

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỐNG OXY HÓA CỦA DỊCH CHIẾT HÀNH, TỎI, HÀNH TẮM VÀ ỨNG DỤNG TRONG BẢO QUẢN DẦU LẠC TRUYỀN THỐNG

Nguyễn Thị Thủy Tiên*, Trần Bảo Khánh, Nguyễn Hiền Trang
 Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Tác giả liên hệ: nguyenthithuytien84@huaf.edu.vn

Nhận bài: 09/05/2022 Hoàn thành phản biện: 19/07/2022 Chấp nhận bài: 29/07/2022

TÓM TẮT

Chất chống oxy hóa của hành, tỏi và hành tằm được chiết với ethanol 99% ở các tỷ lệ nguyên liệu : dung môi 1:2; 1:3 và 1:4 (w/v). Tỷ lệ 1:4 có hiệu suất chiết cao nhất ở cả 3 loại nguyên liệu, trong đó, tỏi có hiệu suất thu hồi cao chiết cao nhất, đạt 19,81% so với 18,23% và 16,90% của hành tằm và hành. Phương pháp bắt gốc tự do DPPH (2,2 – Diphenyl – 1 –picrylhydrazyl) được sử dụng để đánh giá khả năng chống oxy hóa của cao chiết hành, tỏi và hành tằm. Tỷ lệ bắt gốc tự do của cao chiết tỏi cao hơn so với hành tằm và hành ở tất cả các nồng độ khảo sát, 300, 600 và 900 µg/L. Nồng độ cao chiết càng cao, tỷ lệ bắt gốc tự do càng lớn. Ở nồng độ 900 µg/L của cao chiết tỏi, hành tằm và hành, tỷ lệ bắt gốc tự do đạt lần lượt 51,13%, 48,97% và 20,78%. Bổ sung cao chiết tỏi vào dầu lạc truyền thống ở nồng độ 900 µg/L giúp duy trì được chất lượng của dầu trong 8 tháng khi các chỉ tiêu peroxide (9,94 meqO₂/kg), acid (4,19 mgKOH/g), xà phòng (198,21 mgKOH/g) và iodine (80,04 Wijs) vẫn trong giới hạn cho phép. Trong khi đó, sau 6 tháng bảo quản ở nhiệt độ phòng, mẫu dầu đối chứng (không bổ sung dịch chiết tỏi) có các chỉ số acid (4,12 mgKOH/g), xà phòng (197,05 mgKOH/g) và iodine (79,25 Wijs) vượt qua giới hạn cho phép theo TCVN 7597:2018 về dầu lạc thực phẩm. Như vậy, việc bổ sung cao chiết tỏi với nồng độ 900 µg/L vào dầu lạc truyền thống giúp kéo dài thêm 2 tháng thời gian bảo quản của dầu.

Từ khóa: Chống oxy hóa, Dầu lạc, Dịch chiết, Hành, Hành tằm, Tỏi

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF EXTRACTS FROM ONION, GARLIC, CHIVES AND APPLICATION IN PRESERVATION OF CRUDE PEANUT OIL

Nguyễn Thị Thủy Tiên*, Trần Bảo Khánh, Nguyễn Hiền Trang
 University of Agriculture and Forestry, Hue University

ABSTRACT

Antioxidants of onion, garlic, and chives were extracted with 99% ethanol in ratios of 1:2; 1:3, and 1:4 (w/v). The ratio of 1:4 obtained the highest extraction yield for all three materials, in which, garlic had the highest extraction yield, reaching 19.81% compared to 18.23% and 16.90% for chives and onion, respectively. DPPH assay was used to determine the antioxidant activity of extracts from garlic, onion and chives based on the free radical scavenging activities (%). Free radical scavenging activities (%) of garlic extract were higher than both onion and chives extracts at all tested concentrations, 300, 600, and 900 µg/L. The higher the extract concentrations, the greater the free radical scavenging activities. At 900 µg/L of garlic, chives and onion extracts, free radical scavenging activities reached 51,13%, 48,97% và 20,78%, respectively. Adding garlic extract into crude peanut oil at a concentration of 900 µg/L helped to maintain the quality of the oil for 8 months of storage at room temperature when the peroxide (9.94 meqO₂/kg), acidity (4.19 mgKOH/g), saponification (198.21 mgKOH/g) and iodine value (80.04 Wijs) were still within allowable limits. The control sample (without garlic extract) had the values of acidity (4.12 mgKOH/g), saponification (197.05 mgKOH/g), and iodine (79.25 Wijs) which exceeded their allowable limits according to TCVN 7597:2018 on edible peanut oil after 6 months. Thus, the addition of garlic extract with a concentration of 900 µg/L into traditional groundnut oil helps to extend the shelf life of the oil for 2 months.

