



DOI:10.22144/ctujos.2024.339

## KHẢ NĂNG KHÁNG VI SINH VẬT CỦA CAO CHIẾT TỪ MỘT SỐ GIỐNG CAM VỎ XANH THU TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG VÀ GIỐNG CAM VỎ VÀNG NHẬP NGOẠI

Huỳnh Thị Phương Thảo<sup>1,2</sup>, Hà Thanh Toàn<sup>1</sup>, Trần Chí Nhân<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Như Ý<sup>3</sup> và Lưu Thái Danh<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup>Khoa Khoa học Sinh học ứng dụng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

<sup>3</sup>Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

\*Tác giả liên hệ (Corresponding author): ltdanh@ctu.edu.vn

### Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 29/03/2024

Sửa bài (Revised): 14/06/2024

Duyệt đăng (Accepted): 17/07/2024

**Title:** Evaluation of the antibiotic ability of extracts from green and yellow-skinned orange varieties

**Author(s):** Huỳnh Thị Phương Thảo<sup>1,2</sup>, Hà Thanh Toàn<sup>1</sup>, Trần Chí Nhân<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Như Ý<sup>3</sup> and Lưu Thái Danh<sup>3,\*</sup>

**Affiliation(s):** <sup>1,3</sup>Can Tho University, <sup>2</sup>Vinh Long University of Technology Education

### TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm so sánh hiệu quả kháng vi sinh của cao chiết từ ba giống cam vỏ xanh (cam Sành, Xoàn và Mật) và một giống cam vỏ vàng (cam Navel) bằng ngâm dầm và Soxhlet. Hoạt tính kháng vi sinh của cao chiết được đánh giá trên vi khuẩn *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* và nấm *Candida albicans*. Ở cả hai phương pháp trích ly và 5 chủng vi sinh được khảo sát, cao chiết từ các giống cam vỏ xanh có hoạt tính kháng vi sinh tốt hơn so với giống cam vỏ vàng, trong đó cao chiết cam Xoàn có hoạt tính kháng vi sinh mạnh nhất. Cao chiết bằng ngâm dầm có hoạt tính kháng sinh cao hơn so với cao chiết bằng Soxhlet. Ngoài ra, các loại cao chiết thể hiện khả năng kháng vi sinh hiệu quả hơn đối với vi khuẩn Gram dương (*B. cereus*, *S. aureus*) và nấm (*C. albicans*) so với vi khuẩn Gram âm (*P. aeruginosa*, *E. coli*). Tóm lại, cao chiết cam Xoàn bằng ngâm dầm kháng vi sinh mạnh nhất, đặc biệt hiệu quả đối với *S. aureus* và *C. albicans*.

**Từ khóa:** Cao chiết, cam vàng, cam xanh, hoạt tính kháng vi sinh, vỏ cam

### ABSTRACT

The study compared the antibacterial effectiveness of extracts from three green-skinned orange varieties (Sanh, Xoan and Mat oranges) and one yellow-skinned orange variety (Navel orange) by soaking and Soxhlet. The antibacterial activity of the extract was evaluated on *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* and *Candida albicans*. In both extraction methods and five microbial strains surveyed, extracts from green-skinned orange varieties have better antibacterial activity than yellow-skinned orange varieties, in which Xoan orange extract has the strongest antibacterial activity. The extract extracted by soaking has higher antimicrobial activity than that extracted by Soxhlet. In addition, the extracts showed more effective antibacterial properties against Gram-positive bacteria (*B. cereus*, *S. aureus*) and fungi (*C. albicans*) than Gram-negative bacteria (*P. aeruginosa*, *E. coli*). In summary, the extract of Xoan orange by soaking has the strongest antibacterial properties, especially effective against *S. aureus* and *C. albicans*.

**Keywords:** Extract, yellow orange, green orange, antimicrobial activity, orange peel

## 1. GIỚI THIỆU

Quả cam (*Citrus sinensis* L.) là trái cây có múi (chi *Citrus*) thuộc họ Rutaceae, là một trong những loại quả phổ biến nhất thế giới. Các loại trái cây có múi chủ yếu được sử dụng để sản xuất nước ép và mứt, trong đó quả cam chiếm 50 - 60% tổng sản lượng (Satari & Karimi, 2018). Việc chế biến các sản phẩm từ quả cam thải ra môi trường một lượng lớn phụ phẩm (chiếm 50% trọng lượng quả), trong đó vỏ cam chiếm khoảng 30% khối lượng (Jiménez-Castro et al., 2020). Lượng phụ phẩm này nếu không được xử lý triệt để có thể góp phần gây ô nhiễm môi trường và có những tác động xấu đến sức khỏe cộng đồng. Do đó, việc tận dụng nguồn phụ phẩm này để sản xuất các mặt hàng có giá trị cao sẽ góp phần bảo vệ môi trường và làm tăng giá trị kinh tế của quả cam (McKay et al., 2021). Mặc dù vỏ quả là phần phụ phẩm nhưng có chứa nhiều flavonoid, tinh dầu, acid hữu cơ và các hợp chất polyphenol (Mitsagga et al., 2021). Các hợp chất polyphenol có trong vỏ quả gồm hesperidin, neohesperidin, naringin và narirutin (Li et al., 2020). Các hợp chất này có vai trò quan trọng đối với sức khỏe con người, do có khả năng chống oxy hóa, chống xơ vữa, chống viêm, chống ung thư, kháng virus và chống dị ứng (Mitsagga et al., 2021), do đó có tiềm năng ứng dụng trong lĩnh vực thực phẩm và dược phẩm (Sharma et al., 2017).

