong DMSO và nước cất tiệt trùng thành một dãy 5 đến 10 nồng độ. Nồng độ thử cao nhất của cao chiết trong thử nghiệm là 256μg/mL được pha loãng bậc 4 thành 8 điểm nồng độ. Vi sinh vật kiểm

định được lưu giữ ở -80°C. Trước khi thí nghiệm, vi sinh vật kiểm định được hoạt hóa bằng môi trường nuôi cấy sao cho nồng độ vi khuẩn đạt 5×10⁵CFU/mL. Lấy 10μL dung dịch mẫu thử ở các nồng độ vào đĩa 96 giếng, thêm 190μL dung dịch vi khuẩn đã được hoạt hóa ở trên, ủ ở 37°C/16 - 24 giờ. Giá trị MIC được xác định tại giếng có nồng độ chất thử thấp nhất ức chế hoàn toàn sự phát triển của vi sinh vật.

2.7. Xử lý số liệu

Kết quả trình bày ở dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Số liệu được phân tích thống kê bằng ANOVA và SPSS.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hàm lượng phenolic của các bộ phận ba cây họ Na

Hàm lượng phenolic được tính toán dựa trên đường chuẩn $y = 0,0098x - 0,1213$ ($R^2 = 0,9928$) được xây dựng từ các điểm nồng độ (20 - 120μg/mL) của galic acid.

Qua khảo sát hàm lượng phenolic của các bộ phận vỏ, thân, lá, rễ trên ba mẫu cây họ Annonaceae trồng tại vùng Đồng bằng Sông Cửu Long, kết quả cho thấy các mẫu cao chiết *A. muricata* (lá, vỏ, rễ) có hàm lượng phenolic cao hơn so với *A. squamosa* và *A. glabra*. Cụ thể, cao chiết lá *A. muricata* có hàm lượng phenolic là $97,92 \pm 1,08$ mgGAE/g cao chiết, cao hơn 39,04 và 15,21mgGAE so với cao chiết lá *A. squamosa* và *A. glabra*; mẫu cao vỏ *A. muricata* có hàm lượng phenolic chiếm $96,65 \pm 0,16$ mgGAE/g cao chiết, cao hơn 59,79 và 62,6mgGAE so với cao chiết vỏ *A. squamosa* và *A. glabra*; mẫu cao rễ *A. muricata* có hàm lượng phenolic chiếm $94,97 \pm 0,47$ mgGAE/g cao chiết, cao hơn 24,05 và 52,64mgGAE so với cao chiết rễ từ *A. squamosa* và *A. glabra* (bảng 1). Đặc biệt, mẫu cao từ thân *A. glabra* ($94,29 \pm 0,14$ mgGAE/g cao chiết) cho thấy hàm lượng phenolic cao hơn 33,47mgGAE ở thân *A. squamosa* và 16,75mgGAE thân *A. muricata*. Trong nghiên cứu gần đây, các hợp chất có hoạt tính sinh học từ lá bình bát (*A. glabra*) được ly trích hiệu quả bằng dung môi có độ phân cực khác nhau: hexane, hỗn hợp hexane: ethyl acetate (1:1) và ethyl acetate, thông qua phương pháp tách chiết lỏng - lỏng, xác định sự có mặt của steroid, triterpenoid, phenolic, quinone, tannin, flavonoid, carotenoid, saponin và alkaloid [20]. Hàm lượng polyphenol tổng cao nhất đạt 160mg GAE/g chiết xuất và saponin tổng cao nhất đạt 84,68mg/g chiết xuất. Phân tích định tính về thành phần hóa học thực vật cũng cho thấy sự hiện diện của glycosides, flavonoid, phenol, tannin, saponin, alkaloid, carbohydrate và steroid trong các chiết xuất methanol, chloroform và nước của lá *A. squamosa* từ Karnataka, Ấn Độ [21].