Keywords: Antioxidant, Chives, Extract, Garlic, Onion, Peanut oil

1. MỞ ĐẦU

Cây lạc, có tên khoa học là *Arachis hypogaea*, thuộc họ Leguminosae. Hạt lạc chứa khoảng 45 - 50% dầu (Arawande và cs., 2018), khoảng 80% tổng hàm lượng acid béo của dầu lạc tạo thành từ các acid béo không bão hòa, chủ yếu là acid oleic và acid linoleic (Shad và cs., 2012). Dầu lạc chứa nhiều kali hơn natri và là một nguồn tốt canxi, photpho và magiê, chứa thiamin, vitamin E, selen, kẽm và arginine (Sulaiman và cs., 2012). Chế độ ăn nhiều dầu lạc có hiệu quả như dầu ô liu trong việc ngăn ngừa bệnh tim và thân thiện với tim hơn so với chế độ ăn rất ít chất béo. Dầu lạc có chất lượng cao và có thể chịu được nhiệt độ cao mà không bị cháy hoặc phân hủy, mùi và vị trung tính (Sulaiman và cs., 2012).

Chất lượng và sự ổn định chất lượng của dầu lạc rất quan trọng đối với người tiêu dùng và trong các ứng dụng của các ngành công nghiệp (Sulaiman và cs., 2012). Ở các nước đang phát triển, dầu lạc thô không qua quá trình tinh chế được tiêu thụ khá phổ biến, như ở Nigeria (Arawande và cs., 2018; Sulaiman và cs., 2012), Ghana (Asibuo và cs., 2008) và Việt Nam (Nguyễn Đức Vương và cs., 2018). Dầu lạc thô thường được chiết xuất từ hạt bằng phương pháp cơ học. Trong quá trình bảo quản dầu lạc, một số thay đổi hóa học xảy ra dẫn đến giảm độ an toàn và các đặc tính cảm quan về mặt thực phẩm. Độ ôi do sự thủy phân và oxy hóa là vấn đề chính liên quan đến việc bảo quản dầu ăn (Arawande và cs., 2018). Ví dụ, các acid béo tự do có thể được thúc đẩy hình thành bởi phản ứng của dầu với nước trong dầu (Iqbal và Bhanger, 2007). Do đó, cần phải tìm ra các cách để ngăn chặn sự ôi của dầu, có thể bằng cách bổ sung các chất chống oxy hóa (Arawande và cs., 2018).

Tuy nhiên, việc sử dụng các chất chống oxy hóa tổng hợp như butylatedhydroxytoluene (BHT), propyl gallate (PG), butylatedhydroxyanisole (BHA), v.v... không được khuyến khích trên thị trường quốc tế và ở Việt Nam vì chúng được phát hiện là chất có khả năng gây ung thư, gây đột biến (Likhitrungrat và cs., 2009). Do đó, việc tìm các chất có khả năng chống ôi hóa dầu ăn có nguồn gốc thực vật và an toàn với sức khỏe người tiêu dùng đang nhận được sự quan tâm đặc biệt. Các chất chiết từ vỏ bưởi (Kumar và cs., 2019), vỏ cam (Arawande và Borokini, 2015), gừng (Arawande và cs., 2018), tỏi (Iqbal và Bhanger, 2007), hành (Lubna và cs., 2015), ớt (Ejikeme và cs., 2021) giúp làm chậm sự biến đổi hư hỏng của các loại dầu ăn khác nhau. Hành (*Allium cepa* L.), tỏi (*Allium sativum* L.) và hành tằm (*Allium schoenoprasum* L.) là những gia vị được sử dụng rộng rãi trên thế giới nói chung và ở Việt Nam nói riêng. Chúng được xem như là các nguồn chứa các chất chống oxy hóa an toàn và hiệu quả (Sasi và cs., 2021; Sidhu và cs., 2019; Štajner và cs., 2004).

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành đánh giá hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết từ hành tím, tỏi và hành tằm. Trên cơ sở đó, chọn nguyên liệu có hoạt tính chống oxy hóa cao nhất để bổ sung vào dầu lạc ép thủ công nhằm đánh giá hiệu quả chống oxy hóa của chúng so với chất chống oxy hóa công nghiệp BHT trong quá trình bảo quản dầu thông qua các chỉ số peroxide, chỉ số iodine, chỉ số acid và chỉ số xà phòng.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Tỏi và hành tím được mua ở huyện đảo Lý Sơn, tỉnh Quảng Ngãi, hành tằm được mua ở huyện Phong Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế được đưa về phòng thí nghiệm và bảo quản ở 4°C cho đến khi sử dụng.

- Ethanol 99% (Duksan, Hàn Quốc); DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) (Merck, Đức); BHT (butylated hydroxytoluene) độ tinh khiết 99% (ZhanYun, Trung Quốc).

- Dầu lạc truyền thống: Hạt lạc được mua trên địa bàn huyện Hương Trà, tỉnh Thừa Thiên Huế, được loại bỏ hạt sâu bệnh, kém phẩm chất trước khi được chế biến thành dầu theo phương pháp truyền thống tại hộ gia đình ông Nguyễn Văn Rê, là một cơ sở sản xuất dầu lạc ở phường Hương Chữ, huyện Hương Trà, tỉnh Thừa Thiên Huế.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu: dung môi đến hiệu quả thu hồi chất chiết của hành, tỏi, hành tím

