



DOI:10.22144/ctujos.2025.115

## ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH SINH HỌC VÀ KHẢ NĂNG BẢO QUẢN PASTE CÁ CỦA CAO CHIẾT VỎ HÀNH TÂY (*Allium cepa* L.)

Nguyễn Thị Như Hà\* và Lê Thị Minh Thủy

Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

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

### Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 09/11/2024

Sửa bài (Revised): 22/11/2024

Duyệt đăng (Accepted): 26/05/2025

**Title:** Evaluation of the biological activity of onion skin extract (*Allium cepa* L.) and its preservative effect on fish paste

**Author(s):** Nguyen Thi Nhu Ha\* and Le Thi Minh Thuy

**Affiliation(s):** College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University, Viet Nam

### TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định hoạt tính chống oxy hóa và kháng khuẩn của cao chiết vỏ hành tây và đánh giá hiệu quả bảo quản lạnh ( $4\pm1^{\circ}\text{C}$ ) của cao chiết đối với paste cá. Kết quả cho thấy, cao chiết vỏ hành tây có hàm lượng polyphenol tổng là 467 mg GAE/g, thể hiện hoạt tính chống oxy hóa thông qua khảo sát hoạt tính kháng oxy hóa in vitro. Đối với hoạt tính kháng khuẩn của chiết xuất vỏ hành tây, giá trị MIC được ghi nhận với dòng vi khuẩn *Edwardsiella ictaluri* là 500  $\mu\text{g/mL}$ , trong khi giá trị này là 1000  $\mu\text{g/mL}$  cho cả ba dòng *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*. Hiệu quả bảo quản lạnh paste cá xay nghiền nhờ vào đặc tính chống oxy hóa và kháng khuẩn của cao chiết vỏ hành tây đã được chứng minh. Khi cá được bổ sung cao chiết vỏ hành tây tại nồng độ 500 và 1000  $\mu\text{g/g}$ , sự kìm hãm oxy hóa lipid so với mẫu không bổ sung cao chiết ở ngày 8 và với mẫu có bổ sung cao chiết 27  $\mu\text{g/g}$  tại ngày 20 được thể hiện rõ. Về mật số vi khuẩn ưa lạnh, nghiệm thức bổ sung cao chiết 500 và 1000  $\mu\text{g/g}$  khác biệt đáng kể ( $p<0,05$ ) so với mẫu đối chứng (không bổ sung cao chiết) từ ngày thứ 4.

**Từ khóa:** Cao chiết vỏ hành tây, chống oxy hóa, kháng khuẩn, khả năng bảo quản, paste cá

### ABSTRACT

The study aimed to determine the antioxidant and antibacterial activities of onion peel extract and evaluate the cold preservation effect ( $4\pm1^{\circ}\text{C}$ ) of onion skin extract on minced fish paste. The results showed that onion peel extract had a total polyphenol content of  $467 \pm 1,66$  mg GAE/g, showing antioxidant activities as demonstrated by in vitro antioxidant assay. For the antibacterial activity of onion skin extract, the MIC value recorded for *Edwardsiella ictaluri* strain was 500  $\mu\text{g/mL}$ , while the values were 1000  $\mu\text{g/mL}$  for all three strains *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*. The chilled preservation effect of minced fish paste due to the antioxidant and antibacterial properties of onion peel extract was demonstrated. Samples supplemented with onion peel extract at concentrations of 500 and 1000  $\mu\text{g/g}$  showed the inhibition of lipid oxidation compared to both untreated samples (day 8) and those treated with 27  $\mu\text{g/g}$  of extract (day 20). For psychrophilic bacteria load, the samples with 500 and 1000  $\mu\text{g/g}$  were statistically different from the sample without extract supplementation starting from day 4.

**Keywords:** Antioxidant activity, antibacterial activity, fish paste, onion skin extract, preservative effect

## 1. GIỚI THIỆU

Hành tây (*Allium cepa* L.) là cây trồng quan trọng nhất trong trồng trọt và chăn nuôi trên toàn thế giới (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2018). Việc chế biến hành tây đã tạo ra một lượng phụ phẩm đáng kể, trong đó vỏ hành tây là chủ yếu (Gawlik-Dziki et al., 2015). Theo Liên minh châu Âu (tập trung là Anh, Hà Lan và Tây Ban Nha), hàng năm có 500.000 tấn phụ phẩm từ hành tây được thải bỏ (Gawlik-Dziki et al., 2015). Kết quả nghiên cứu của Sultanbawa (2011) đã cho thấy, các chất bảo quản có nguồn gốc tự nhiên như chiết xuất từ thực vật có thể thay thế các chất bảo quản hoặc hóa chất tổng hợp vì đặc tính kháng khuẩn và chống oxy hóa. Do đó, nó góp phần ngăn ngừa quá trình oxy hóa lipid và hư hỏng thực phẩm do vi sinh vật gây ra (Erkan et al., 2015). Theo báo cáo của nghiên cứu trước đây cho thấy, vỏ hành tây chứa một lượng lớn chất xơ cũng như polyphenolic, chất chống oxy hóa chủ yếu là quercetin và các dẫn xuất của nó, thuộc nhóm flavonoid (Benítez et al., 2011; Jaime et al., 2011). Ngoài ra, theo Chadorshabi et al. (2022) với một lượng đáng kể flavonoid và flavonol, chẳng hạn như quercetin và kaempferol trong vỏ hành tây được chứng minh là có đặc tính chống nấm và kháng khuẩn. Thêm vào đó, hàm lượng flavonoid trong vỏ cao hơn trong các bộ phận ăn được cũng được đề cập (Akdeniz, 2016). Theo Rose et al. (2005), một số hợp chất lưu huỳnh dễ bay hơi như thiosulfinate tạo nên mùi và hương vị đặc trưng và cũng là các hợp chất kháng khuẩn tốt được tìm thấy trong hành tây, giúp nó trở thành chất kháng khuẩn tự nhiên (Pszczola, 2002). Flavonoid trong hành tây đã được khẳng định là yếu tố chính chịu trách nhiệm về chất chống oxy hóa mạnh của một loạt các hoạt động được lý (Rice-Evans et al., 1997; Kuete, 2017). Các flavonoid chính được tìm thấy trong hành tây là quercetin-3,4'-O-di glucoside (QDG) và quercetin-4'-Omonoglucoside (QMG), chiếm khoảng 90% tổng hàm lượng flavonoid (Price, 1997; Bonaccorsi et al., 2008).

Các kết quả nghiên cứu gần đây đã nhấn mạnh hoạt tính chống oxy hóa của bột và chiết xuất vỏ hành tây trong việc ngăn ngừa quá trình oxy hóa lipid trong quá trình bảo quản cá. Ở một khía cạnh khác, sự phát triển nhanh chóng của vi khuẩn là nguyên nhân gây ra những thay đổi bất lợi về hình thức, sự phân hủy protein, cấu trúc cơ thịt, hương vị và mùi, làm giảm chất lượng cá (Tavares et al., 2021). Nugraheni et al. (2019) đã chứng minh các hợp chất có trong vỏ hành tây là chất bảo quản tự

nhiên phù hợp để sử dụng trong ngành công nghiệp thực phẩm. Do đó, tính oxy hóa cùng thành phần cũng như hàm lượng các hợp chất có trong cao chiết vỏ hành tây được xác định trong nghiên cứu này. Đồng thời, hiệu quả hoạt động chống oxy hóa lipid và kháng khuẩn đối với paste cá xay cũng được đánh giá trong quá trình bảo quản lạnh ( $4\pm1^{\circ}\text{C}$ ) của cao chiết vỏ hành tây.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Phương tiện, vật liệu thí nghiệm

Vỏ hành tây (*Allium cepa* L.) và cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) với khối lượng 700 - 800 g/con lần lượt được thu và mua tại chợ Tân An, thành phố Cần Thơ. Cá rô phi sau khi được vận chuyển về phòng thí nghiệm, được rửa sơ bộ. Sau đó, cá được cắt tiết, phi lê, lạng da, chỉnh hình, rửa sạch và để ráo. Thịt cá phi lê được tiến hành xay thô.