Bảng 1. Hàm lượng phenolic (mgGAE/g và %/g cao) của cao chiết từ các bộ phận ba cây họ Na (Annonaceae)

Mẫu cây	<i>Annona glabra</i> L.		<i>Annona squamosa</i> L.		<i>Annona muricata</i> L.	
	mgGAE/g	%/g cao	mgGAE/g	%/g cao	mgGAE/g	%/g cao
Lá	82,71 ±0,34	4,14 ±0,02	58,88 ±0,04	2,94 ±0,00	97,92 ±1,08	4,89 ±0,05
Thân	94,29 ±0,14	4,71 ±0,01	60,82 ±0,02	3,04 ±0,00	77,54 ±0,27	3,87 ±0,01
Vỏ	34,05 ±0,06	1,70 ±0,00	36,86 ±0,09	1,84 ±0,00	96,65 ±0,16	4,83 ±0,01
Rễ	42,33 ±0,00	2,11 ±0,00	70,92 ±0,03	3,54 ±0,00	94,97 ±0,47	4,74 ±0,02

3.2. Khả năng chống oxi hoá của các bộ phận ba cây họ Na

Hoạt tính chống oxi hóa của ba loài Annonaceae được đánh giá thông qua ba phương pháp thử nghiệm phổ biến là trung hoà gốc tự do DPPH[•], ABTS^{•+} và năng lực khử sắt. Kết quả cho thấy có sự khác biệt rõ rệt trong khả năng chống oxi hóa giữa các bộ phận khác nhau của cây và giữa các loài.

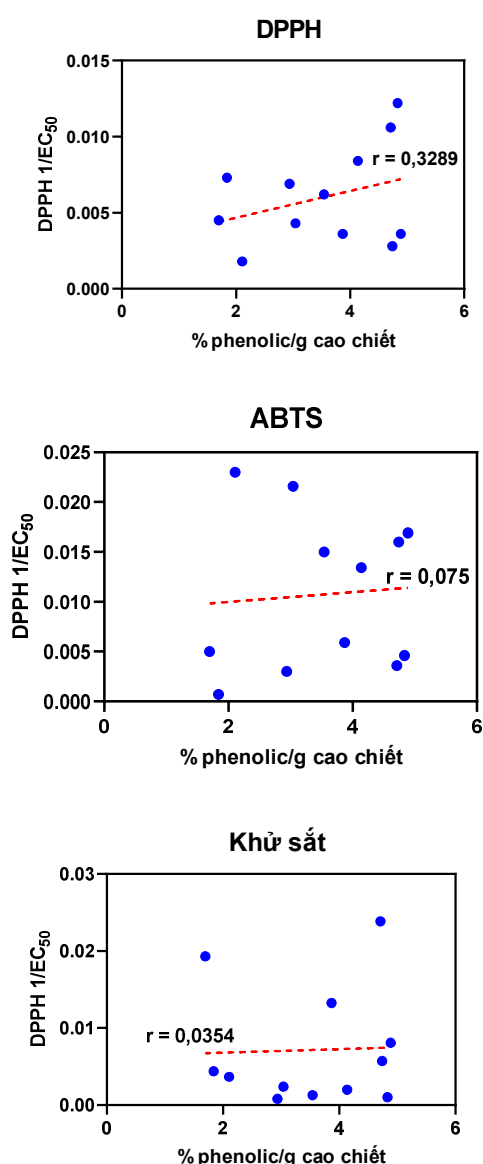
Trong thử nghiệm trung hoà gốc tự do DPPH[•] (bảng 2), cao chiết ethanol từ vỏ của *A. muricata* thể hiện hoạt tính mạnh nhất với giá trị EC₅₀ là 82,10 ± 0,14 µg/mL, vượt trội so với các bộ khác của *A. squamosa* và *A. muricata* vốn đều có khả năng chống oxi hoá (EC₅₀ < 550 µg/mL). Ngoài ra, cao chiết ethanol thân của *A. glabra* thể hiện hoạt tính chống oxi hoá tốt với giá trị EC₅₀ là 94,50 ± 0,01 µg/mL.

Trong khi đó, ở thử nghiệm trung hoà gốc tự do ABTS^{•+} (bảng 2), rễ của *A. glabra* (EC₅₀ = 43,52 ± 0,05 µg/mL) và thân *A. squamosa* (EC₅₀ = 46,36 ± 0,13 µg/mL) cho thấy hiệu quả mạnh nhất, mặc dù hoạt tính trong thử nghiệm trung hoà gốc tự do DPPH[•] của chúng lại thấp hơn đáng kể (EC₅₀ tương ứng là > 500 và 231,50 ± 0,07 µg/mL).

Trong thử nghiệm năng lực khử sắt (bảng 3), thân và vỏ của *A. glabra* cho thấy hiệu quả chống oxi hoá mạnh hơn vượt trội so với các bộ phận khác của *A. squamosa* và *A. muricata* với giá trị EC₅₀ tương ứng 41,90 ± 0,03 và 51,80 ± 0,28 µg/mL.