Tỏi, hành tím và hành tím được loại bỏ củ không đạt chất lượng (quá non, sâu bệnh, hư hỏng), rửa sạch, bỏ vỏ, cắt lát và sấy riêng rẽ ở 55°C đến khối lượng không đổi. Nguyên liệu khô được xay thành bột (kích thước nhỏ hơn 1 mm) và tiến hành chiết bằng ethanol 99% với tỷ lệ (w/v) nguyên liệu: ethanol là 1:2; 1:3 và 1:4 đối với mỗi loại nguyên liệu. Nguyên liệu được bổ sung ethanol 99%, đậy kín tránh hiện tượng bay hơi dung môi trong quá trình trích ly, sau đó lắc trong 48 giờ (tốc độ lắc 100 vòng/phút) ở nhiệt độ phòng để tăng hiệu quả trích ly. Kết thúc quá trình trích ly, dịch chiết được lọc và cô quay chân không (50°C, 338 mbar) bằng thiết bị cô quay chân không Buchi Rotavapor R-100 để loại bỏ dung môi. Bình cô quay được tiếp tục sấy ở 50°C trong 2 giờ để đảm bảo loại bỏ hết dung môi. Hiệu suất chiết được tính bằng tỷ lệ khối lượng cao chiết thu được với khối lượng của nguyên liệu đem đi chiết (Iqbal và Bhangar, 2007; Kumar và cs., 2019). Từ đó, chọn tỷ lệ nguyên liệu: dung môi có hiệu suất chiết cao nhất để đánh giá hoạt tính

chống oxy hóa của cao chiết thu được đối với mỗi nguyên liệu sử dụng.

2.2.2. Đánh giá hoạt tính chống oxy hóa của hành, tỏi và hành tím bằng phương pháp DPPH (Iqbal và Bhangar, 2007)

Phương pháp này xác định hoạt độ của các chất chống oxy hóa của các loại thực phẩm bằng phản ứng với DPPH gốc bền. Dung dịch DPPH 0,1 mM được chuẩn bị trong ethanol 95%. Cao chiết của hành, tỏi và hành tím được pha loãng riêng rẽ về các nồng độ 300, 600 và 900 µg cao chiết/L bằng ethanol 95%. Mẫu đối chứng là mẫu là không chứa cao chiết. Chất chống oxy hóa tổng hợp, BHT (200 µg/L) (nồng độ giới hạn cho phép theo TCVN 7597:2018), được sử dụng như là một đối chứng dương. Hỗn hợp phản ứng gồm 1 mL mẫu khảo sát ở các nồng độ khác nhau và 5 mL dung dịch DPPH đã chuẩn bị. Các hỗn hợp phản ứng được lắc trong 1 phút và ủ ở nhiệt độ phòng, trong bóng tối 30 phút, tiến hành đo mật độ quang ở bước sóng 517 nm bằng máy đo quang phổ (Genesys™ 50 UV-Visible Light Spectrophotometer, Thermo Scientific). Hoạt tính chống oxy hóa được tính theo công thức: Tỷ lệ bất gốc tự do (%) = [(Mật độ quang của mẫu chuẩn – Mật độ quang của mẫu có chứa cao chiết) x 100/ Mật độ quang của mẫu chuẩn]. Tác dụng bất gốc tự do được đánh giá qua giá trị EC₅₀ (50% effective concentration_ Nồng độ hiệu quả để bất 50% gốc DPPH tự do). Chọn nguyên liệu có hoạt tính chống oxy hóa cao nhất để thực hiện các nghiên cứu tiếp theo.

2.2.3. Phương pháp bổ sung chất chống oxy hóa vào dầu lạc truyền thống

Dầu lạc vừa mới ép được đưa về phòng thí nghiệm, để lắng trong 15 ngày. Thu lấy dầu trong, bổ sung cao chiết với nồng độ được chọn ở thí nghiệm xác định hoạt tính chống oxy hóa của hành, tỏi và hành tím vào dầu, tính theo µg cao chiết/L

dầu. Mẫu đối chứng là mẫu không bổ sung cao chiết và một mẫu có bổ sung BHT ở nồng độ 200 µg/L dầu (Iqbal và Bhangar, 2007). Các mẫu dầu được đun nóng riêng rẽ và khuấy ở 50°C trong khoảng 30 phút để tạo được hỗn hợp đồng nhất. Dầu được bảo quản ở nhiệt độ phòng, theo dõi, phân tích các chỉ tiêu với tần suất 1 lần/tháng cho đến khi dầu của mẫu có bổ sung cao chiết không đạt các chỉ tiêu để dùng làm thực phẩm dựa theo TCVN 7597:2018. Các chỉ tiêu phân tích gồm chỉ số peroxide, chỉ số iodine, chỉ số xà phòng và chỉ số acid.

2.2.4. Phương pháp xác định các chỉ tiêu chất lượng của dầu

Chỉ số peroxide được xác định theo TCVN 6121:2015. Chỉ số iodine được xác định theo TCVN 6122:2015. Chỉ số acid được xác định theo TCVN 6127:2010. Chỉ số xà phòng hóa được xác định theo TCVN

6126:2015. Các chỉ tiêu được xác định lặp lại 3 lần.