Thiết bị: máy cô quay chân không, máy đánh sóng siêu âm, tủ cấy sinh học, máy so màu quang phổ, nồi hấp tiệt trùng.

Chủng vi khuẩn *Staphylococcus aureus* ATCC25923 được cung cấp từ Viện Công nghệ sinh học. Đồng thời *Vibrio cholera*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Edwardsiella ictaluri* sử dụng trong nghiên cứu đến từ Khoa Bệnh học Thủy sản – Đại học Cần Thơ. Các chủng vi khuẩn *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Edwardsiella ictaluri* được phục hồi trên môi trường trypto-casein soy broth (TSB) và TSB bổ sung 1,5% NaCl.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Điều chế cao chiết

Quy trình chiết xuất cao chiết: Vỏ hành tây được loại bỏ bùn và bụi dưới vòi nước chảy. Vỏ hành tây được sấy ở  $55^{\circ}\text{C}$  trong 48 giờ, sau đó được nghiền thành bột. Bột vỏ hành tây khô với khối lượng 100 g được ngâm trong 1000 mL ethanol 70% ở  $37^{\circ}\text{C}$  và lắc trong 24 giờ (Benito-Román et al., 2021). Dịch chiết thu được thông qua giấy lọc và cô quay chân không. Cao chiết được bảo quản ở  $4^{\circ}\text{C}$  và sử dụng cho các phân tích đánh giá hoạt tính. Phần cao chiết dùng bảo quản cá được trữ ở  $-20^{\circ}\text{C}$  cho đến khi sử dụng.

#### 2.2.2. Định tính, định lượng các hợp chất tự nhiên

Thành phần hóa học có trong cao chiết vỏ hành tây được xác định theo phương pháp mô tả theo Jasuja et al. (2013) có hiệu chỉnh, được trình bày ở Bảng 1.

**Bảng 1. Phương pháp định tính cao chiết vỏ hành tây**

| Tên nhóm chất | Thuốc thử                   | Hiện tượng nhận biết                            |
|---------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|
| Alkaloid      | Mayer                       | Kết tủa trắng, dung dịch vàng nhạt              |
| Polyphenol    | FeCl <sub>3</sub> 10%       | Tủa màu xanh đen hoặc đỏ cam                    |
| Flavonoid     | NaOH 1%                     | Xuất hiện màu vàng đến cam đỏ                   |
| Saponin       | HCl 0,1 N + 5 mL NaOH 0,1 N | Tạo bọt bền, vẫn còn sau khi để yên 15 phút     |
| Tannin        | Chì acetate bão hòa         | Xuất hiện kết tủa                               |
| Glycoside     | Fehling                     | Xuất hiện kết tủa đỏ gạch sau khi đun cách thủy |

Định lượng polyphenol tổng (TPC): Thuốc thử Folin-Ciocateu được sử dụng để xác định hàm lượng polyphenol tổng (McDonald & Mascagni, 2001). Hỗn hợp phản ứng gồm 0,5 mL cao chiết và 0,1 mL thuốc thử Folin-Ciocalteu (0,5N), lắc đều và ủ ở nhiệt độ phòng 15 phút. Sau đó, 2,5 mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> bão hòa được thêm vào, ủ 30 phút ở nhiệt độ phòng và đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 765 nm. Kết quả được thể hiện bằng đương lượng acid gallic trên gam cao chiết (mg GAE/g cao chiết).

2.2.3. Khảo sát hoạt tính chống oxy hóa

*Khảo sát hiệu quả trung hòa gốc tự do 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)*: Khả năng kháng oxy hóa của các cao chiết vỏ hành tây được xác định theo phương pháp của Sharma and Bhat (2009). Hỗn hợp phản ứng gồm 100 µL DPPH và 100 µL cao chiết vỏ hành tây. Hỗn hợp phản ứng được ủ trong tối ở nhiệt độ phòng trong thời gian 60 phút và được đo độ hấp thụ quang phổ của DPPH ở bước sóng 517 nm.

*Khảo sát hiệu quả trung hòa gốc tự do ABTS<sup>•+</sup>*: Hoạt động loại bỏ gốc tự do được xác định bằng phương pháp khử màu ABTS<sup>•+</sup> mô tả bởi Nenadis et al. (2004). Khi cho chất kháng oxy hóa vào dung dịch chứa ABTS<sup>•+</sup>, các chất kháng oxy hóa sẽ khử ion ABTS<sup>•+</sup> thành ABTS làm cho dung dịch mất màu xanh. Hỗn hợp phản ứng gồm 10 µL cao chiết (hoặc chất chuẩn) và 990 µL gốc tự do ABTS<sup>•+</sup> được ủ trong vòng 6 phút ở nhiệt độ phòng. Hỗn hợp sau khi ủ được đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 734 nm.

*Khảo sát hoạt tính khử sắt (RP: reducing power)*: Tính khử sắt của cao chiết được xác định theo phương pháp của Padma et al. (2013). Acid gallic được sử dụng như chất đối chứng dương. Thử nghiệm được tiến hành như sau: 500 µL cao chiết (hoặc chất chuẩn) ở các nồng độ khảo sát khác nhau được cho vào 500 µL đệm phosphate (0,2 M, pH 6,6 - 7,2), tiếp theo cho 500 µL K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> 1% vào hỗn hợp, giữ hỗn hợp 20 phút ở 50°C. Sau đó, 500 µL CCl<sub>3</sub>COOH 10% được bổ sung, ly tâm 3000 vòng/10 phút. Dung dịch lớp trên với thể tích 500

µL được cho vào eppendorf, bổ sung 500 µL nước cất và 100 µL FeCl<sub>3</sub> 0,1%. Độ hấp thụ quang phổ được đo ở bước sóng 700 nm.

*Khả năng kháng oxy hóa tổng (TAC-total antioxidant capacity)*: Khả năng kháng oxy hóa tổng được xác định theo phương pháp phosphomolybdenum của Prieto et al. (1999). Acid gallic được sử dụng như chất đối chứng dương. Thử nghiệm được tiến hành như sau: Mẫu thử 100 µL ở các nồng độ khảo sát được cho vào 900 µL dung dịch A gồm có H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,6 M, sodium phosphate 28 mM, ammonium molybdate 4 mM. Hỗn hợp được ủ ở nhiệt độ 95°C trong 90 phút, đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 695 nm.

2.2.4. Khảo sát hoạt tính kháng khuẩn

Nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) của cao chiết vỏ hành tây trên *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Edwardsiella ictaluri* được thực hiện trên đĩa 96 giếng do Oonmetta-aree et al. (2006) và Sarker et al. (2017) mô tả.

Chiết xuất được pha loãng trong 25% DMSO. Trong khi đó, dung dịch resazurin và gentamicin (kiểm soát dương tính) được chuẩn bị trong nước khử ion vô trùng ở nồng độ lần lượt là 10 và 200 µg/mL. *Staphylococcus aureus*, *Edwardsiella ictaluri* được nuôi cấy trong môi trường TSB; *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae* được nuôi cấy trong môi trường TSB bổ sung 1,5% NaCl. Mật độ vi khuẩn thu được ở mức khoảng 5 × 10<sup>6</sup> CFU/mL. Một hỗn hợp chứa 50 µL mẫu chiết xuất, 50 µL dung dịch vi khuẩn và 20 µL dung dịch resazurin được nạp vào mỗi giếng. Sau khi ủ ở 37°C trong 18 giờ, các đĩa được quan sát để xác định nồng độ thấp nhất của chiết xuất, ức chế hoàn toàn sự phát triển của vi khuẩn thử nghiệm. Màu sắc chuyển từ tím sang hồng, biểu thị giá trị MIC (Drummond & Waigh, 2000). Thí nghiệm được lặp lại ba lần.