Từ các thí nghiệm trên, có thể thấy rằng lá, thân và vỏ của *A. glabra* thể hiện hiệu quả chống oxi hóa đáng chú ý hơn *A. squamosa* và *A. muricata*. Điều này cho thấy đây là một nguồn nguyên liệu tiềm năng về hoạt tính chống oxi hóa tự nhiên cần được nghiên cứu trong tương lai.

Nghiên cứu tiếp theo nên tập trung vào việc phân lập và xác định các hợp chất chịu trách nhiệm chính cho hoạt tính chống oxi hóa, cũng như đánh giá hiệu quả sinh học của chúng. Hoạt tính chống oxi hóa quan sát được trong các mẫu thực vật có thể được quy cho sự hiện diện của một số thành phần nhất định, đặc biệt là các hợp chất phenolic. Tuy nhiên, phân tích tương quan Pearson được quan sát thấy tương đối thấp ($r = 0,0354 - 0,3289$) giữa hàm lượng phenolic và hoạt tính chống oxi hoá (hình 1), do đó có thể kết luận rằng hoạt tính chống oxi hoá của các bộ phận từ các bộ phận của ba cây họ Na gây ra có thể không xuất phát từ các hợp chất phenolic hiện diện trong cao chiết.



Hình 1. Biểu đồ phân tích tương quan Pearson giữa hàm lượng phenolic và khả năng chống oxi hoá của các cao chiết ethanol từ các cây họ Na (*A. glabra*, *A. squamosa* và *A. muricata*)

Bảng 2. Hiệu quả chống oxi hoá (EC_{50} , $\mu\text{g/mL}$) của cao chiết từ ba cây họ Na bằng phương pháp trung hoà gốc tự do DPPH[•] và ABTS^{•+}

	<i>Annona glabra</i> L.		<i>Annona squamosa</i> L.		<i>Annona muricata</i> L.	
Phép thử	DPPH	ABTS	DPPH	ABTS	DPPH	ABTS
Lá	119,30 $\pm 0,35$	74,60 $\pm 0,11$	144,70 $\pm 0,42$	331,60 $\pm 0,92$	279,80 $\pm 0,14$	59,08 $\pm 0,13$
Thân	94,50 $\pm 0,01$	274,20 $\pm 1,06$	231,50 $\pm 0,07$	46,36 $\pm 0,13$	281,40 $\pm 0,28$	168,70 $\pm 0,49$
Vỏ	220,20 $\pm 0,07$	199,70 $\pm 0,28$	137,70 $\pm 0,28$	>500	82,10 $\pm 0,141$	217,60 $\pm 0,05$
Rễ	>500	43,52 $\pm 0,05$	161,80 $\pm 0,14$	66,40 $\pm 0,2970$	356,60 $\pm 0,42$	62,69 $\pm 0,05$
Quercetin	10,70 $\pm 0,01$	1,10 $\pm 0,01$				

Quercetin được sử dụng làm đối chứng.

Bảng 3. Hiệu quả chống oxi hoá (EC_{50} , $\mu\text{g/mL}$) của cao chiết từ ba cây họ Na bằng phương pháp khử sắt

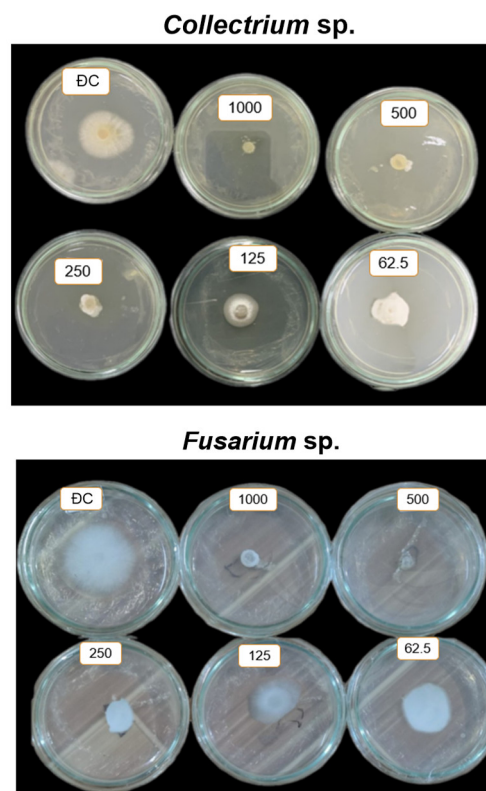
	<i>Annona glabra</i> L.	<i>Annona squamosa</i> L.	<i>Annona muricata</i> L.
Lá	505,70 $\pm 0,11$	>1000	123,80 $\pm 0,00$
Thân	41,90 $\pm 0,03$	417,80 $\pm 0,13$	75,40 $\pm 0,02$
Vỏ	51,80 $\pm 0,28$	228,00 $\pm 0,57$	986,10 $\pm 0,05$
Rễ	272,60 $\pm 0,05$	775,40 $\pm 0,30$	174,80 $\pm 0,05$
Quercetin	12,70 $\pm 0,00$		

Quercetin được sử dụng làm đối chứng.