2.2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Kết quả thí nghiệm được phân tích để so sánh sự khác biệt trung bình giữa các nghiệm thức và sự biến động giữa các lần lặp lại trong cùng nghiệm thức bằng thuật toán Compare Means, One-Way ANOVA, với kiểm định Duncan (5%), được xử lý dựa trên phần mềm SPSS 20.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ dung môi trích ly đến hiệu suất thu hồi chất chiết hành, tỏi, hành tằm

Tỷ lệ nguyên liệu: dung môi sử dụng có ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi chất chiết của hành, tỏi và hành tằm. Hiệu suất thu hồi chất chiết của chúng theo tỷ lệ dung môi trích ly khác nhau được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ dung môi đến hiệu suất thu hồi chất chiết của hành, tỏi, hành tằm

Tỷ lệ nguyên liệu: dung môi (g/ml)	Hiệu suất thu hồi chất chiết (%)		
	Tỏi	Hành tằm	Hành
1:4	19,81 ± 0,03 ^{aA}	18,23 ± 0,04 ^{bA}	16,90 ± 0,03 ^{cA}
1:3	17,30 ± 0,54 ^{aB}	16,16 ± 0,04 ^{bB}	15,39 ± 0,02 ^{cB}
1:2	16,45 ± 0,05 ^{aC}	15,57 ± 0,06 ^{bC}	14,63 ± 0,05 ^{cC}

Số liệu thể hiện là giá trị trung bình ± sai số chuẩn (SE). Các kết quả khác nhau theo chữ cái in thường (theo hàng) hoặc chữ cái in hoa (theo cột) thì khác nhau ở mức ý nghĩa 5%.

Bảng 1 cho thấy, khi giảm lượng dung môi sử dụng, hiệu suất thu hồi chất chiết cũng giảm dần đối với cả ba loại nguyên liệu, trong đó tỷ lệ 1:4 đem lại hiệu suất thu hồi cao nhất. Cụ thể, đối với tỏi, tỷ lệ thu hồi cao chiết ở tỷ lệ nguyên liệu: dung môi 1:4, 1:3 và 1:2 đạt lần lượt 19,81%, 17,30% và 16,45%. Ngoài ra, hiệu suất thu hồi còn phụ thuộc vào loại nguyên liệu. Trong đó, ở cùng tỷ lệ nguyên liệu: dung môi khảo sát, tỏi luôn có hiệu suất thu hồi cao chiết cao nhất và hành là thấp nhất. Điển hình, ở tỷ lệ 1:4, hiệu suất thu hồi đạt 19,81%, 18,23% và 16,90% tương ứng với nguyên liệu tỏi, hành tằm và hành. Điều này chứng tỏ dung môi ethanol có khả năng trích ly được chất chiết từ tỏi nhiều nhất ở

tỷ lệ nguyên liệu và dung môi là 1:4 so với các tỷ lệ khảo sát còn lại.

Tỷ lệ thu hồi cao chiết từ hành, tỏi cũng đã được công bố trong một số nghiên cứu. Tỷ lệ thu hồi cao chiết tỏi bằng dung môi ethanol đạt 19,87% trong nghiên cứu của Iqbal và Bhangar (2007). Hiệu suất thu hồi cao chiết của hành Dayak được xác định là 4,76% (Ali và cs., 2020); 2,46% và 52,38% tương ứng đối với tỏi và hành (Park và Chin, 2010). Có thể thấy rằng, tỷ lệ thu hồi cao chiết của các nguyên liệu khác nhau trong các nghiên cứu là không giống nhau. Điều này được giải thích là do đặc tính nguyên liệu khác nhau, tỷ lệ dung môi và các điều kiện chiết tách khác nhau. Trong nghiên cứu này, tỷ lệ nguyên liệu : dung môi

là 1:4 được sử dụng để trích ly chất chiết từ nguyên liệu cho việc khảo sát khả năng chống oxy hóa của chúng.

3.2. Đánh giá hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết hành, tỏi và hành tằm

Cao chiết của hành, tỏi, hành tằm được pha loãng và đánh giá mức độ chống oxy hóa ở các nồng độ 300, 600 và 900 µg/L, kết quả thể hiện trên Bảng 2.

Bảng 2. Tỷ lệ bắt gốc tự do DPPH của cao chiết hành, tỏi, hành tằm ở các nồng độ khác nhau

Nồng độ cao chiết (µg/L)	Tỷ lệ bắt gốc tự do DPPH (2,2 – Diphenyl – 1 – picrylhydrazyl) (%)		
	Hành	Tỏi	Hành tằm
300	14,83 ± 0,50 ^{cC}	40,63 ± 0,31 ^{cA}	36,77 ± 0,15 ^{cB}
600	17,67 ± 0,32 ^{bC}	47,37 ± 0,61 ^{bA}	44,23 ± 0,70 ^{bB}
900	20,78 ± 0,02 ^{aC}	51,13 ± 0,40 ^{aA}	48,97 ± 0,50 ^{aB}

Số liệu thể hiện là giá trị trung bình ± sai số chuẩn (SE). Các kết quả khác nhau theo chữ cái in thường (theo cột) hoặc chữ cái in hoa (theo hàng) thì khác nhau ở mức ý nghĩa 5%.