2.2.5. Khảo sát ảnh hưởng của cao chiết vỏ hành tây trong quá trình bảo quản lạnh khối paste cá

Thịt cá xay được phối trộn với cao chiết tại nồng độ 27 µg/g (giá trị IC<sub>50</sub>), 500 µg/g và 1000 µg/g (giá trị MIC) và mẫu cá đối chứng (không bổ sung cao chiết). Hỗn hợp cá xay được quét trong 15 phút và định hình thành khối paste cá với khối lượng 100 g/paste. Paste cá được hấp 10 phút, làm nguội, bao gói chân không bằng túi PA và bảo quản lạnh (4 ± 1°C). Mẫu được lấy vào các ngày 0, 4, 8, 12, 16, và 20 để xác định chỉ số PV và tổng số vi khuẩn ưa lạnh.

Chỉ số PV (peroxide value) được thực hiện theo phương pháp của IDF Standards (1991). Mẫu (7,5 g) đồng hóa với 30 mL dung dịch chloroform: methanol (2:1), lắc trong 3 giờ; ly tâm với tốc độ 700 xg ở 25°C trong 5 phút, thu phần dung dịch phía dưới và được dùng phân tích PV. Dịch chiết mẫu được cho phản ứng với dung dịch Fe<sup>2+</sup> và dung dịch

NH<sub>4</sub>SCN. Sau đó, dung dịch được so màu bằng máy quang phổ ở bước sóng 480 nm.

Tổng số vi khuẩn ưa lạnh được xác định theo phương pháp đổ đĩa (Salman et al., 2022). Mẫu 25g được đồng hóa vào 225 mL nước muối sinh lý và được pha loãng tại các nồng độ. Sau khi pha loãng, dung dịch mẫu được hút 1mL và cho vào đĩa petri với môi trường Plate Count Agar (PCA, Merck, Đức). Đĩa mẫu được ủ ở 7°C trong 7 ngày. Sau đó, tổng số vi khuẩn ưa lạnh được xác định.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả định tính, định lượng các hợp chất tự nhiên

Bảng 2 thể hiện thành phần hóa học của cao chiết vỏ hành. Kết quả này tương tự với kết quả nghiên cứu của Okon et al. (2024). Nghiên cứu trên chỉ ra sự có mặt của các nhóm hợp chất alkaloid, flavonoid, polyphenol, tannin và saponin.

**Bảng 2. Kết quả định tính thành phần hóa học cao chiết vỏ hành**

| Tên nhóm chất | Thuốc thử                   | Nhận diện |
|---------------|-----------------------------|-----------|
| Alkaloid      | Mayer                       | +         |
| Polyphenol    | FeCl <sub>3</sub> 10%       | +         |
| Flavonoid     | NaOH 1%                     | +         |
| Saponin       | HCl 0,1 N + 5 mL NaOH 0,1 N | +         |
| Tannin        | Chi acetate bão hòa         | +         |
| Glycoside     | Fehling                     | +         |

Ghi chú: (+): dương tính, (-): âm tính

Hoạt động chống oxi hóa xảy ra phổ biến trong nhiều loài thực vật được nhiều nghiên cứu chứng minh là có liên quan đến polyphenol và flavonoid (Chang et al., 2007). Kết quả định tính cho thấy, cao ethanol được chiết từ vỏ hành chứa nhiều hợp chất sinh học tiềm năng ứng dụng trong thực phẩm và dược phẩm.

Polyphenol phản ứng với các gốc tự do để tạo ra các gốc tự do bền hơn qua đó làm các phản ứng dây chuyền dừng lại. Chính điều này đã biến chúng trở thành nhóm chất kháng oxy hóa. Khả năng chống oxi hóa, chống lão hóa trên người của hợp chất phenolic được chứng minh thông qua nhiều nghiên cứu (Tungmunthum et al., 2018). Nghiên cứu của Dudonne et al. (2009) cho thấy mối tương quan cao giữa hoạt tính khử gốc tự do và tổng hàm lượng phenolic của 30 chất chiết xuất từ thực vật, mẫu có hàm lượng hợp chất phenolic cao thì có khả năng khử gốc tự do cao và ngược lại. Trong thí nghiệm này, hàm lượng polyphenol tổng (TPC) của cao chiết vỏ hành tây là 467 ± 1,66 mg GAE/g. Hàm lượng TPC này có giá trị lớn hơn nghiên cứu của Singh et al. (2009) với 384,7 ± 5,0 mg GAE/g khi

sử dụng ethyl acetate để chiết xuất cao chiết từ vỏ hành và nghiên cứu Yang et al. (2019) khi chiết xuất vỏ hành tây đỏ và vỏ hành vàng bằng dung môi ethanol 70% với hàm lượng TPC tương ứng là 233,40 và 335,14 mg GAE/g, theo kết quả nghiên cứu của Duan et al. (2015), hàm lượng TPC là 113,56 mg GAE/g khi ethanol 70% ethanol để chiết xuất cao chiết từ vỏ hành. Nghiên cứu của Singh et al. (2017) cũng cho thấy trong cao chiết vỏ hành chứa một lượng lớn phenolic tương tự (418,0 ± 34,4 mg GAE/g) khi chiết xuất bằng ethanol.

Hàm lượng phenolic của cao chiết vỏ hành tây cao hơn một số loại cao chiết thực vật khác như cỏ mực (132 mg GAE/g cao chiết) (Le et al., 2018), điệp cá (12,6 mg GAE/100 mg cao chiết) (Wang et al., 2006), trinh nữ (4,3 mg GAE/100 mg cao chiết) (Das et al., 2014), rau diệu (3,7 mg GAE/100 mg cao chiết) (Othman et al., 2016), rau má (2,4 mg GAE/100 mg cao chiết) (Dewi & Maryani, 2015), mướp đắng (1,02 mg GAE/100 mg cao chiết) (Rezaeizadeh et al., 2011), củ gừng (1 mg GAE/100 mg cao chiết) (Mojani et al., 2014), húng quế (0,07 mg GAE/100 mg cao chiết) (Aydemir & Becerik,

2011), củ tỏi (0,005 mg GAE/100 mg cao chiết) (Chekki et al., 2014). Ngoài ra, Poureza et al., (2013) chỉ ra rằng tính chất chống oxy hóa, lão hóa, kháng khuẩn và kháng ung thư là đặc tính của những hợp chất chuyển hóa thứ cấp như polyphenol và flavonoid vốn hiện diện nhiều trong các loài thực vật do đó tiềm năng về hoạt tính sinh học của vỏ hành tây một lần nữa được chứng minh.

### 3.2. Kết quả thử nghiệm hoạt tính kháng oxy hóa *in vitro*

#### 3.2.1. Kết quả hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết vỏ hành tây

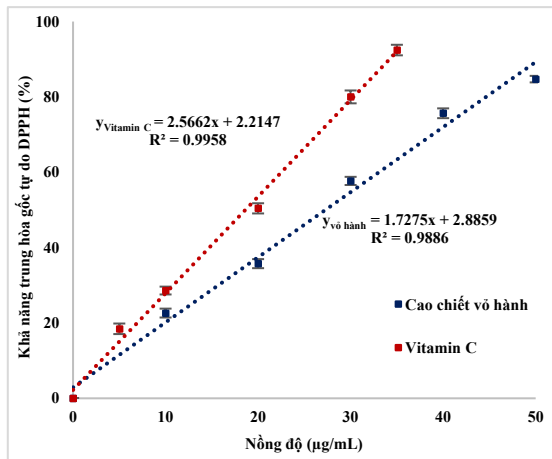
**Khả năng trung hòa gốc tự do DPPH**-cao chiết vỏ hành tây được pha loãng thành dãy nồng độ từ 10 - 50 µg/mL nhằm xác định khả năng trung hòa gốc tự do DPPH. Khả năng trung hòa gốc tự do DPPH (%) của cao chiết vỏ hành và Vitamin C được trình bày trong Hình 1. Hiệu quả trung hòa gốc tự do DPPH tăng từ  $22,63 \pm 1,18$  % đến  $84,72 \pm 0,87$ %. Hiệu quả kháng oxy hóa của cao chiết vỏ hành tây dựa trên hiệu quả trung hòa gốc tự do DPPH được tính theo đường chuẩn  $y = 1,7275x + 2,8859$  ( $R^2 = 0,9886$ ). Cao chiết vỏ hành tây có giá trị  $IC_{50}$  là 27 µg/mL cho thấy khả năng chống oxy kém hơn so với chất chuẩn Vitamin C với giá trị  $IC_{50}$  là 18,62 µg/mL. Giá trị  $IC_{50}$  của cao chiết vỏ hành tây trong nghiên cứu này thấp hơn so với nghiên cứu của Hajiguliyeva et al. (2021) với giá trị  $IC_{50}$  là 55,9 µg/mL.