Ngoài ra, vỏ cam cũng được chứng minh có hoạt tính kháng sinh cao đối với một số vi khuẩn gây bệnh trên người qua thực phẩm. Hoạt tính kháng khuẩn của cao chiết từ vỏ cam *C. medica* L. và *C. aurantium* L. đã được khảo sát trên một số chủng vi khuẩn cho thấy có hiệu quả đối với *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* và *Pseudomonas fluorescens* (Saleem & Saeed, 2020). Tương tự, nghiên cứu của Hussain et al. (2015) cho thấy cao chiết từ vỏ cam (*Citrus sinensis*) có hoạt tính kháng khuẩn mạnh đối với *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *Shigella flexneri*, *Bacillus subtilis*, *E. coli* và *Klebsiella* spp. (vi khuẩn gây viêm phổi ở người). Điều này cho thấy cao chiết từ vỏ cam có thể được sử dụng để phát triển các sản phẩm có tính kháng khuẩn.

Việc lạm dụng kháng sinh trong thời gian dài đã làm cho số lượng vi khuẩn kháng kháng sinh tăng cao. Sự kháng kháng sinh của các dòng vi khuẩn gây bệnh hiện nay đang là một mối lo ngại lớn. Xu hướng sử dụng thuốc có nguồn gốc thảo dược ngày càng tăng, do nhiều hợp chất tự nhiên trong thực vật có khả năng kháng khuẩn và nấm cao (Biosci et al., 2014). Do đó có nhiều nghiên cứu trên thế giới được

thực hiện để đánh giá khả năng sử dụng các ly trích từ thực vật làm chất kháng vi sinh. Ngoài ra, cũng có nhiều nghiên cứu về hoạt tính kháng vi sinh của cao chiết từ vỏ quả cam. Tuy nhiên không có nghiên cứu so sánh nào về hoạt tính kháng sinh của các giống cam vỏ xanh và cam vỏ vàng. Do đó nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng kháng sinh (đối với vi khuẩn *B. cereus*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. coli* và nấm *Candida albicans*) của cao chiết từ ba giống vỏ xanh (cam Sành, Xoàn và Mật) được trồng ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) và giống cam vỏ vàng (cam Navel) được nhập khẩu từ Úc bằng phương pháp ngâm dầm và Soxhlet.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nguyên vật liệu

Các giống cam vỏ xanh (cam Sành, Xoàn và Mật) được thu tại vườn ở các tỉnh ĐBSCL. Quả cam ở độ chín kỹ thuật (độ chín thu hoạch) phục vụ ăn tươi và sản xuất đồ uống được chọn để thực hiện nghiên cứu. Giống cam vỏ vàng (cam Navel) được nhập khẩu từ Úc bằng phương pháp ngâm dầm và Soxhlet.

Năm loài vi sinh vật đã được sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm *Bacillus cereus* (ATCC 14579), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 10145), *Escherichia coli* (ATCC 25922) và *Candida albicans* (ATCC 10231). Các chủng vi sinh vật này được cung cấp bởi Công ty TNHH Thiết bị Khoa học Lan Oanh và bảo quản ở nhiệt độ từ 2 – 8°C.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Phương pháp ly trích

Quả cam được rửa sạch, để ráo, tách riêng phần vỏ quả và thịt quả. Vỏ cam được sấy khô bằng phương pháp sấy đối lưu (máy sấy thực phẩm 16 khay, model: DRC-16T, Việt Nam) ở nhiệt độ 50 ± 5°C đến khối lượng không đổi. Sau đó vỏ được xay nhuyễn, sàng qua rây có kích thước lỗ 0,5 mm và bảo quản ở nhiệt độ -20 ± 2°C cho đến khi được sử dụng để ly trích cao chiết.

Chiết nóng bằng Soxhlet được thực hiện theo Niawanti et al. (2019) có hiệu chỉnh. 100 g bột vỏ cam được cho vào hệ thống chiết Soxhlet với 1000 mL ethanol tuyệt đối, tiến hành chiết xuất ở nhiệt độ 80°C trong 3 giờ. Sau đó dịch trích được lọc bằng giấy lọc Whatman số 1 và cô quay chân không ở nhiệt độ 50°C để đuổi dung môi và thu nhận cao chiết Soxhlet. Quá trình ly trích được lặp lại 3 lần cho mỗi giống cam.

Chiết nguội bằng phương pháp ngâm dầm được thực hiện theo Shehata et al. (2021) có hiệu chỉnh. 100 g bột vỏ cam được cho vào túi vải, sau đó ngâm dầm trong bình kín màu hổ phách chứa 1000 mL ethanol tuyệt đối trong 24 giờ ở nhiệt độ phòng. Dịch trích được tách ra và 1000 mL ethanol tuyệt đối mới được thêm vào bình, tiếp tục ngâm dầm trong 24 giờ. Các dịch trích được trộn với nhau và được lọc qua giấy lọc Whatman số 1 và cô quay chân không ở nhiệt độ 50°C để đuổi dung môi và thu nhận cao chiết ngâm dầm. Quá trình ly trích được lặp lại 3 lần cho mỗi giống cam.

#### 2.2.2. Định lượng polyphenol và flavonoid của các loại cao chiết

Cao chiết được trích ly từ vỏ quả cam Sành, Xoàn, Mật và Navel bằng phương pháp ngâm dầm có hàm lượng polyphenol tổng (TPC) và flavonoid tổng (TFC) lần lượt là 46,7; 45,8; 42,5; 31,7 mg GAE/g và 28,3; 30,5; 26,8; 19,9 mg QE/g. Cao chiết bằng phương pháp Soxhlet từ vỏ quả cam Sành, Xoàn, Mật và Navel với giá trị TPC và TFC lần lượt là 38,3; 42,5; 33,3; 25,8 mg GAE/g và 22,3; 23,4; 19,1; 16,5 mg GAE/g.