Bảng 2 cho thấy nồng độ cao chiết càng cao, tỷ lệ bắt gốc tự do càng lớn chứng tỏ hoạt tính chống oxy càng cao. Ở các nồng độ khảo sát, tỷ lệ bắt gốc tự do khác nhau đối với mỗi loại nguyên liệu và đều thấp hơn tỷ lệ bắt gốc tự do của BHT ở nồng độ 200 µg/L, với tỷ lệ được xác định lên đến 79,64%. Trong ba loại nguyên liệu khảo sát, ở cả ba nồng độ, cao chiết tỏi luôn thể hiện hoạt tính chống oxy hóa cao nhất và của hành là thấp nhất. Cụ thể, ở nồng độ 600 µg/L, tỷ lệ bắt gốc tự do đạt 17,67%; 47,37% và 44,23% và tương ứng với cao chiết hành, tỏi và hành tằm. Tương tự, ở nồng độ 900 µg/L, tỷ lệ bắt gốc tự do cao ở tỏi, kế đến là hành tằm và hành, đạt tương ứng 51,13%; 48,97% và 20,78%. Đáng chú ý, chỉ có cao chiết tỏi đạt được hiệu quả cao hơn giá trị EC₅₀ ở nồng độ 900 µg/L, đạt 51,13%. Do đó, cao chiết tỏi ở nồng độ 900 µg/L được sử dụng cho nghiên cứu tiếp theo.

những chất chịu trách nhiệm cho hoạt tính chống oxy hóa của hành là các chất flavonoid (ví dụ như quercetin) và anthocyanin (Sidhu và cs., 2019). Đối với hành tằm, hoạt tính này có được từ các enzyme chống oxy hóa (superoxide dismutase, catalase, peroxidase, glutathione peroxidase) và các chất phi enzyme như flavonoid, vitamin C, chlorophyll a và b, và carotenoid (Štajner và cs., 2004).

Hoạt tính chống oxy hóa của tỏi đã được nghiên cứu rộng rãi. Kết quả phân tích thành phần cao chiết tỏi bằng kỹ thuật sắc ký lỏng hiệu năng cao cho thấy sự hiện diện của nhiều hợp chất sulfid hữu cơ khác nhau như allicin, ajoene, diallyl sulfide, diallyl disulfide, diallyl trisulfide, vinyldithiins 2-VD là những chất sở hữu hoạt tính chống oxy hóa (Sasi và cs., 2021). Trong khi đó,

Theo nghiên cứu của Park và Chin (2010), cao chiết tỏi ở nồng độ 500 ppm và 1000 ppm có tỷ lệ bắt gốc tự do đạt lần lượt trong khoảng 25% và 48%. Trong khi đó, cao chiết hành ở nồng độ tương ứng đạt khoảng 11% và 19% (Park và Chin, 2010). Khi so sánh hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết tỏi và hành đỏ, tại nồng độ 600 ppm, hoạt tính đều đạt xấp xỉ 25%. Tuy nhiên, ở nồng độ 1000 ppm, hoạt tính chống oxy hóa của tỏi đạt xấp xỉ 55% trong khi của hành chỉ đạt khoảng 37% (Othman và cs., 2011). Trong một nghiên cứu khác, hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết tỏi bằng ethanol ở nồng độ 5000 ppm đạt 87,2% (Iqbal và Bhangar, 2007). Như vậy, tỷ lệ bắt gốc tự do của cao chiết tỏi trong nghiên cứu này ở nồng độ 900 µg/L là 51,13%, cao hơn trong nghiên cứu của Park và Chin (2010), với nồng độ 1000 ppm (µg/L) chỉ đạt 48%.

3.3. Đánh giá ảnh hưởng của cao chiết tỏi đến chất lượng dầu lạc trong quá trình bảo quản

Dầu lạc truyền thống được bổ sung cao chiết tỏi (GE_Garlic Extract) và BHT để đạt được nồng độ trong dầu tương ứng là 900 $\mu\text{g/L}$ và 200 $\mu\text{g/L}$, có hoạt tính chống oxy hóa lần lượt là 51,13% và 79,64%. Dầu không bổ sung chất chống oxy hóa được dùng làm mẫu đối chứng. Sau khi bổ sung cao chiết tỏi và BHT vào dầu, màu và mùi của dầu không bị thay đổi. Điều này có thể là do hàm lượng bổ sung các chất này quá nhỏ so với lượng dầu sử dụng. Hơn thế nữa, dầu lạc truyền thống chưa qua quá trình tinh chế, khử mùi, khử màu nên mùi của dầu lạc rất nồng, mùi đặc trưng của dầu lạc. Sự thay đổi chất lượng dầu lạc trong quá trình bảo

quản được đánh giá thông qua các chỉ số acid, chỉ số iodine, chỉ số xà phòng hóa và chỉ số peroxide, thể hiện trong các Bảng 3, 4, 5 và 6.

3.3.1. Ảnh hưởng của cao chiết tỏi đến chỉ số acid của dầu lạc trong quá trình bảo quản

Chỉ số acid được sử dụng để đo mức độ mà glyceride trong dầu đã bị phân hủy bởi enzyme lipase và các yếu tố vật lý khác như ánh sáng và nhiệt độ (Hussain và cs., 2015). Sự hình thành các acid béo tự do có thể là một thước đo quan trọng để đánh giá mức độ hư hỏng của dầu (Iqbal và Bhangar, 2007). Sự gia tăng của chỉ số acid trong các mẫu dầu thí nghiệm được ghi nhận trong Bảng 3.