Khả năng kháng oxi hóa của các cao chiết lá Bình bát (*A. glabra*) ở thành phố Cần Thơ qua khả năng khử gốc tự do DPPH, H_2O_2 và ion Fe^{3+} với giá trị IC_{50} lần lượt là 3,34 $\mu\text{g/mL}$; 49 $\mu\text{g/mL}$ và 19,7 $\mu\text{g/mL}$ [20]. Qua nghiên cứu cho thấy rằng độ phân cực của dung môi ảnh hưởng đến hàm lượng các hợp chất thực vật được ly trích và khả năng kháng oxi hóa của cao chiết. Các nghiên cứu trên lá *A. squamosa* cho thấy chiết xuất methanol (EC_{50} = 342,5 $\mu\text{g/mL}$) cho thấy hiệu quả trung hoà gốc tự do tương đương với chiết xuất từ nước (EC_{50} = 439,6 $\mu\text{g/mL}$) [21]. Nghiên cứu khác trên lá *A. squamosa* cho thấy hiệu quả chống oxi hóa khác nhau đáng kể được tìm thấy theo thứ tự sau: chiết xuất acetone, chiết xuất methanol, chiết xuất ethanol, và chiết xuất nước [22]. Kết quả về tổng hàm lượng phenolic và hiệu quả chống oxi hóa chỉ ra rằng hầu hết các hợp chất phenolic và chất chống oxi hóa mạnh

trong lá *A. squamosa* đều hòa tan trong acetone. Hệ số tương quan giữa hiệu quả chống oxi hóa và tổng hàm lượng phenolic được tìm thấy là 0,89 cho thấy hợp chất phenolic của chiết xuất đóng góp 89% vào tổng hoạt tính chống oxi hóa [22].

3.3. Khả năng kháng nấm chống lại *Fusarium* sp. và *Colletotrium* sp.



Hình 2. Khả năng ức chế nấm *Colletotrichum* sp. và *Fusarium* sp. của cao chiết ethanol thân *Annona glabra* ở các nồng độ thử nghiệm 62,5 đến 1000 $\mu\text{g/mL}$

Fusarium sp. và *Colletotrichum* sp. là hai loại nấm gây bệnh thực vật, trong nghiên cứu gần đây, chúng tôi đã chứng minh hiệu quả đáng ngạc nhiên của cao chiết từ hạt của *A. glabra*, *A. squamosa* và *A. muricata* cho ức chế đáng kể hai loại nấm bệnh này [8]. Do đó, trong nghiên cứu này, các bộ phận rễ, thân, lá và vỏ của ba cây họ Na này tiếp tục được đánh giá hiệu quả chống lại *Fusarium* sp. và *Colletotrichum* sp. Kết quả cho thấy cao chiết thân *A. glabra* cho hiệu quả ức chế phát triển cả hai chủng nấm *Fusarium* sp. (70,08%) và *Colletotrichum* sp. (74,35%) ở nồng độ thử nghiệm 0,5mg/mL (hình 2). Cao chiết lá *A. muricata* cho hiệu quả ức chế *Fusarium* sp. (47,08%) và *Colletotrichum* sp. (49,47%) yếu nhất ở nồng độ thử nghiệm 0,5mg/mL. Đặc biệt, tất cả các cao chiết được thử nghiệm tại nồng độ 1,0mg/mL đều cho thấy hiệu quả ức chế sự phát triển *Fusarium* sp. và *Colletotrichum* sp. lớn hơn 70%

(bảng 4, 5). Nổi bật như cao chiết (lá, thân, vỏ) *A. glabra* ức chế *Fusarium* sp. đạt 81,18 - 83,80%, cao chiết rễ *A. squamosa* ức chế đạt 80,00%, trong khi đó cao chiết từ các bộ phận *A. muricata* ức chế sự phát triển nấm *Fusarium* sp. đạt dao động từ 70,37 đến 74,15%. Đối với sự phát triển *Colletotrichum* sp. các cao chiết (lá, thân) *A. glabra* cho thấy ức chế mạnh đạt 81,88 đến 85,38%, còn lại các cao chiết từ các bộ phận khác của *A. squamosa* và *A. muricata* cho thấy ức chế dao động từ 70,9% đến 79,59% tại nồng độ thử nghiệm 1,0mg/mL.