#### 2.2.3. Xác định đường kính vùng ức chế (DIZ)

Hoạt tính kháng vi sinh của các loại cao chiết được xác định bằng phương pháp khuếch tán trên đĩa thạch theo mô tả của Hernández et al. (2005). Dung dịch vi khuẩn/nấm thử nghiệm (50 µL) có mật số 10<sup>6</sup> CFU/mL được trải đều trên bề mặt đĩa petri có chứa sẵn môi trường Luria-Bertani (LB) cho vi khuẩn /Sabouraud (SB) cho nấm. Sau đó, các khoan giấy lọc (Whatman số 1) có đường kính 6 mm được đặt lên bề mặt đĩa thạch, tiếp theo thêm 10 µL mẫu thử ở nồng độ 100 mg/mL được pha trong Dimethyl sulfoxide (DMSO) 5% lên các khoan giấy lọc. Đĩa thạch được ủ trong 24 giờ ở nhiệt độ 37°C, sau đó quan sát và ghi nhận kết quả. Đối chứng dương là kháng sinh nystatin (500 IU/mL) đối với nấm và gentamicin (2 mg/mL) đối với vi khuẩn, đối chứng âm là DMSO. Hoạt tính ức chế được đánh giá bằng các đo đường kính vùng ức chế (DIZ) bằng công thức:  $DIZ (mm) = D - d$ ; trong đó D = đường kính vùng ức chế trong khoan giấy (mm) và d = đường kính của khoan giấy (6 mm). Thí nghiệm được lặp lại 3 lần cho mỗi loại cao chiết.

#### 2.2.4. Xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC)

MIC được xác định theo phương pháp pha loãng nồng độ trên đĩa 96 giếng (Kwieciński et al., 2009). Hỗn hợp thử nghiệm gồm 75 µL dịch cao chiết ở các nồng độ pha loãng (2,5 - 20 mg/mL) với DMSO 5% và 75 µL dung dịch vi khuẩn/nấm (10<sup>6</sup> CFU/mL). Các giếng đối chứng gồm 150 µL môi trường LB/SB lỏng; 75 µL môi trường LB/SB và 75 µL dung dịch vi khuẩn/nấm; 75 µL môi trường LB/SB lỏng có chứa DMSO 5% và 75 µL dung dịch vi khuẩn/nấm. Mẫu được ủ trong 24 giờ ở 37°C. Sự tăng trưởng được đánh giá bằng cách đo độ hấp thụ quang phổ của hỗn hợp thử nghiệm ở bước sóng 600 nm bằng máy đo quang phổ (SpectraMax 190 Microplate Reader, Molecular Devices, Hoa Kỳ). MIC là nồng độ tối thiểu ức chế hoàn toàn sự phát triển của vi sinh.

#### 2.2.5. Xác định nồng độ diệt khuẩn/nấm tối thiểu (MBC/MFC)

MBC/MFC được xác định bằng phương pháp trải đĩa từ các giếng không thể hiện sự phát triển của vi sinh từ thí nghiệm xác định MIC ở trên (Kwieciński et al., 2009). 50 µL dịch thử nghiệm trên các giếng có số OD giảm sẽ được trải lên các đĩa thạch chứa môi trường LB/SB và được ủ ở 37°C, sau 24 giờ quan sát khuẩn lạc được tạo thành. Giá trị MBC/MFC là nồng độ thấp nhất trong dãy nồng độ của các cao chiết có thể tiêu diệt toàn bộ vi khuẩn/nấm.

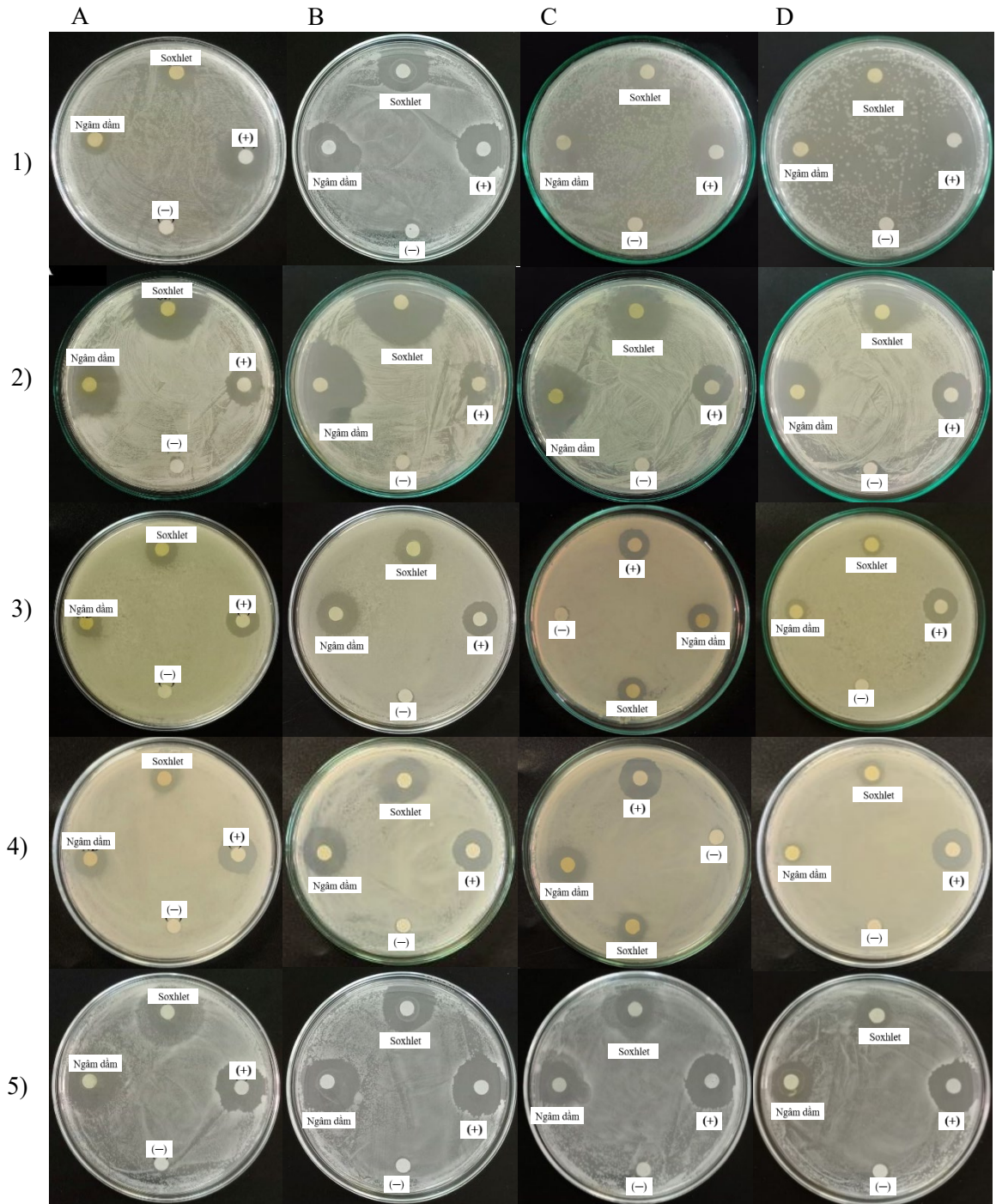
#### 2.2.6. Phương pháp phân tích và xử lý số liệu