Bảng 3. Ảnh hưởng của cao chiết tỏi đến chỉ số acid (mgKOH/g) của dầu lạc trong quá trình bảo quản

Tháng	Đối chứng	900 $\mu\text{g/L}$ GE	200 $\mu\text{g/L}$ BHT
0	0,79 \pm 0,02 ^{aA}	0,79 \pm 0,01 ^{aA}	0,79 \pm 0,02 ^{aA}
1	1,02 \pm 0,02 ^{bA}	0,86 \pm 0,01 ^{bB}	0,82 \pm 0,02 ^{bC}
2	1,26 \pm 0,01 ^{cA}	1,09 \pm 0,02 ^{cB}	0,99 \pm 0,02 ^{cC}
3	1,69 \pm 0,01 ^{dA}	1,28 \pm 0,01 ^{dB}	1,12 \pm 0,02 ^{dC}
4	2,22 \pm 0,02 ^{eA}	1,70 \pm 0,03 ^{eB}	1,50 \pm 0,01 ^{eC}
5	3,18 \pm 0,01 ^{fA}	2,55 \pm 0,01 ^{fB}	2,87 \pm 0,01 ^{fC}
6	4,12 \pm 0,01 ^{gA}	2,67 \pm 0,01 ^{gB}	2,46 \pm 0,02 ^{gC}
7	4,97 \pm 0,01 ^{hA}	3,23 \pm 0,03 ^{hB}	3,18 \pm 0,01 ^{hC}
8	6,24 \pm 0,02 ^{iA}	4,19 \pm 0,01 ^{iB}	3,78 \pm 0,01 ^{iC}

Số liệu thể hiện là giá trị trung bình \pm sai số chuẩn (SE). Các kết quả khác nhau theo chữ cái in thường (theo cột) hoặc chữ cái in hoa (theo hàng) thì khác nhau ở mức ý nghĩa 5%.

Ở cả 3 công thức, chỉ số acid tăng theo chiều tăng của thời gian bảo quản và có sự khác nhau có ý nghĩa giữa 3 mẫu dầu ở tất cả các mốc thời gian đánh giá chất lượng dầu. Trong đó, ở mẫu không có bổ sung chất chống oxy hóa, tốc độ tăng nhanh hơn so với mẫu có bổ sung GE 900 $\mu\text{g/L}$ và BHT 200 $\mu\text{g/L}$. Ngoài ra, tốc độ tăng chỉ số acid chậm trong khoảng 3 tháng đầu, sau đó tăng nhanh hơn ở mẫu đối chứng từ tháng thứ 4 và từ tháng thứ 5 của mẫu có bổ sung GE và BHT. Sau 6 tháng, chỉ số acid của mẫu dầu đối chứng đã vượt quá giới hạn chấp nhận được tối đa của chỉ số acid trong

dầu là 4 mgKOH/g, đạt mức 4,12 mgKOH/g (Ejikeme và cs., 2021; TCVN 7597:2018). Sau 8 tháng, chỉ số acid của mẫu dầu có bổ sung GE 900 $\mu\text{g/L}$ cũng vượt quá quy định cho phép (4,19 mgKOH/g) riêng mẫu dầu có bổ sung BHT 200 $\mu\text{g/L}$ vẫn duy trì được dưới mức giới hạn (3,78 mgKOH/g). Như vậy, sự bổ sung GE 900 $\mu\text{g/L}$ có thể kéo dài được thời gian sử dụng của dầu lạc ép thủ công lên khoảng 2 tháng.

Sự biến đổi chỉ số acid trong dầu truyền thống có bổ sung chất chống oxy hóa có nguồn gốc thực vật cũng được theo dõi trong một số nghiên cứu khác và chúng đều

có xu hướng gia tăng trong quá trình bảo quản. Đối với dầu lạc thô có bổ sung cao chiết vỏ cam bằng methanol ở nồng độ từ 200 - 1000 ppm và BHT ở nồng độ 200 ppm, trong 4 tháng đầu tiên, giá trị acid tăng chậm, bắt đầu tăng nhanh từ tháng thứ 5 đến tháng thứ 12, đặc biệt sau tháng thứ 9. Không có sự khác nhau về chỉ số acid giữa tất cả các mẫu dầu khảo sát, bao gồm mẫu đối chứng, mẫu có bổ sung BHT và mẫu có bổ sung cao chiết vỏ cam ở các nồng độ khác nhau (Arawande và Borokini, 2015). Trong một nghiên cứu khác, chỉ số acid của dầu lạc thô được bổ sung Tertiary Butyl Hydroxy Quinone (TBHQ), một chất chống oxy hóa công nghiệp, và cao chiết quả ớt ở nồng độ 200 ppm tăng lên đáng kể trong quá trình bảo quản. Sau 90 ngày bảo quản, từ giá trị ban đầu khoảng 1 mgKOH/g, chỉ số acid

trong mẫu đối chứng tăng vọt lên 22 mgKOH/g, trong khi đó, mẫu có chứa BHT và cao chiết quả ớt tăng ít hơn, đạt tương ứng khoảng 14 mgKOH/g và 17 mgKOH/g. Sự gia tăng chỉ số acid trong quá trình bảo quản cho thấy sự hư hỏng của dầu do quá trình thủy phân. Khi chất béo bị ôi hoặc bị oxy hóa phân hủy, chất béo trung tính được chuyển đổi thành acid béo và glycerol gây ra sự gia tăng số lượng acid (Ejikeme và cs., 2021).