**Khả năng trung hòa gốc tự do ABTS<sup>•+</sup>**: cao chiết vỏ hành tây được pha loãng thành dãy nồng độ từ 1 - 8 µg/mL để xác định khả năng trung hòa gốc tự do ABTS<sup>•+</sup>. Hiệu quả trung hòa gốc tự do của cao chiết tăng từ  $12,31 \pm 1,30$  % ở nồng độ 1 µg/mL đến  $61,30 \pm 1,09$  % ở nồng độ 8 µg/mL. Khả năng chống oxy hóa cũng như hiệu quả trung hòa gốc tự do ABTS<sup>•+</sup> của cao chiết vỏ hành tây được so sánh dựa vào giá trị  $IC_{50}$ . Giá trị  $IC_{50}$  của cao chiết vỏ hành được tính dựa vào phương trình hồi quy tuyến tính trình bày trong Hình 2. Kết quả nghiên cứu cho thấy, giá trị  $IC_{50}$  của vỏ hành là 6,44 µg/mL chứng minh khả năng chống oxy hóa mạnh hơn nghiên cứu Hajiguliyeva et al. (2021) với khả năng trung hòa

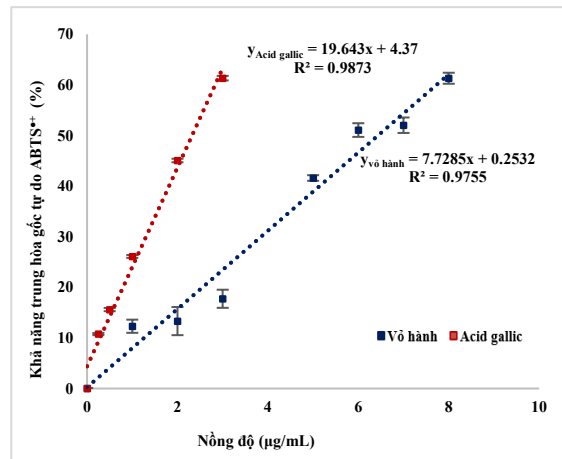
50% gốc tự do ABTS<sup>•+</sup> của cao chiết vỏ hành tây ở nồng độ 12,6 µg/mL.

**Hiệu quả trung hòa dựa trên hoạt tính khử sắt (RP)**: Hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết vỏ hành tây được đánh giá bằng cách sử dụng thử nghiệm khử sắt. Khảo sát này dựa theo nguyên tắc chất kháng oxy hóa sẽ khử ion  $Fe^{3+}$  trong phân tử kali ferricyanid thành  $Fe^{2+}$  và được khảo sát ở các nồng độ 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 (µg/mL). Giá trị OD ở bước sóng 700 nm được khảo sát theo từng nồng độ ở Hình 3 cho thấy khả năng khử sắt tỉ lệ thuận với nồng độ cao chiết vỏ hành tây. Hiệu quả chống oxy hóa của cao chiết vỏ hành tây theo phương pháp khử sắt được so sánh với chất chuẩn gallic acid bằng cách sử dụng nồng độ mà tại đó chất chuẩn hay cao chiết (µg/mL) có giá trị OD<sub>0,5</sub>. Dựa vào phương trình đường chuẩn gallic acid ( $y = 0,0297x + 0,116$ ,  $R^2 = 0,9800$ ) và cao chiết vỏ hành tây ( $y = 0,0167x - 0,0337$ ,  $R^2 = 0,9993$ ), giá trị OD<sub>0,5</sub> của acid garlic và cao chiết vỏ hành tây lần lượt là 12,93 µg/mL và 27,92 µg/mL. Trong nghiên cứu này, hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết vỏ hành tây thấp hơn acid gallic khoảng 2,16 lần. Các nhóm polyphenol và flavonoid đã được nghiên cứu là có hoạt tính sinh học cao, đặc biệt là khả năng kháng oxy hóa. Theo Chang et al., (2001) các nhóm polyphenol thông qua khả năng kháng oxy hóa mà hoạt động như một chất khử cung cấp hydro và làm dừng hoạt động của các gốc oxy tự do. Một nhóm các thành phần tự nhiên hiện diện ở thực vật được chứng minh có hoạt tính kháng oxy hoá dựa vào quá trình khử hoặc bắt gốc tự do được biết là flavonoid (Baharfar et al., 2015)

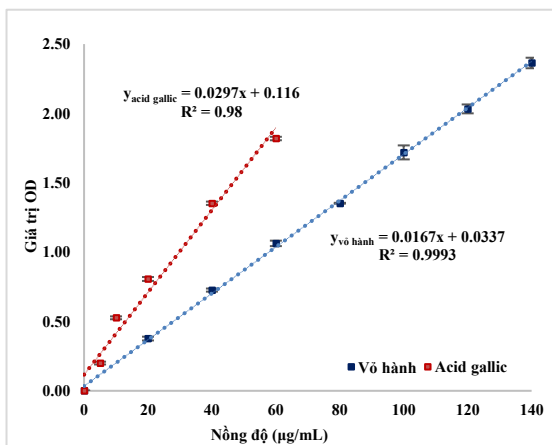
**Khả năng kháng oxy hóa tổng (TAC-total antioxidant capacity)**: Theo sự tăng dần nồng độ từ 70 đến 236 µg/mL thì độ hấp thụ quang phổ của các cao chiết cũng tăng dần (Hình 4). Điều đó chứng tỏ nồng độ của cao chiết tỉ lệ thuận với độ hấp thụ quang phổ, nồng độ của cao chiết càng cao thì độ hấp thụ quang phổ càng lớn và ngược lại. Kết quả cho thấy năng lực khử của các cao chiết vỏ hành tây với giá trị OD<sub>0,5</sub> = 191,43 µg/mL thấp hơn 10,81 lần so với chất chuẩn acid gallic (OD<sub>0,5</sub> = 10,460 µg/mL).