Số liệu được thu thập và xử lý bằng phần mềm thống kê Statgraphics Centurion 16.2 (Statgraphics Technologies, Inc., Hoa Kỳ) và phần mềm Excel 365 (Microsoft Corporation, USA). Phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm định LSD được sử dụng để kết luận về sự sai biệt giữa trung bình các nghiệm thức ở mức độ ý nghĩa  $p < 0,05$ .

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Hoạt tính kháng vi sinh của cao chiết từ vỏ cam

Hoạt tính kháng vi sinh của cao chiết từ vỏ cam được đánh giá bằng phương pháp khuếch tán đĩa thạch. Kết quả thể hiện qua đường kính vùng ức chế (DIZ) ở Hình 1 và Bảng 1.



**Hình 1. Khả năng kháng vi sinh của các loại cao chiết đối với các vi sinh vật khác nhau**

1) *B. cereus*; 2) *S. aureus*; 3) *E. coli*; 4) *P. aeruginosa*; 5) *C. albicans*

A. Cam Sành; B. Cam Xoàn; C. Cam Mật; D. Cam Vàng

**Bảng 1. Đường kính vùng ức chế của các loại cao chiết từ vỏ cam**

Giống cam	Phương pháp trích ly	Đường kính vùng ức chế (mm)				
		Vi khuẩn Gram dương		Vi khuẩn Gram âm		Nấm
		<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	
Cam Sành		9,33 ± 0,58 <sup>c</sup>	21,5 ± 0,50 <sup>bc</sup>	8,67 ± 0,58 <sup>bc</sup>	6,33 ± 0,58 <sup>b</sup>	14,7 ± 0,58 <sup>c</sup>
Cam Xoàn	Ngâm đậm (100 mg/mL)	12,7 ± 0,58 <sup>a</sup>	24,2 ± 0,76 <sup>a</sup>	10,3 ± 0,58 <sup>a</sup>	12,2 ± 0,76 <sup>a</sup>	18,2 ± 1,04 <sup>a</sup>
Cam Mật		10,3 ± 0,58 <sup>bc</sup>	22,3 ± 2,25 <sup>abc</sup>	8,00 ± 0,50 <sup>cd</sup>	5,17 ± 0,29 <sup>cd</sup>	11,5 ± 0,50 <sup>d</sup>
Cam Vàng		5,67 ± 0,58 <sup>e</sup>	15,7 ± 0,76 <sup>d</sup>	4,00 ± 0,00 <sup>f</sup>	4,33 ± 0,58 <sup>de</sup>	9,33 ± 0,58 <sup>e</sup>
Cam Sành		8,00 ± 1,00 <sup>d</sup>	20,2 ± 1,61 <sup>c</sup>	7,00 ± 1,00 <sup>de</sup>	5,33 ± 0,76 <sup>c</sup>	13,7 ± 0,58 <sup>c</sup>
Cam Xoàn	Soxhlet (100 mg/mL)	11,00 ± 1,00 <sup>b</sup>	23,2 ± 0,76 <sup>ab</sup>	9,33 ± 0,29 <sup>ab</sup>	11,8 ± 0,29 <sup>a</sup>	16,7 ± 0,58 <sup>b</sup>
Cam Mật		7,67 ± 0,58 <sup>d</sup>	20,7 ± 1,53 <sup>c</sup>	6,00 ± 1,00 <sup>e</sup>	3,33 ± 0,58 <sup>f</sup>	9,00 ± 1,00 <sup>e</sup>
Cam Vàng		3,33 ± 0,58 <sup>f</sup>	10,00 ± 1,00 <sup>e</sup>	3,67 ± 0,58 <sup>f</sup>	3,50 ± 0,50 <sup>ef</sup>	7,67 ± 0,58 <sup>f</sup>
<b>Đối chứng</b>						
DMSO 5%		-	-	-	-	-
Gentamycine (2 mg/mL)		12,89 ± 0,93	11,83 ± 0,81	8,79 ± 0,99	11,61 ± 0,55	
Nystatin (500 IU/mL)						15,42 ± 1,00

(Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở mức độ tin cậy 95%)

Hoạt tính kháng vi sinh của các loại cao chiết khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) với DIZ dao động trong khoảng 3,33 – 24,2 mm. DIZ của cao chiết càng lớn thì khả năng kháng vi sinh càng cao. Kết quả ở Bảng 1 cho thấy cao chiết từ các giống cam được trích ly bằng phương pháp ngâm đậm có DIZ lớn hơn phương pháp Soxhlet ở tất cả các vi sinh vật được khảo sát. Hoạt tính kháng vi sinh của các loại cao chiết không những bị ảnh hưởng bởi phương pháp trích ly mà còn chịu ảnh hưởng bởi giống. Các giống cam khác nhau thể hiện khả năng kháng vi sinh khác nhau. Các giống cam vỏ xanh (cam Sành, cam Xoàn, cam Mật) có DIZ lớn hơn giống cam vỏ vàng (cam Navel) ở cả hai phương pháp trích ly.

Ở cả hai phương pháp trích ly, cao chiết từ vỏ cam Xoàn thể hiện hiệu quả kháng vi sinh cao hơn cam Sành, Mật và Navel, tuy nhiên thấp hơn kháng sinh gentamycin và nystatin (Bảng 1 và Hình 1). Cao chiết từ vỏ cam Xoàn bằng phương pháp Soxhlet và ngâm đậm có DIZ lớn nhất đối với *S. aureus* lần lượt là 23,2 và 24,2 mm, theo sau là *C. albicans* (16,7 và 18,2 mm), *B. cereus* (11,0 và 12,7 mm), *E. coli* (9,33 và 10,3 mm), *P. aeruginosa* (11,8 và 12,2 mm). Nhìn chung, các loại cao chiết từ vỏ cam ở cả hai phương pháp trích ly thể hiện hiệu quả kháng khuẩn tốt đối với *S. aureus* (10,0 – 24,2 mm) và kháng nấm *C. albicans* (9,00 – 18,2 mm).

Nhìn chung, các loại cao chiết tác động lên vi khuẩn Gram dương mạnh hơn vi khuẩn Gram âm. Cụ thể, DIZ lớn nhất đối với *S. aureus* (10,0 - 24,2 mm), theo sau là *B. cereus* (3,33 - 12,7 mm), *P. aeruginosa* (3,33 - 12,2 mm) và *E. coli* (3,67 - 10,3 mm). Vi khuẩn Gram âm ít nhạy cảm hơn vi khuẩn

Gram dương đối với các loại cao chiết là do sự khác nhau của thành tế bào giữa hai loại vi khuẩn. Thành tế bào của vi khuẩn Gram dương gồm một lớp peptidoglycan dày bao bên ngoài màng sinh chất, còn thành tế bào của vi khuẩn Gram âm là một lớp peptidoglycan mỏng nhưng được bao bọc thêm bởi màng ngoài cùng chứa lipopolysaccharide (Górski et al., 2022). Do đó vi khuẩn Gram âm ít nhạy cảm hơn với các loại cao chiết.

Khả năng kháng khuẩn của các loại cao chiết từ vỏ cam cũng được ghi nhận tương tự ở một số nghiên cứu trước đó. Cao chiết từ vỏ cam (*Citrus sinensis*, var. common Balady) có DIZ đối với *E. coli* là 10,7 mm, *B. cereus* (8,00 mm) và không thể hiện khả năng kháng đối với *S. aureus*, *P. aeruginosa* (Hanafy et al., 2021). Hoạt tính kháng khuẩn của cao chiết từ vỏ cam ngọt (*Citrus sinensis*) ở nồng độ 10 mg/mL có DIZ đối với *S. aureus* là 14,0 mm, *P. aeruginosa* là 12,0 mm và *E. coli* là 16,2 mm (Baba et al., 2018). Ở nồng độ 150 mg/mL DIZ của cao chiết từ vỏ quả cam (*C. sinensis* L.) đối với *P. aeruginosa* là 8,67 mm, *E. coli* là 10,3 mm, *S. aureus* là 9,00 mm (Yohanes et al., 2023). Hoạt tính kháng vi sinh của cao chiết từ vỏ *C. sinensis* (L.) Osbeck ở nồng độ cao chiết 200 µg/mL bằng phương pháp Soxhlet cho thấy DIZ đối với *S. aureus* là 4,0 mm, *P. aeruginosa* là 6,0 mm, *E. coli* là 8,0 mm và *C. albicans* là 2 mm (Oikeh et al., 2020). Hoạt tính kháng vi sinh của các loại cao chiết trong nghiên cứu khác so với các nghiên cứu trước đây là do sự khác nhau về đặc tính di truyền (loài hoặc giống), môi trường sinh trưởng, quá trình canh tác, thời gian bảo quản, loại dung môi, quá trình chuẩn

bị mẫu và phương pháp trích ly (Zahoor et al., 2016).