3.3.2. Ảnh hưởng của cao chiết tỏi đến chỉ số xà phòng của dầu lạc trong quá trình bảo quản

Chỉ số xà phòng hóa của các mẫu dầu trong 8 tháng theo dõi được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của cao chiết tỏi đến chỉ số xà phòng (mgKOH/g) của dầu lạc trong quá trình bảo quản

Tháng	Đối chứng	900 µg/L GE	200 µg/L BHT
0	187,35 ± 0,04 ^{aA}	187,35 ± 0,04 ^{aA}	187,35 ± 0,04 ^{aA}
1	189,20 ± 0,35 ^{bA}	188,58 ± 0,06 ^{bB}	188,16 ± 0,06 ^{bB}
2	190,24 ± 0,06 ^{cA}	189,24 ± 0,07 ^{cB}	188,95 ± 0,10 ^{bC}
3	191,52 ± 0,03 ^{dA}	190,11 ± 0,13 ^{dB}	189,55 ± 0,02 ^{dC}
4	192,85 ± 0,03 ^{eA}	191,35 ± 0,12 ^{eB}	190,55 ± 0,01 ^{eC}
5	194,29 ± 0,05 ^{fA}	192,55 ± 0,20 ^{fB}	191,39 ± 0,04 ^{fC}
6	197,05 ± 0,02 ^{gA}	193,80 ± 0,04 ^{gB}	192,46 ± 0,01 ^{gC}
7	200,65 ± 0,02 ^{hA}	195,77 ± 0,02 ^{hB}	194,08 ± 0,01 ^{hC}
8	203,24 ± 0,10 ^{iA}	198,21 ± 0,04 ^{iB}	195,47 ± 0,01 ^{iC}

Số liệu thể hiện là giá trị trung bình ± sai số chuẩn (SE). Các kết quả khác nhau theo chữ cái in thường (theo cột) hoặc chữ cái in hoa (theo hàng) thì khác nhau ở mức ý nghĩa 5%.

Theo TCVN 7597:2018 quy định về chất lượng dầu lạc thực phẩm, chỉ số xà phòng là 187 - 196 mg KOH/g dầu. Tương tự xu hướng biến đổi của chỉ số acid, kết quả thể hiện trên Bảng 5 cho thấy chỉ số xà phòng tăng theo thời gian bảo quản và có sự khác nhau có ý nghĩa thống kê về chỉ số này giữa các mẫu dầu ở tất cả các lần kiểm nghiệm chất lượng dầu, ngoại trừ tháng thứ nhất giữa mẫu dầu có bổ sung cao chiết tỏi và BHT. Chỉ số xà phòng hóa của dầu không bổ sung chất chống oxy hóa vượt giới

hạn quy định về dầu lạc thực phẩm, đạt giá trị 197,05 mg KOH/g sau 6 tháng theo dõi. Trong khi đó, dầu có bổ sung GE 900 µg/L và BHT 200 µg/L chỉ tăng lần lượt đến 193,80 mg KOH/g và 192,46 mg KOH/g. Tuy nhiên, sau 8 tháng, trong khi dầu có bổ sung BHT vẫn duy trì được giới hạn về chỉ số xà phòng quy định thì dầu có bổ sung GE 900 µg/L đã không đáp ứng được tiêu chí để làm dầu lạc thực phẩm, đạt tương ứng 195,47 mg KOH/g và 198,21 mg KOH/g.

Kết quả theo dõi chỉ số xà phòng của dầu lạc truyền thống trong nghiên cứu này tương tự với mô tả trong các nghiên cứu khác. Sự gia tăng chỉ số xà phòng hóa từ 120,62 mg KOH/g lên đến 165,50 mg KOH/g sau 6 tuần bảo quản của dầu lạc cũng được ghi nhận trong nghiên cứu của Akin-Osanaiye và cs. (2015). Trong quá trình bảo quản, chỉ số xà phòng hóa tăng cho thấy dầu bị biến chất và chất béo bị phân hủy (Almeida và cs., 2019).

3.3.3. Ảnh hưởng của cao chiết tỏi đến chỉ số iodine của dầu lạc trong quá trình bảo quản

Chỉ số iodine là thước đo hàm lượng tổng chất béo không bão hòa của dầu thực vật, cũng như một chỉ số về tính nhạy cảm với quá trình oxy hóa của chúng (Pandurangan và cs., 2014). Dầu có chỉ số iodine thấp thì có chất lượng thấp (Sulaiman và cs., 2012). Bảng 5 trình bày ảnh hưởng của cao chiết tỏi đến sự thay đổi của chỉ số iodine trong quá trình bảo quản dầu lạc ép thủ công.