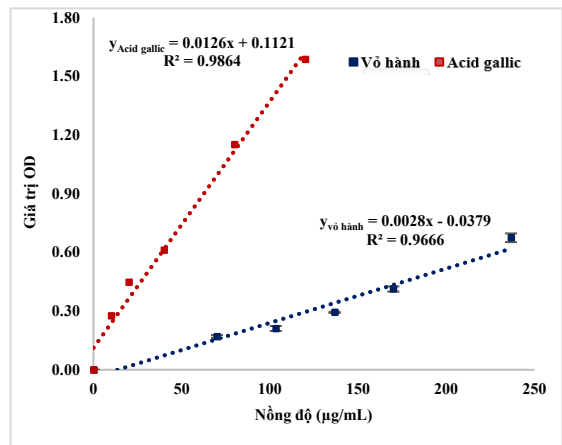
Hình 1. Khả năng trung hòa gốc tự do DPPH (%) của cao chiết vỏ hành tây và Vitamin C



Hình 2. Khả năng trung hòa gốc tự do ABTS<sup>+</sup> (%) của cao chiết vỏ hành tây và acid gallic



Hình 3. Hiệu quả trung hòa dựa trên tính khử sắt (RP) của cao chiết vỏ hành tây và acid gallic



Hình 4. Khả năng kháng oxy hóa tổng (TAC) của cao chiết vỏ hành tây và acid gallic

### 3.2.2. Kết quả hoạt tính kháng khuẩn của cao chiết vỏ hành tây

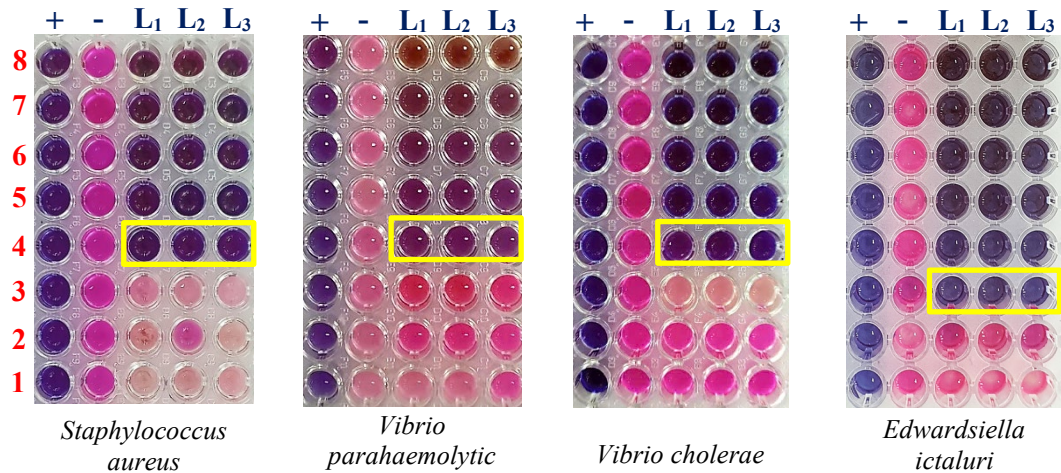
Khả năng kháng khuẩn của cao chiết vỏ hành tây trong thí nghiệm này được thực hiện trên dòng vi khuẩn *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Edwardsiella ictaluri*. Kết quả giá trị MIC được trình bày Bảng 3 cho thấy, cao chiết vỏ hành tây có giá trị MIC đối với vi khuẩn *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, không thấy sự chuyển hồng trong các giếng ở hàng 4 - 8 với nồng độ cao chiết từ 1000 - 16000 µg/mL, cho thấy không có sự phát triển của vi khuẩn trong các giếng đó (Hình 5). Trong khi đó, các giếng (1 - 3) chứa cao chiết vỏ hành tây với nồng độ thấp hơn (từ 125 đến 500 µg/mL) quan sát thấy sự thay đổi màu sang hồng, cho thấy có sự phát triển của vi khuẩn trong

các giếng đó, giá trị MIC đối với *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae* được xác định là 1000 µg/mL. Tương tự đối với vi khuẩn *Edwardsiella ictaluri* giá trị MIC được xác định là 500 µg/mL. Kết quả nghiên cứu của Kuete (2010) cho thấy chiết xuất từ thực vật có hoạt tính kháng khuẩn mạnh (MIC < 100 µg/mL), trung bình (100 < MIC ≤ 625 µg/mL), yếu (MIC > 625 µg/mL) hoặc không có (MIC > 2500 µg/mL). Như vậy, cao chiết vỏ hành tây có hoạt tính kháng khuẩn tương đối yếu đối với vi khuẩn gram dương và vi khuẩn gram âm. Nghiên cứu của Sharma et al. (2018) ghi nhận khả năng kháng khuẩn cao của vỏ hành tây đối với các dòng vi khuẩn *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus cereus* và nấm *Aspergillus niger*, *Trichoderma viride*, *Penicillium cyclopium*. Vỏ hành tây chứa một lượng lớn

flavonoid và flavonol, chẳng hạn như quercetin và kaempferol đã được chứng minh là có hoạt tính kháng nấm và kháng khuẩn. Theo nghiên cứu Nugraheni et al. (2019) cũng cho rằng hàm lượng quercetin có liên quan đến đặc tính kháng khuẩn của cao chiết vỏ hành tây.

**Bảng 3. Kết quả MIC của cao chiết vỏ hành tây**

| STT | Chủng vi khuẩn                 | MIC (µg/mL) |
|-----|--------------------------------|-------------|
| 1   | <i>Staphylococcus aureus</i>   | 1000        |
| 2   | <i>Vibrio parahaemolyticus</i> | 1000        |
| 3   | <i>Vibrio cholerae</i>         | 1000        |
| 4   | <i>Edwardsiella ictaluri</i>   | 500         |



**Hình 5. Khả năng kháng khuẩn của cao chiết vỏ hành tây đối với *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Edwardsiella ictaluri***

\*Ghi chú: (+): đối chứng dương; (-): đối chứng âm; L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>: Lần lặp lại. “1”: Nồng độ cao chiết là 125 µg/mL; “2”: Nồng độ cao chiết là 250 µg/mL; “3”: Nồng độ cao chiết là 500 µg/mL; “4”: Nồng độ cao chiết là 1000 µg/mL; “5”: Nồng độ cao chiết là 2000 µg/mL; “6”: Nồng độ cao chiết là 4000 µg/mL; “7”: Nồng độ cao chiết là 8000 µg/mL; “8”: Nồng độ cao chiết là 16000 µg/mL

### 3.3. Ảnh hưởng của cao chiết vỏ hành tây trong quá trình bảo quản lạnh paste cá

#### 3.3.1. Sự biến đổi chỉ số PV trong quá trình bảo quản lạnh

Sự oxy hóa lipid là một trong những tác nhân gây ảnh hưởng xấu đến chất lượng sản phẩm thông qua phản ứng tự oxy hóa và phản ứng có sự tham gia của enzyme như lipoxygenase, peroxidase diễn ra trong quá trình bảo quản (Nirmal & Benjakul, 2009). Trong quá trình bảo quản, sự thay đổi chỉ số PV của paste cá được thể hiện qua Bảng 5. Vào ngày đầu tiên của quá trình bảo quản, giá trị PV nằm trong khoảng 0,020 - 0,024 meq/kg và tăng dần đến 0,112 - 0,181 meq/kg vào ngày 20 của quá trình bảo quản. Nguyên nhân làm cho giá trị PV tăng lên trong quá trình bảo quản là do sự tạo thành các gốc tự do từ sự oxy hóa của chất béo chứa nhiều nối đôi từ đó tạo thành các hợp chất hydroperoxide (Benjakul et al., 2005; Nirmal, 2011). Chỉ số PV của mẫu bổ sung cao chiết ở nồng độ 500 và 1000 µg/g thấp hơn và

khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) so với mẫu không bổ sung cao chiết và mẫu có 27 µg/g cao chiết lần lượt từ ngày 8 và ngày 20 của quá trình bảo quản. Kết quả thu được cho thấy, cao chiết vỏ hành tây ở nồng độ 500 và 1000 µg/g có hiệu quả chống oxy hóa lipid của paste cá. Vỏ hành tây có hoạt tính chống oxy hóa vượt trội do có hàm lượng phenol và flavonoid cao (Decker et al., 2005). Quercetin, một flavonoid chính có trong hành tây, hoạt động như một chất chống oxy hóa ngăn ngừa quá trình oxy hóa lipid bằng cách phá vỡ chuỗi hoặc phản ứng trực tiếp với các gốc lipid (Tang & Cronin, 2007). Quercetin chủ yếu có trong hành tây dưới dạng hỗn hợp 4-monoglucoside và 3,4-diglucoside (Güner et al., 2021). Kết thúc quá trình bảo quản, giá trị PV mẫu bổ sung cao chiết nồng độ 500 và 1000 µg/g thấp nhất với giá trị lần lượt là 0,112; 0,124 meq/kg và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ). Kết quả này chứng minh được hiệu quả tương đồng ngăn chặn sự oxy hóa lipid của cao chiết vỏ hành tây tại nồng độ 500 và 1000 µg/g khi bảo quản paste cá