Lá của *A. squamosa* có hoạt tính kháng nấm tiềm năng đối với cả nấm chủng nấm gây bệnh *Alternaria alternata*, *Candida albicans*, *Fusarium solani*, *Microsporum canis* và *Aspergillus niger*. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng chiết xuất methanol đều cho thấy tác dụng gần như tương tự đối với *A. alternata*, *C. albicans* và *F. solani* (hình 2^a-2C, tương ứng) với tỷ lệ ức chế lần lượt là 34,33%; 43,08% và 60,42% ở nồng độ 1mg/mL và 74,63%; 70,77% và 97,92% ở nồng độ 2mg/mL chiết xuất bằng methanol [21].

Từ các kết quả nghiên cứu này, có thể thấy rằng cao chiết từ thân của *A. glabra* là ứng cử viên tiềm năng là hoạt chất chính trong các nghiên cứu bào chế các chế phẩm diệt nấm thân thiện với môi trường tương tự như các nghiên cứu gần đây [15, 19].

Bảng 4. Hiệu quả ức chế (%) sự phát triển nấm *Fusarium* sp. của các cao chiết từ các bộ phận ba cây họ Na

Mẫu cây	<i>Annona glabra</i> L.		<i>Annona squamosa</i> L.		<i>Annona muricata</i> L.	
	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0
Lá	68,082 ±0,82	81,18 ±2,16	60,25 ±2,37	75,95 ±1,88	47,08 ±1,85	70,37 ±2,84
Thân	70,08 ±1,00	83,80 ±2,00	57,69 ±5,12	77,44 ±3,31	57,81 ±1,11	74,15 ±4,25
Vỏ	61,22 ±0,77	82,65 ±1,14	53,16 ±4,02	79,74 ±2,15	59,36 ±5,65	73,84 ±2,61
Rễ	61,36 ±6,72	79,55 ±1,63	61,00 ±1,86	80,00 ±2,77	57,68 ±1,20	73,84 ±2,07
Score 250EC (0,25 mg/mL)			69,44±2,75			

Thuốc trị nấm bệnh Score 250EC được sử dụng làm đối chứng.

Bảng 5. Hiệu quả ức chế (%) sự phát triển nấm *Colletotrichum* sp. của các cao chiết từ các bộ phận ba cây họ Na

Mẫu cây Thông số	<i>Annona glabra</i> L.		<i>Annona squamosa</i> L.		<i>Annona muricata</i> L.	
	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0

Lá	71,06 ±1,77	81,88 ±2,81	56,96 ±2,66	76,46 ±0,99	49,47 ±0,35	70,90 ±2,78
Thân	74,35 ±1,23	85,38 ±2,57	62,82 ±1,14	78,21 ±1,42	57,81 ±3,48	76,59 ±2,79
Vỏ	64,29 ±2,26	79,59 ±2,53	53,42 ±3,65	74,74 ±4,29	54,93 ±0,24	75,86 ±0,09
Rễ	56,82 ±0,82	77,95 ±2,50	61,40 ±0,41	77,60 ±0,82	55,08 ±2,12	75,65 ±0,76
Score 250EC (0,25 mg/mL)			63,89±0,79			

Thuốc trị nấm bệnh Score 250EC được sử dụng làm đối chứng.

3.4. Khả năng kháng khuẩn của cao chiết ethanol vỏ *Annona squamosa* L.

Tiếp nối các nghiên cứu trước đây của chúng tôi về hoạt tính sinh học và ứng dụng của *A. squamosa* trong nông nghiệp và đời sống, nghiên cứu này đã tiến hành đánh giá hiệu quả kháng khuẩn của cao chiết ethanol từ vỏ của *A. squamosa* chống lại 6 chủng vi khuẩn bao gồm: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus fermentum*, *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* và *Pseudomonas aeruginosa*.