**3.2. Nồng độ ức chế tối thiểu của cao chiết từ vỏ cam**

Giá trị MIC của các loại cao chiết từ vỏ cam được sử dụng để định lượng về hiệu quả kháng vi sinh. Giá trị MIC của các loại cao chiết càng nhỏ thể hiện khả năng kháng vi sinh càng lớn. Kết quả ở Bảng 2 cho thấy giá trị MIC của các loại cao chiết từ vỏ cam dao động từ 2,5 – 20 mg/mL. Nhìn chung, giá trị MIC của các loại cao chiết được trích ly bằng phương pháp ngâm dầm có giá trị MIC thấp hơn phương pháp Soxhlet. Bên cạnh đó, các giống cam vỏ xanh (cam Sành, Xoàn, Mật) có giá trị MIC thấp hơn giống cam Navel. Trong các giống cam được

khảo sát, cao chiết cam Xoàn bằng phương pháp ngâm dầm có giá trị MIC dao động trong khoảng 2,5 – 5 mg/mL thấp hơn ½ lần so với cao chiết từ các giống cam khác. Theo kết quả ở Bảng 2 cho thấy, các loại cao chiết từ vỏ cam có giá trị MIC thấp đối với vi khuẩn *S. aureus* và nấm *C. albicans*, kết quả này phù hợp với phương pháp khuếch tán đĩa thạch (Bảng 1). Giá trị MIC của các loại cao chiết bằng phương pháp ngâm dầm đối với *C. albicans* thấp hơn ½ lần so với phương pháp Soxhlet, dao động từ 5 - 10 mg/mL. Đối với vi khuẩn *S. aureus* thì cao chiết cam Xoàn ở phương pháp ngâm dầm thể hiện khả năng ức chế tốt nhất với giá trị MIC 2,5 mg/mL, tiếp theo cao chiết cam Sành, Mật (MIC = 5 mg/mL) và cuối cùng là cam Navel (MIC = 10 mg/mL).

**Bảng 2. Nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) của các loại cao chiết từ vỏ cam**

Giống cam	Phương pháp trích ly	MIC (mg/mL)				
		Vi khuẩn Gram dương		Vi khuẩn Gram âm		Nấm
		<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>C. albicans</i>
Cam Sành	Ngâm dầm	10	5	10	10	2,5
Cam Xoàn		5	2,5	5	5	2,5
Cam Mật		5	5	10	10	2,5
Cam Vàng	Soxhlet	10	10	15	15	5
Cam Sành		15	10	15	15	5
Cam Xoàn		10	5	10	10	5
Cam Mật		15	10	15	20	5
Cam Vàng		20	15	20	20	10

Một số nghiên cứu trước đây cũng đã khảo sát giá trị MIC của cao chiết từ vỏ cam trên một số loài vi sinh vật. Cụ thể, Hanafy et al. (2021) khảo sát hiệu quả kháng vi sinh vật của cao chiết từ vỏ cam, chuối và lựu cho thấy giá trị MIC của cao chiết vỏ lựu dao động trong khoảng từ 6,25 - 12,5 mg/mL, trong khi đó giá trị MIC của cao chiết từ vỏ cam và chuối trong khoảng 75 – 300 mg/mL. Cao chiết từ vỏ cam có giá trị MIC là 0,625 mg/mL đối với *S. aureus*, 1,25 mg/mL đối với *E. coli* và 2,5 mg/mL đối với *P. aeruginosa* (Baba et al., 2018). Giá trị MIC của cao chiết từ vỏ cam ngọt *C. sinensis* (L.) Osbeck lần lượt là *S. aureus* là 0,1 mg/mL, *P. aeruginosa* là 0,05 mg/mL, *E. coli* là 0,1 mg/mL và *C. albicans* là 0,1 mg/mL (Oikeh et al., 2020).

**3.3. Nồng độ diệt khuẩn/điệt nấm tối thiểu của cao chiết từ vỏ cam**

MBC/MFC được xác định là nồng độ thấp nhất của cao chiết mà ở đó vi khuẩn/nấm bị tiêu diệt hoặc không thấy sự hình thành khuẩn lạc/nấm hoặc số khuẩn lạc/nấm < 3 (giết chết 99 - 99,5% vi khuẩn/nấm). Các cao chiết thể hiện khả năng tiêu diệt khác nhau trên các chủng vi sinh vật được trình bày ở Bảng 3.

Nhìn chung, kết quả ở Bảng 3 cho thấy các loài vi sinh vật nhạy cảm với cao chiết bằng phương pháp ngâm dầm hơn phương pháp Soxhlet. Khả năng nhạy cảm của các loài vi sinh vật còn chịu ảnh hưởng bởi giống, kết quả nghiên cứu cho thấy các giống cam vỏ xanh (cam Sành, Xoàn, Mật) thể hiện giá trị MBC/MFC thấp hơn giống cam Navel. Trong đó, cao chiết cam Xoàn thể hiện hoạt tính kháng vi sinh mạnh ở cả hai phương pháp trích ly. Cao chiết cam Xoàn đặc biệt hiệu quả đối với vi khuẩn *S. aureus* (5 mg/mL) và nấm *C. albicans* (5 mg/mL). Trong các loài vi sinh vật được khảo sát, nấm *C. albicans* nhạy cảm nhất đối với các loại cao chiết với giá trị MFC dao động từ 2,5 – 20 µL/mL, trong đó cao chiết được trích ly bằng phương pháp ngâm dầm có giá trị MFC (5 – 10 mg/mL) thấp hơn ½ lần so với phương pháp Soxhlet (10 – 20 mg/mL).