**Bảng 4. Chỉ số Peroxide (meq/kg) của chả cá trong thời gian bảo quản lạnh**

| Thời gian (ngày) | Nồng độ cao chiết bổ sung vào paste cá (µg/g) |                           |                           |                          |
|------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                  | 0                                             | 27                        | 500                       | 1000                     |
| 0                | 0,024±0,004 <sup>a</sup>                      | 0,023±0,002 <sup>a</sup>  | 0,023±0,006 <sup>a</sup>  | 0,020±0,004 <sup>a</sup> |
| 4                | 0,031±0,002 <sup>a</sup>                      | 0,028±0,004 <sup>a</sup>  | 0,024±0,006 <sup>a</sup>  | 0,021±0,006 <sup>a</sup> |
| 8                | 0,071±0,005 <sup>a</sup>                      | 0,064±0,008 <sup>ab</sup> | 0,053±0,006 <sup>b</sup>  | 0,048±0,007 <sup>b</sup> |
| 12               | 0,101±0,008 <sup>a</sup>                      | 0,085±0,008 <sup>ab</sup> | 0,067±0,006 <sup>bc</sup> | 0,061±0,006 <sup>c</sup> |
| 16               | 0,149±0,008 <sup>a</sup>                      | 0,115±0,006 <sup>b</sup>  | 0,096±0,011 <sup>b</sup>  | 0,101±0,005 <sup>b</sup> |
| 20               | 0,181±0,006 <sup>a</sup>                      | 0,157±0,006 <sup>b</sup>  | 0,124±0,008 <sup>c</sup>  | 0,112±0,004 <sup>c</sup> |

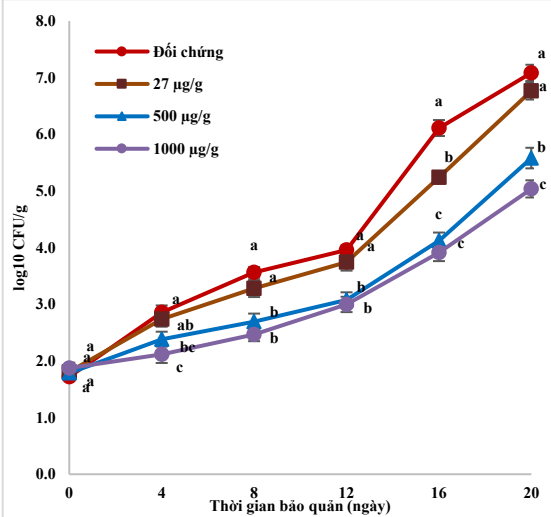
Ghi chú: Số liệu được mô tả dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (n=3). Những chữ cái (a, b, c, d) khác nhau trong cùng một hàng thì biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05).

**3.3.2. Sự biến đổi tổng số vi khuẩn ưa lạnh trong quá trình bảo quản**

Vi khuẩn ưa lạnh giữ vai trò quan trọng trong nhóm vi sinh vật gây hư hỏng thực phẩm bởi vì chúng chủ yếu liên quan đến những thay đổi cảm quan như thuộc tính về mùi, cấu trúc và hương vị, có thể tạo ra các hợp chất trao đổi chất khác nhau như ceton, andehyde, sunfua dễ bay hơi và các chất sinh học amin (Safari & Yosefian, 2006). Mặc dù các giới hạn đối với vi khuẩn ưa lạnh không nằm trong phạm vi pháp luật quy định, khi mật số cao nhóm vi khuẩn này có góp phần làm giảm thời hạn sử dụng của sản phẩm (Leitão & Rios, 2000; Gerges et al., 2016). Trong suốt 20 ngày bảo quản lạnh, kết quả phân tích cho thấy mật số vi khuẩn ưa lạnh ở mẫu đối chứng luôn cao hơn so với các nghiệm thức có xử lý cao chiết vỏ hành. Mật số vi khuẩn ưa lạnh của mẫu 500 và 1000 µg/g khác biệt có ý nghĩa thống kê với mẫu không bổ sung cao từ ngày thứ 4 (p < 0,05). Sau 8 ngày bảo quản, mẫu bổ sung 27 µg/g có mật số vi khuẩn ưa lạnh cao hơn mẫu 500 và 1000 µg/g (p < 0,05). Và sự khác biệt giữa hai mẫu 500 và 1000 µg/g được ghi nhận từ ngày 20. Kết quả này cho thấy cao chiết vỏ hành tây tại nồng độ 500 và 1000 µg/g có khả năng ức chế sự phát triển của vi khuẩn ưa lạnh trong quá trình bảo quản paste cá.

Hành tây chứa các hợp chất lưu huỳnh, polyphenol, flavonoid, tannin, saponin và axit béo có thể ức chế hoặc làm chậm quá trình tổng hợp DNA và protein ở vi khuẩn, khiến chúng trở thành tác nhân kháng khuẩn hiệu quả (Hsieh et al., 2001). Các hoạt động kháng khuẩn của vỏ hành tây và chiết xuất của nó trên nhiều loài vi khuẩn và nấm đã được ghi nhận (Block et al., 1993). Kết thúc quá trình bảo quản mẫu đối chứng có tổng số vi khuẩn ưa lạnh là  $7,09 \pm 0,14 \log_{10}\text{CFU/g}$ , vượt quá giới hạn theo đề xuất của Leitão and Rios (2000) công bố cho rằng mật số vi khuẩn ưa lạnh trên  $7,0 \log_{10}\text{CFU/g}$  thì có

liên quan đến sự hư hỏng của mẫu thực phẩm thủy sản, trong khi các mẫu bổ sung cao chiết (27, 500, 1000 µg/g) vẫn chưa vừa qua giới hạn  $7,0 \log_{10}\text{CFU/g}$  với tổng số vi sinh vật ưa lạnh là  $6,77 \pm 0,15$ ;  $5,58 \pm 0,18$ ;  $5,04 \pm 0,15 \log_{10}\text{CFU/g}$ .



**Hình 6. Sự thay đổi tổng số vi khuẩn ưa lạnh trong quá trình bảo quản**

**4. KẾT LUẬN**

Kết quả phân tích cho thấy cao chiết vỏ hành tây có khả năng chống oxy hóa do có chứa hàm lượng phenolic hơn 467 mg GAE/g. Bên cạnh đó, khả năng kháng khuẩn của cao chiết vỏ hành tây cũng được chứng minh đối với các dòng vi khuẩn thuộc các loài *Edwardsiella ictaluri*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus* và *Vibrio cholerae* với các giá trị MIC lần lượt là 500 và 1000 µg/mL. Mẫu cá được bổ sung cao chiết vỏ hành ở nồng độ 500 và 1000 µg/mL cho kết quả tốt nhất trong việc kiểm hãm quá trình oxy hóa của lipid và ngăn chặn quá trình phát triển của vi khuẩn ưa lạnh. Kết quả từ nghiên cứu này cho thấy hiệu quả của cao chiết vỏ hành tây trong bảo quản paste cá.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