Kết quả cho thấy, cao cao chiết ethanol từ vỏ của *A. squamosa* không gây ảnh hưởng đến các chủng vi khuẩn Gram âm ($IC_{50} > 256 \mu\text{g/mL}$), trong khi đó các khuẩn Gram dương bị ức chế đáng kể (bảng 6). Cụ thể, cao chiết vỏ của *A. squamosa* ức chế khuẩn *S. aureus* ($IC_{50} = 40,00 \pm 2,98 \mu\text{g/mL}$, MIC = $64 \mu\text{g/mL}$), *L. fermentum* ($IC_{50} = 40,00 \pm 2,78 \mu\text{g/mL}$, MIC = $64 \mu\text{g/mL}$), *B. subtilis* ($IC_{50} = 38,19 \pm 2,90 \mu\text{g/mL}$, MIC = $64 \mu\text{g/mL}$) gần như tương đương nhau. Đặc biệt, tại nồng độ thử nghiệm $64 \mu\text{g/mL}$ cao chiết vỏ của *A. squamosa* cho thấy ức chế 100% cả ba chủng vi khuẩn Gram dương được thử nghiệm. Khả năng kháng thuốc của vi khuẩn gram âm có thể là do cấu trúc thành tế bào của nó [23]. Vi khuẩn Gram âm thường có khả năng kháng thuốc kháng sinh có nguồn gốc thực vật cao hơn so với vi khuẩn Gram dương. Điều này chủ yếu do cấu trúc màng tế bào của chúng. Vi khuẩn Gram âm sở hữu lớp màng ngoài lipid kép bao bọc bên ngoài lớp peptidoglycan, đóng vai trò như một hàng rào chọn lọc, ngăn chặn sự xâm nhập của nhiều loại hợp chất kháng sinh [23].

Ở Ấn Độ, *A. squamosa* thường được dùng làm thuốc y học cổ truyền để điều trị nhiều loại bệnh. Tính chất kháng khuẩn của chiết xuất từ lá, thân và rễ cây *A. squamosa* đã được nghiên cứu trên hai chủng vi khuẩn gram dương *B. subtilis* và *S. aureus* và hai chủng vi khuẩn gram âm *E. coli*

và *P. aeruginosa* bằng phương pháp khuếch tán giếng thạch. Các thành phần kháng khuẩn được chiết xuất tuần tự bằng các dung môi như hexan, clorofom, etyl axetat, metanol và dung dịch nước, kết quả thấy rằng chiết xuất rễ cây *A. squamosa* thể hiện hoạt tính kháng khuẩn cao hơn so với chiết xuất lá và thân [23].

Tóm lại, nghiên cứu về khả năng kháng khuẩn của cao chiết ethanol từ vỏ của *A. squamosa* cung cấp thêm dữ liệu và ứng dụng đa dạng của *A. squamosa*, hỗ trợ khẳng định thêm về tính hữu hiệu và đa dạng của *A. squamosa* như nguồn dược liệu, nguyên liệu đa dạng có sẵn từ tự nhiên.

Bảng 6. Khả năng kháng khuẩn của cao chiết ethanol vỏ *Annona squamosa* L.

	Khuẩn Gram dương			Khuẩn Gram âm		
	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>L. fermentum</i>	<i>S. enterica</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
IC ₅₀ (µg/mL)						
Mẫu thử	40,00 ±2,98	38,19 ±2,90	40,00 ±2,78	>256	>256	>256
Ampicillin	0,02 ±0,005	3,62 ±0,15	1,03 ±0,07	—	—	—
Cefotaxime	—	—	—	0,43 ±0,05	0,007 ±0,02	4,34 ±0,15
MIC (µg/mL)						
Mẫu thử	64,0	64,0	64,0	>256	>256	>256
Ampicillin	0,125	32,0	32,0	—	—	—
Cefotaxime	—	—	—	32,0	0,5	8,0

Ampicilin và cefotaxime được sử dụng làm đối chứng.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã chứng minh hàm lượng phenolic dồi dào trong các bộ phận khác nhau của ba giống cây thuộc họ Na (Annonaceae), đồng thời chỉ ra sự khác biệt về mối tương quan giữa hàm lượng phenolic và đặc tính chống oxi hóa mạnh của chúng. Các kết quả thử nghiệm cho thấy các cao chiết từ lá, vỏ và rễ đều có khả năng kháng oxi hóa đáng kể, hỗ trợ tiềm năng ứng dụng trong các lĩnh vực thực phẩm chức năng và dược liệu.