Các nghiên cứu trước đây cũng đã xác định giá trị MBC/MFC của cao chiết từ vỏ cam, cụ thể cao chiết Soxhlet từ vỏ cam ngọt cho các giá trị MBC/MFC dao động từ 0,1 – 0,2 mg/mL đối với một số vi sinh vật như *S. aureus* (0,2 mg/mL), *E. coli* (0,2 mg/mL), *C. albicans* (0,1 mg/mL), *P. aeruginosa* (0,1 mg/mL) (Oikeh et al., 2020). Theo

nghiên cứu của Baba et al. (2018) cao chiết từ vỏ quả *C. sinensis* có giá trị MBC là 10 mg/mL đối với *S. aureus*, 5 mg/mL đối với *E. coli* và không thể hiện hoạt tính kháng khuẩn đối với *P. aeruginosa*. Hoạt tính tiêu diệt vi sinh vật của các loại cao chiết trong nghiên cứu cho kết quả tương đương so với các nghiên cứu trước đây. Trong các loại cao chiết được khảo sát, cao chiết cam Xoàn thể hiện khả năng tiêu diệt vi sinh vật tốt hơn các cao chiết còn lại. Bên cạnh đó, các loại cao chiết đều thể hiện hiệu quả tiêu diệt nấm *C. albicans* tốt hơn tiêu diệt vi khuẩn.

Hoạt tính kháng vi sinh của cao chiết từ vỏ cam có liên quan đến sự hiện diện của các hợp chất có hoạt tính sinh học như flavonoid, polyphenol, tannin, alkaloid và tinh dầu (Mostafa & Essawy, 2021). Các hợp chất flavonoid và polyphenol có khả năng chống oxy hóa và kháng vi sinh mạnh. Cao

chiết ngâm dầm từ bốn giống cam có khả năng kháng vi sinh cao hơn các loại cao chiết Soxhlet. Do các loại cao chiết ngâm dầm có hàm lượng polyphenol và flavonoid tổng cao hơn so với các loại cao chiết Soxhlet. Ở phương pháp Soxhlet, cao chiết được ly trích ở 80°C, trong khi ở phương pháp ngâm dầm cao chiết được chiết suất ở nhiệt độ thấp hơn (30°C). Một số hợp chất polyphenol và flavonoids có thể bị phân hủy ở nhiệt độ cao, nên hàm lượng polyphenol và flavonoid tổng ở cao chiết Soxhlet thấp hơn cao chiết ngâm dầm. Ngoài ra, cao chiết cam Xoàn bằng hai phương pháp trích ly có khả năng kháng vi sinh cao nhất ở tất cả 5 loại vi sinh khảo sát so với cao chiết từ các giống cam khác, do hàm lượng polyphenol và flavonoid tổng của cao cam Xoàn cao nhất so với cao chiết của 3 giống cam khác.

**Bảng 3. Nồng độ diệt khuẩn hay diệt nấm tối thiểu (MBC/MFC) của cao chiết từ vỏ cam**

Giống cam	Phương pháp trích ly	MBC/MFC (mg/mL)				
		Vi khuẩn Gram dương		Vi khuẩn Gram âm		Nấm
		<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>C. albicans</i>
Cam Sành	Ngâm dầm	20	10	20	> 20	5
Cam Xoàn		10	5	15	10	5
Cam Mật		10	10	20	> 20	5
Cam Vàng		> 20	20	> 20	> 20	10
Cam Sành	Soxhlet	> 20	20	> 20	> 20	10
Cam Xoàn		15	10	20	20	10
Cam Mật		> 20	20	> 20	> 20	10
Cam Vàng		> 20	> 20	> 20	> 20	20

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu thể hiện tiềm năng kháng vi sinh của các loại cao chiết từ vỏ cam được trích ly bằng phương pháp ngâm dầm và phương pháp Soxhlet. Hoạt tính kháng vi sinh của các loại cao chiết được trích ly bằng phương pháp ngâm dầm thể hiện hiệu quả kháng vi sinh tốt hơn phương pháp Soxhlet. Bên cạnh đó, khả năng kháng vi sinh của các giống cam vỏ xanh (cam Sành, Xoàn, Mật) được trồng ở ĐBSCL tốt hơn cam Navel (nhập khẩu). Trong các giống cam được khảo sát, cam Xoàn thể hiện khả năng kháng vi sinh nổi bật hơn các giống cam khác.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Baba, J., Mohammed, S. B., Ya'aba, Y., & Umaru, F. I. (2018). Antibacterial Activity of Sweet Orange Citrus sinensis on some Clinical Bacteria Species Isolated from Wounds. *J Family Med Community Health*, 5(4), 1154. <https://doi.org/10.47739/2379-0547/1154>

Biosci, I. J., Rad, J. S., Mahsan, S., Alfatemi, H., Rad, M. S., & Biosci, I. J. (2014). In vitro assessment of antibacterial activity of Salicornia

Do đó, nghiên cứu này cho thấy có thể sử dụng cao chiết vỏ cam để làm nguyên liệu để phát triển các sản phẩm có tính kháng khuẩn ứng dụng trong thực phẩm, mỹ phẩm và dược phẩm.

#### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực hiện thông qua đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ “Nghiên cứu sản xuất một số sản phẩm có hoạt tính sinh học từ phụ phẩm vỏ quả cam vùng Đồng bằng sông Cửu Long” (mã số: B2023-TCT-01).

herbacea L. seed extracts against multidrug resistant grampositive and gram-negative bacteria. *International Journal of Biosciences (IJB)*, 6655, 217–222. <https://doi.org/10.12692/ijb/4.6.217-222>

Górski, M., Niedźwiadek, J., & Magryś, A. (2022). Antibacterial activity of curcumin – a natural phenylpropanoid dimer from the rhizomes of *Curcuma longa* L. and its synergy with