- Akdeniz, B. (2016). *Evaluation of different coating materials for encapsulation of phenolic compounds extracted from onion (Allium cepa) skin*. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Food Engineering Department of Middle East Technical University.
- Aydemir, T., & Becerik, S. (2011). Phenolic content and antioxidant activity of different extracts from *Ocimum basilicum*, *Apium graveolens* and *Lepidium sativum* seeds. *Journal of Food Biochemistry*, 35(1), 62-79. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2010.00366.x>
- Baharfar, R., Azimi, R., & Mohseni, M. (2015). Antioxidant and antibacterial activity of flavonoid-, polyphenol and anthocyanin-rich extracts from *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen aerial parts. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6777-6783. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1752-0>
- Benítez, V., Mollá, E., Martín-Cabrejas, M. A., Aguilera, Y., López-Andréu, F. J., Cools, K., Terry L. A., & Esteban, R. M. (2011). Characterization of industrial onion wastes (*Allium cepa* L.): dietary fibre and bioactive compounds. *Plant Foods for Human Nutrition*, 66, 48-57. <https://doi.org/10.1007/s11130-011-0212-x>
- Benito-Román, Ó., Blanco, B., Sanz, M. T., Beltrán, S. (2021). Freeze-dried extract from onion (*Allium cepa* cv. Horcal) skin wastes: Extraction intensification and flavonoids identification. *Food Bioprod Process.* 130, 92-105. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2021.09.005>
- Benjakul, S., Visessanguan, W., Phongkanpai, V., & Tanaka, M. (2005). Antioxidative activity of caramelisation products and their preventive effect on lipid oxidation in fish mince. *Food Chemistry*, 90(1-2), 231-239. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.045>
- Block, E., Naganathan, S., Putman, D., & Zhao, S. H. (1993). Organosulfur chemistry of garlic and onion: Recent results. *Pure and Applied Chemistry*, 65(4), 625-632. <https://doi.org/10.1351/pac199365040625>
- Bonaccorsi, P., Caristi, C., Gargiulli, C., & Leuzzi, U. (2008). Flavonol glucosides in *Allium* species: A comparative study by means of HPLC-DADESI-MS-MS. *Food Chem.*, 107, 1668-73. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.053>
- Chadorshabi, S., Hallaj-Nezhadi, S., & Ghasempour, Z. (2022). Red onion skin active ingredients, extraction and biological properties for functional food applications. *Food Chemistry*, 386, 132737. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132737>
- Chang, H. C., Huang, G. J., Agrawal, D. C., Kuo, C. L., Wu, C. R., & Tsay, H. S. (2007). Antioxidant activities and polyphenol contents of six folk medicinal ferns used as "Gusuibu". *Botanical Studies*, 48(4), 397-406.
- Chang, S. T., Wu, J. H., Wang, S. Y., Kang, P. L., Yang, N. S., & Shyur, L. F. (2001). Antioxidant activity of extracts from *Acacia confusa* bark and heartwood. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(7), 3420-3424. <https://doi.org/10.1021/jf0100907>
- Chekki, R. Z., Snoussi, A., Hamrouni, I., & Bouzouita, N. (2014). Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of Tunisian garlic (*Allium sativum*) essential oil and ethanol extract. *Mediterranean Journal of Chemistry*, 3(4), 947-956. <https://doi.org/10.13171/mjc.3.4.2014.09.07.11>
- Das, K., Yasin, M., Mahbub, N. U., Islam, M. S., & Mahbuba, N. (2014). Evaluation of antioxidant and cytotoxic activity of methanolic extract of *Mimosa pudica* leaves. *The Pharma Innovation*, 3(4).
- Decker, E. A., Warner, K., Richards, M. P., & Shahidi, F. (2005). Measuring antioxidant effectiveness in food. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4303-4310. <https://doi.org/10.1021/jf058012x>
- Dewi, R. T., & Maryani, F. (2015). Antioxidant and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory compounds of Centella asiatica. *Procedia Chemistry*, 17, 147-152. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.12.130>
- Drummond, A. J., & Waigh, R. (2000). *The development of microbiological methods for phytochemical screening*.
- Duan, Y., Jin, D. H., Kim, H. S., Seong, J. H., Lee, Y. G., Kim, D. S., Chung, H.S., & Jang, S. H. (2015). Analysis of total phenol, flavonoid content and antioxidant activity of various extraction solvents extracts from onion (*Allium cepa* L.) peels. *Journal of the Korean Applied Science and Technology*, 32(3), 418-426. <https://doi.org/10.12925/jkocs.2015.32.3.418>
- Dudonne, S., Vitrac, X., Coutiere, P., Woillez, M., & Mérillon, J. M. (2009). Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(5), 1768-1774. <https://doi.org/10.1021/jf803011r>

- Erkan, N., Doğruyol, H., Günlü, A., & Genç, İ. Y. (2015). Use of natural preservatives in seafood: Plant extracts, edible film and coating. *Food and Health*, 1(1), 33-49. DOI: 10.3153/JFHS15004
- FAO. (2018). *World onion production. Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <http://www.fao.org/faostat/en/>
- Gawlik-Dziki, U., Kaszuba, K., Piwowarczyk, K., Świeca, M., Dziki, D., & Czyż, J. (2015). Onion skin—Raw material for the production of supplement that enhances the health-beneficial properties of wheat bread. *Food Research International*, 73, 97-106. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.02.008>
- Gerges, T. M., Selim, A., & Osman, M. (2016). Improvement the shelf life of tilapia fillets stored at chilling condition. *Benha Veterinary Medical Journal*, 31(2), 45-55. <https://doi.org/10.21608/bvmj.2016.31260>
- Güner, S., Boz, Z., Yağız, Y., Topalcengiz, Z., Welt, B. A., Sarnoski, P., Simonne, A., Kristinsson H. G., & Marshall, M. R. (2021). Investigation of phenolic compounds and antioxidant activity in red and yellow onions and a synergistic utilization of skin extract in modified atmosphere packaging of salmon (*Salmo salar*). *Packaging Technology and Science*, 34(6), 371-382. <https://doi.org/10.1002/pts.2568>
- Hajiguliyeva, S., Yilmaz Sarialtin, S., Kurtul, E., Eryilmaz, M., Gürpınar, S. S., Yaylaci, B., Çoban, T., & Bahadır Acikara, Ö. (2021). Evaluation of biological activities of onion from Turkey and determination of phytochemical contents. *J Res Pharm*, 25(5), 554-563. <http://dx.doi.org/10.29228/jrp.46>
- Hsieh, P. C., Mau, J. L., & Huang, S. H. (2001). Antimicrobial effect of various combinations of plant extracts. *Food Microbiology*, 18(1), 35-43. <https://doi.org/10.1006/fmic.2000.0376>
- International IDF Standards. (1991). *International Dairy Federation*, IDF-Square Vergote 41, Brussels, Belgium, sec.74A:1991.
- Jaime, L., Mollá, E., Fernández, A., Martín-Cabrejas, M. A., López-Andréu, F. J., & Esteban, R. M. (2002). Structural carbohydrate differences and potential source of dietary fiber of onion (*Allium cepa* L.) tissues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1), 122-128. <https://doi.org/10.1021/jf010797t>
- Jasuja, N. D., Sharma, S. K., Saxena, R., Choudhary, J., Sharma, R., & Joshi, S. C. (2013). Antibacterial, antioxidant and phytochemical investigation of *Thuja orientalis* leaves. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(25), 1886-1893. DOI: 10.5897/JMPR12.1323
- Kuete, V. (2010). Potential of Cameroonian plants and derived products against microbial infections: A review. *Planta Medica*, 76(14), 1479-1491. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1250027>
- Kuete, V. (2017). *Medicinal Spices and Vegetables from Africa* (Academic Press). Chapter 14 – *Allium Cepa* pp. 353-361. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809286-6.00014-5>
- Le, Q. U., Lay, H. L., & Wu, M. C. (2018). Antioxidant activities and HepG2 cells growth inhibitory capacity of whole plant ethanol extracts (*Eclipta alba* Hassk and *Mesona procumbens* Hemsl). *Journal of Food Biochemistry*, 42(2), e12454. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12454>
- Leitão, M. F. D. F., & Rios, D. D. P. A. (2000). Microbiological and chemical changes in freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) stored under refrigeration. *Brazilian Journal of Microbiology*, 31, 177-182. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822000000300006>
- McDonald, A. J., & Mascagni, F. (2001). Colocalization of calcium-binding proteins and GABA in neurons of the rat basolateral amygdala. *Neuroscience*, 105(3), 681-693. [https://doi.org/10.1016/S0306-4522\(01\)00214-7](https://doi.org/10.1016/S0306-4522(01)00214-7)
- Mojani, M. S., Ghasemzadeh, A., Rahmat, A., Loh, S. P., & Ramasamy, R. (2014). Assessment of bioactive compounds, nutritional composition and antioxidant activity of Malaysian young ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *International Food Research Journal*, 21(5), 1931.
- Nenadis, N., Wang, L. F., Tsimidou, M., & Zhang, H. Y. (2004). Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS+• assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4669-4674. <https://doi.org/10.1021/jf0400056>
- Nirmal, N. P. (2011). *Inhibition of polyphenoloxidase and melanosis in pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) by phenolic compounds*. A thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in Food Science and Technology Prince of Songkla University.
- Nirmal, N. P., & Benjakul, S. (2009). Effect of ferulic acid on inhibition of polyphenoloxidase and quality changes of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during iced storage. *Food Chemistry*, 116(1), 323-331. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.02.054>
- Nugraheni, I. P. A., Widyastika, D., Maulida, S., Susilowati, H., & Jonarta, A. L. (2019). Effect of Red Onion (*Allium cepa* var *ascalonicum*) Skin Ethanol Extract on the Motility and the