Đặc biệt, nghiên cứu đã xác định hiệu quả kháng nấm đáng chú ý của các cao chiết này đối với hai loại nấm gây hại, *Fusarium* sp. và *Colletotrichum* sp., cao chiết thân *A. glabra* cho thấy hiệu quả mạnh mẽ. Ngoài ra, nghiên cứu về hoạt tính kháng khuẩn của vỏ *A. squamosa* mở ra hướng nghiên cứu thêm về các hợp chất hoạt tính sinh học tiềm năng hiện trong mẫu cao chiết. Những phát hiện này không chỉ góp phần làm sáng tỏ giá trị sinh học

của ba loài cây họ Na này mà còn đặt nền móng cho việc khai thác nguồn tài nguyên tự nhiên này trong việc phòng ngừa và kiểm soát các bệnh nhiễm trùng do nấm, cũng như ứng dụng trong các chế phẩm sinh học thân thiện môi trường.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo (Mã số đề tài: B2024-TCT-02). Nhóm nghiên cứu chân thành cảm ơn PGS. TS. Đỗ Tấn Khang (Viện Công nghệ sinh học -Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ) đã hỗ trợ các chủng nấm bệnh thực vật. Nhóm nghiên cứu cũng chân thành cảm ơn hai em sinh viên Ngô Thị Thu Lành và Trần Trúc Thương (sinh viên ngành Hoá học, Khoá 46, Trường Đại học Cần Thơ) đã hỗ trợ thực hiện một số thao tác thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Spence P., Reed J., Osbourn A. "Harnessing plant biosynthesis for the development of next-generation therapeutics," *PLoS biology*, 22(11), e3002886, 2024.

[2]. Nguyen H. P., De Tran Q., Nguyen C. Q., Hoa T. P., Binh T. D., Thao H. N., Yang S. G. "Anti-multiple myeloma potential of resynthesized belinostat derivatives: An experimental study on cytotoxic activity, drug combination, and docking studies," *RSC advances*, 12(34), 22108-22118, 2022.

[3]. Chaachouay N., Zidane L. "Plant-derived natural products: a source for drug discovery and development," *Drugs and Drug Candidates*, 3(1), 184-207, 2024.

[4]. Nguyen C. Q., Nguyen T. H. M., Nguyen T. T. T., Bui T. B. H., Nguyen T. T., Huynh N. T., Nguyen H. P., "Designs, synthesis, docking studies, and biological evaluation of novel berberine derivatives targeting zika virus," *Journal of Chemistry*, (1), 5567111, 2021.

[5]. Lee J., Lee S. K., Park J. S., Lee K. R., "Plant-made pharmaceuticals: exploring studies for the production of recombinant protein in plants and assessing challenges ahead," *Plant Biotechnology Reports*, 17(1), 53-65, 2023.

[6]. Jha A., Jha M., "The Hidden Dangers: How Synthetic Organic Compounds Impact Health and the Environment," *International Journal of Nursing Information*, 3(2), 9-21, 2024.

[7]. Ter Laak T. L., Emke E., *Environmental impact of synthetic drug production: analysis of groundwater samples for contaminants derived from illicit synthetic drug production waste*. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction: Lisbon, Portugal, 2023.

[8]. Le Dang Q., Quoc Nguyen C., De Tran Q., Kim J. C., Thi Vo K. A., Thi Cao H., Ja Choi G., "Anti-Phytopathogenic and Phytotoxic Effects of *Annona glabra* Lin. and *Annona muricata* Lin. Seed Extracts: In vitro and In vivo Assessment, Bioactive Compound Quantification, and Mechanism Involved," *ChemistrySelect*, 9(30), e202401730, 2024.