- antibiotics. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 29(3), 394–400. <https://doi.org/10.26444/aaem/148393>
- Hanafy, S. M., Abd El-Shafea, Y. M., Saleh, W. D., & Fathy, H. M. (2021). Chemical profiling, in vitro antimicrobial and antioxidant activities of pomegranate, orange and banana peel-extracts against pathogenic microorganisms. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 19(1), 80. <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00151-0>
- Hernández, T., Canales, M., Avila, J. G., García, A. M., Martínez, A., Caballero, J., Vivar, A. R. de, & Lira, R. (2005). Composition and antibacterial activity of essential oil of *Lantana achyranthifolia* Desf. (Verbenaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 96(3), 551–554. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.09.044>
- Hussain, K. A. mja., Tarakji, B., Kandy, B. P. urushothama. P., John, J., Mathews, J., Ramphul, V., & Divakar, D. D. evan. (2015). Antimicrobial effects of citrus sinensis peel extracts against periodontopathic bacteria: an in vitro study. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*, 66(2), 173–178. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26024407>
- Jiménez-Castro, M. P., Buller, L. S., Sganzerla, W. G., & Forster-Carneiro, T. (2020). Bioenergy production from orange industrial waste: a case study. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 14(6), 1239–1253. <https://doi.org/10.1002/bbb.2128>
- Kunder, H., Gurusiddappa, L. H., Hanumanthappa, B. S., & Kalikeri, S. (2022). Antimicrobial Activity and Phytochemical Analysis of Solvent Extraction of Citrus reticulata Peels. *World Journal of Environmental Biosciences*, 11(2), 20–25. <https://doi.org/10.51847/g5wDo6EASN>
- Kwieciński, J., Eick, S., & Wójcik, K. (2009). Effects of tea tree (*Melaleuca alternifolia*) oil on *Staphylococcus aureus* in biofilms and stationary growth phase. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 33(4), 343–347. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2008.08.028>
- Li, W., Li, Y., Bi, J., Ji, Q., Zhao, X., Zheng, Q., Tan, S., & Gao, X. (2020). Effect of hot air drying on the polyphenol profile of Hongjv (*Citrus reticulata* Blanco, CV. Hongjv) peel: A multivariate analysis. *Journal of Food Biochemistry*, 44(5), 1–10. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13174>
- McKay, S., Sawant, P., Fehlberg, J., & Almenar, E. (2021). Antimicrobial activity of orange juice processing waste in powder form and its suitability to produce antimicrobial packaging. *Waste Management*, 120, 230–239. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.048>
- Mitsagga, C., Petrotos, K., & Giavasis, I. (2021). Antimicrobial Properties of Lyophilized Extracts of Olive Fruit, Pomegranate and Orange Peel Extracts against Foodborne Pathogenic and Spoilage Bacteria and Fungi In Vitro and in Food Matrices. *Molecules*, 26(22), 7038. <https://doi.org/10.3390/molecules26227038>
- Mostafa, R., & Essawy, H. (2021). Screening and Quantification of Bioactive Compounds and Antimicrobial Activities of Fresh Juice, Methanolic Peel and Pulp Extract of *Citrus sinensis* L. (Sweet Orange). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, G. Microbiology*, 13(2), 1–10. <https://doi.org/10.21608/eajbsg.2021.189671>
- Niwanti, H., Lewar, Y. S., & Octavia, N. N. (2019). Effect of Extraction Time on Averrhoa bilimbi Leaf Ethanolic Extracts Using Soxhlet Apparatus. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 543(1), 012018. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/543/1/012018>
- Oikeh, E. I., Oviasogie, F. E., & Omoregie, E. S. (2020). Quantitative phytochemical analysis and antimicrobial activities of fresh and dry ethanolic extracts of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (sweet Orange) peels. *Clinical Phytoscience*, 6(1), 46. <https://doi.org/10.1186/s40816-020-00193-w>
- Saleem, M., & Saeed, M. T. (2020). Potential application of waste fruit peels (orange, yellow lemon and banana) as wide range natural antimicrobial agent. *Journal of King Saud University - Science*, 32(1), 805–810. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2019.02.013>
- Satari, B., & Karimi, K. (2018). Citrus processing wastes: Environmental impacts, recent advances, and future perspectives in total valorization. *Resources, Conservation and Recycling*, 129(October 2017), 153–167. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.032>
- Sharma, K., Mahato, N., Cho, M. H., & Lee, Y. R. (2017). Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmentally friendly approaches. *Nutrition*, 34, 29–46. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2016.09.006>
- Shehata, M. G., Awad, T. S., Asker, D., El Sohaimy, S. A., Abd El- Aziz, N. M., & Youssef, M. M. (2021). Antioxidant and antimicrobial activities and UPLC-ESI-MS/MS polyphenolic profile of sweet orange peel extracts. *Current Research in Food Science*, 4(May), 326–335. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2021.05.001>
- Silva, M. C., Matos, A. F., Santos, H. L. C. dos, Gomes, J. V., Pastura, D. G. N., Pereira, G. L., Rocha, E. B. da, Larangeira, M. de J. C., Alves, R. S., Bastos, L. de O., Borba, H. R., & Lima, V. M. de. (2020). *Laurus nobilis* L.: assessment of



the cytotoxic and genotoxic potential of aqueous extracts by micronucleus and *Allium cepa* assays. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 56(March).  
<https://doi.org/10.1590/s2175-97902019000318302>

Yohanes, R., Geremew, T., Tafese, T., & Endale Annisa, M. (2023). Antibacterial and antioxidant activity of compounds from *Citrus sinensis* peels and in silico molecular docking study. *International Journal of Secondary Metabolite*,

10(3), 437–458.

<https://doi.org/10.21448/ijsm.1180610>

Zahoor, S., Anwar, F., Mehmood, T., Sultana, B., & Qadir, R. (2016). Variation in antioxidant attributes and individual phenolics of citrus fruit peels in relation to different species and extraction solvents. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 61(2), 2884–2889.  
<https://doi.org/10.4067/S0717-97072016000200007>