- Adhesion Index of *Pseudomonas aeruginosa* and Macrophage Phagocytosis Index. *Majalah Obat Tradisional*, 24(1), 40-46.  
<https://doi.org/10.22146/mot.45532>
- Okon, O. E., Ajienna, J. A., Ikiensikimama, S. S., & Akaranta, O. E. (2024). Phytochemical characterization of selected agro-waste extracts as kinetic inhibitors in methane hydrates formation. *Results in Engineering*, 102429.  
<https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102429>
- Oonmetta-aree, J., Suzuki, T., Gasaluck, P., & Eumkeb, G. (2006). Antimicrobial properties and action of galangal (*Alpinia galanga* Linn.) on *Staphylococcus aureus*. *LWT-Food Science and Technology*, 39(10), 1214-1220.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.06.015>
- Othman, A., Ismail, A., Hassan, F. A., Yusof, B. N. M., & Khatib, A. (2016). Comparative evaluation of nutritional compositions, antioxidant capacities, and phenolic compounds of red and green sessile joyweed (*Alternanthera sessilis*). *Journal of Functional Foods*, 21, 263-271.  
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.12.014>
- Padma, R., Parvathy, N. G., Renjith, V., Kalpana, P. R., & Rahate, P. (2013). Quantitative estimation of tannins, phenols and antioxidant activity of methanolic extract of *Imperata cylindrica*. *Int J Res Pharm Sci*, 4(1), 73-7.
- Pourreza, N. (2013). *Phenolic compounds as potential antioxidant*. Jundishapur journal of natural pharmaceutical products, 8(4), 149.  
<https://doi.org/10.17795/jjnpp-15380>
- Price, K. R., & Rhodes, M. J. C. (1997). Analysis of the major flavonol glycosides present in four varieties of onion (*Allium cepa*) and changes in composition resulting from autolysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74(3), 331-339.  
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199707\)74:3<331::AID-JSFA806>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199707)74:3<331::AID-JSFA806>3.0.CO;2-C)
- Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry*, 269(2), 337-341.  
<https://doi.org/10.1006/abio.1999.4019>
- Pszczola, D. E. (2002). Antimicrobials: setting up additional hurdles to ensure food safety. *Food Technology*, 56(6), 99-108.
- Rezaeizadeh, A., Zuki, A. B. Z., Abdollahi, M., Goh, Y. M., Noordin, M. M., Hamid, M., & Azmi, T. I. (2011). Determination of antioxidant activity in methanolic and chloroformic extracts of *Momordica charantia*. *African Journal of Biotechnology*, 10(24), 4932-4940.
- Rice-Evans, C., Miller, N., & Paganga, G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2(4), 152-159.  
[https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(97\)01018-2](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(97)01018-2)
- Rose, P., Whiteman, M., Moore, P. K., & Zhu, Y. Z. (2005). Bioactive S-alk(en)yl cysteine sulfoxide metabolites in the genus *Allium*: the chemistry of potential therapeutic agents. *Natural Product Reports*, 22(3), 351-368.  
<https://doi.org/10.1039/B417639C>
- Safari, R., & Yosefian, M. (2006). Changes in TVN (Total Volatile Nitrogen) and psychrotrophic bacteria in Persian sturgeon Caviar (*Acipenser persicus*) during processing and cold storage. *Journal of Applied Ichthyology*, 22.  
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.00997.x>
- Salman, A. S. M., Hussain, A., Sultana, S., Bhattacharjee, D., Jafor Bapary, M. A., Ahmmed, M. K., Islam, J., & Sayeed, A. (2022). Effect of Storage Conditions on the Quality Attributes of Value-added Cutlets Produced from Low-cost Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 31(5), 430-444.  
<https://doi.org/10.1080/10498850.2022.2060054>
- Sarker, S. D., Nahar, L., & Kumarasamy, Y. (2007). Microtitre plate-based antibacterial assay incorporating resazurin as an indicator of cell growth, and its application in the *in vitro* antibacterial screening of phytochemicals. *Methods*, 42(4), 321-324.  
<https://doi.org/10.1016/J.YMETH.2007.01.006>
- Sharma, K., Mahato, N., & Lee, Y. R. (2018). Systematic study on active compounds as antibacterial and antibiofilm agent in aging onions. *Journal of Food and Drug Analysis*, 26(2), 518-528.  
<https://doi.org/10.1016/j.jfda.2017.06.009>
- Sharma, O. P., & Bhat, T. K. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry*, 113(4), 1202-1205.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.008>
- Singh, B. N., Singh, B. R., Singh, R. L., Prakash, D., Singh, D. P., Sarma, B. K., Upadhyay G., & Singh, H. B. (2009). Polyphenolics from various extracts/fractions of red onion (*Allium cepa*) peel with potent antioxidant and antimutagenic activities. *Food and Chemical Toxicology*, 47(6), 1161-1167.  
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.02.004>
- Singh, V., Krishan, P., & Shri, R. (2017). Extraction of antioxidant phytoconstituents from onion

- waste. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(1), 502-505.
- Sultanbawa, Y. (2011). Plant antimicrobials in food applications: Minireview. *Science against microbial pathogens: Communicating current research and technological advances*, 2, 1084-99.
- Tang, X., & Cronin, D. A. (2007). The effects of brined onion extracts on lipid oxidation and sensory quality in refrigerated cooked turkey breast rolls during storage. *Food Chemistry*, 100(2), 712-718.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.042>
- Tavares, J., Martins, A., Fidalgo, L. G., Lima, V., Amaral, R. A., Pinto, C. A., Silva, A. M., & Saraiva J. A. (2021). Fresh Fish Degradation and Advances in Preservation Using Physical Emerging Technologies. *Foods*, 10, 780.  
<https://doi.org/10.3390/FOODS10040780>
- Tungmunnithum, D., Thongboonyou, A., Pholboon, A., & Yangsabai, A. (2018). Flavonoids and other phenolic compounds from medicinal plants for pharmaceutical and medical aspects: An overview. *Medicines*, 5(3), 93.  
<https://doi.org/10.3390/medicines5030093>
- Wang, K. H., Lin, R. D., Hsu, F. L., Huang, Y. H., Chang, H. C., Huang, C. Y., & Lee, M. H. (2006). Cosmetic applications of selected traditional Chinese herbal medicines. *Journal of Ethnopharmacology*, 106(3), 353-359.  
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.01.010>
- Yang, S. J., Paudel, P., Shrestha, S., Seong, S. H., Jung, H. A., & Choi, J. S. (2019). *In vitro* protein tyrosine phosphatase 1B inhibition and antioxidant property of different onion peel cultivars: A comparative study. *Food Science & Nutrition*, 7(1), 205-215.  
<https://doi.org/10.1002/fsn.3.863X>