- [9]. Dang Q. L., Kim W. K., Nguyen C. M., Choi Y. H., Choi G. J., Jang K. S., Kim J. C., "Nematicidal and antifungal activities of annonaceous acetogenins from *Annona squamosa* against various plant pathogens," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(20), 11160-11167, 2011.
- [10]. Moghadamtousi S. Z., Fadaeinasab M., Nikzad S., Mohan G., Ali H. M., Kadir H. A., "Annona muricata (Annonaceae): a review of its traditional uses, isolated acetogenins and biological activities," *International journal of molecular sciences*, 16(7), 15625-15658, 2015.
- [11]. Ma C., Chen Y., Chen J., Li X., Chen Y., "A review on *Annona squamosa* L.: phytochemicals and biological activities," *The American journal of Chinese medicine*, 45(05), 933-964, 2017.
- [12]. Hien N. T. T., Nhiem N. X., Yen D. T. H., Hang D. T. T., Tai B. H., Quang T. H., Kim Y. H., "Chemical constituents of the *Annona glabra* fruit and their cytotoxic activity," *Pharmaceutical Biology*, 53(11), 1602-1607, 2015.
- [13]. Davidova S., Galabov A. S., Satchanska G., "Antibacterial, antifungal, antiviral activity, and mechanisms of action of plant polyphenols," *Microorganisms*, 12(12), 2502, 2024.
- [14]. Edo G. I., Nwachukwu S. C., Ali A. B., Yousif E., Jikah A. N., Zainulabdeen K., Essaghah A. E. A., "A review on the composition, extraction and applications of phenolic compounds," *Ecological Frontiers*, 2024.
- [15]. Le Dang Q., Nguyen C. Q., Vo T. K. A., Nguyen T. T. T., Pham Q. D., Nguyen T. X., Nguyen T. B. H., "A botanical nanoemulsion against phytopathogenic fungi *Colletotrichum* sp. and *Fusarium oxysporum*: Preparation, in vitro and in vivo bioassay," *Journal of Natural Pesticide Research*, 10, 100099, 2024.
- [16]. Sánchez-Rangel J. C., Benavides J., Heredia J. B., Cisneros-Zevallos L., Jacobo-Velázquez D. A., "The Folin–Ciocalteu assay revisited: improvement of its specificity for total phenolic content determination," *Analytical methods*, 5(21), 5990-5999, 2013.
- [17]. Cam T. T., Quoc N. C., Vi P. V., Quang L. D., Tuan N. D., Phien H. H., De T. Q., "Morphology of *Vernonia amygdalina* L. and Study of Its Antioxidant Property, α -Amylase and α -Glucosidase Inhibitory Activity, Hepatoprotective Potency and Toxicity," *Tropical Journal of Natural Product Research*, 8(5), 7128-7133, 2024.
- [18]. Tuan N. D., Quoc N. C., Ly D. N., Tuyen B. T., Quang L. D., Phien H. H., Men T. T., "Bioactive Extracts from *Padina boryana* Thivy from Phu Quoc Island, Vietnam: In vitro Antioxidant, Anticancer, Alpha-glucosidase inhibitory, Anti-inflammatory, Antimicrobial, and Hepatoprotective Activities," *Tropical Journal of Natural Product Research*, 8(12), 9555-9559, 2024.
- [19]. Anh N. T., De T. Q., Trang N. T. T., Minh V. X., Quoc N. C., Anh V. T. K., Tuan N. T., "Preparation and potential of nanoparticles containing curcuminoids to control fungal diseases in tropical fruits," *Vietnam Journal of Science and Technology*, 61(2), 242-252, 2023.
- [20]. Duy H. T., Dũ L. P., Thành N. V., Độ N. Đ., "Khảo sát thành phần hóa học và khả năng kháng oxy hóa của các phân đoạn cao chiết lá già từ cây bình bát nước (*Annona glabra* L.)," *Tạp chí Khoa học và công nghệ nông nghiệp Trường Đại học Nông Lâm Huế*, 4(1), 1668-1678, 2020.
- [21]. Kalidindi N., Thimmaiah N. V., Jagadeesh N. V., Nandeep R., Swetha S., Kalidindi B., "Antifungal and antioxidant activities of organic and aqueous extracts of *Annona squamosa* Linn. leaves," *Journal of food and drug analysis*, 23(4), 795-802, 2015.
- [22]. El-Chaghaby G. A., Ahmad A. F., Ramis E. S., "Evaluation of the antioxidant and antibacterial properties of various solvents extracts of *Annona squamosa* L. leaves," *Arabian Journal of Chemistry*, 7(2), 227-233, 2014.
- [23]. Rani K. B., "Screening of Antibacterial, Antioxidant and Phytochemical of Leaf, Stem and Root extracts of *Annona squamosa* L. against Pathogenic Bacteria," *Biological Forum - An International Journal*, 15(5): 960-969, 2023.

AUTHORS INFORMATION

**Nguyen Cuong Quoc¹, Le Dang Quang², Nguyen Trong Tuan¹,
Tran Duy Khang³, Nguyen Duy Tuan³, Tran Quang De¹**

¹Department of Health Sciences, College of Natural Sciences,
Can Tho University, Vietnam

²Institute of Materials Science, Vietnam Academy of Science and
Technology (VAST), Vietnam

³Nam Can Tho University, Vietnam