Bảng 5. Ảnh hưởng của cao chiết tỏi đến chỉ số iodine (Wijs) của dầu lạc trong quá trình bảo quản

Tháng	Đối chứng	900 µg/L GE	200 µg/L BHT
0	93,04 ± 0,05 ^{aA}	93,04 ± 0,05 ^{aA}	93,04 ± 0,05 ^{aA}
1	92,14 ± 0,01 ^{bA}	92,66 ± 0,11 ^{bB}	92,79 ± 0,08 ^{bB}
2	91,02 ± 0,01 ^{cA}	91,85 ± 0,01 ^{cB}	92,02 ± 0,01 ^{cC}
3	89,28 ± 0,02 ^{dA}	90,51 ± 0,09 ^{dB}	91,86 ± 0,06 ^{dC}
4	87,93 ± 0,01 ^{eA}	89,25 ± 0,04 ^{eB}	90,55 ± 0,01 ^{fC}
5	84,84 ± 0,01 ^{fA}	87,18 ± 0,03 ^{fB}	89,61 ± 0,05 ^{gC}
6	79,25 ± 0,01 ^{gA}	85,71 ± 0,07 ^{gB}	87,32 ± 0,01 ^{hC}
7	76,03 ± 0,05 ^{hA}	83,37 ± 0,03 ^{hB}	84,06 ± 0,02 ^{gC}
8	73,98 ± 0,01 ^{iA}	80,04 ± 0,02 ^{hB}	81,75 ± 0,01 ^{iC}

Số liệu thể hiện là giá trị trung bình ± sai số chuẩn (SE). Các kết quả khác nhau theo chữ cái in thường (theo cột) hoặc chữ cái in hoa (theo hàng) thì khác nhau ở mức ý nghĩa 5%.

Ngược lại với chỉ số acid và xà phòng, chỉ số iodine giảm dần trong quá trình bảo quản dầu ở cả 3 mẫu dầu khảo sát và có sự khác nhau có ý nghĩa thống kê giữa các thời điểm theo dõi cũng như giữa các công thức đánh giá, ngoại trừ thời điểm tháng thứ 1 của hai mẫu dầu có bổ sung chất chống oxy hóa. Sau 3 tháng theo dõi, chỉ số iodine trong dầu của mẫu đối chứng, chứa GE 900 µg/L và 200 µg/L BHT đạt lần lượt 89,28 Wijs, 90,51 Wijs và 91,86 Wijs. Theo TCVN 7597:2018 về chất lượng dầu lạc thực phẩm, chỉ số iodine nằm trong phạm vi 80 – 106 Wijs. Chỉ số iodine ở mẫu đối chứng giảm dưới giới hạn cho phép về chất lượng dầu lạc thực phẩm, đạt 79,25 Wijs sau 6 tháng bảo quản. Dầu có bổ sung BHT 200 µg/L và GE 900 µg/L vẫn đảm bảo được chất lượng dầu lạc theo quy định sau 8 tháng, đạt 81,75 Wijs và 80,04 Wijs, kéo dài

hơn 2 tháng so với dầu không bổ sung chất chống oxy hóa.

Tương tự kết quả này, trong nghiên cứu của Kumar và cs. (2019), bổ sung cao chiết vỏ bưởi vào các mẫu dầu lạc thô như một chất chống oxy hóa làm chậm sự biến đổi chỉ số iodine của dầu. Sau 21 ngày bảo quản, chỉ số iodine của mẫu dầu có xử lý với 1000, 1500 and 2000 ppm cao chiết vỏ bưởi đạt 55,10; 52,80 và 51,46 (Wijs) trong khi mẫu đối chứng là 33,90 (Wijs) (Kumar và cs., 2019). Trong quá trình bảo quản, xu hướng giảm chỉ số iodine của dầu mỡ cho thấy sự hình thành các sản phẩm oxy hóa thứ cấp có thể gây ra sự ôi thiu. Việc phá vỡ các liên kết đôi có trong các acid béo không no trong quá trình bảo quản có thể là lý do làm giảm giá trị iodine.

3.3.4. Ảnh hưởng của cao chiết tỏi đến chỉ số peroxide của dầu lạc trong quá trình bảo quản

Sự thay đổi của chỉ tiêu peroxide trong dầu lạc có bổ sung chất chống oxy hóa được trình bày ở Bảng 6.

Bảng 6. Ảnh hưởng của cao chiết tỏi đến chỉ tiêu peroxide (meqO₂/kg) của dầu lạc trong quá trình bảo quản

Tháng	Đối chứng	900 µg/L GE	200 µg/L BHT
0	3,00 ± 0,03 ^{aA}	3,00 ± 0,03 ^{aA}	3,00 ± 0,03 ^{aA}
1	4,13 ± 0,01 ^{bA}	3,46 ± 0,02 ^{bB}	3,27 ± 0,02 ^{aC}
2	5,23 ± 0,02 ^{cA}	3,87 ± 0,05 ^{cB}	3,67 ± 0,04 ^{bC}
3	6,10 ± 0,02 ^{dA}	4,52 ± 0,03 ^{dB}	4,25 ± 0,03 ^{cC}
4	7,23 ± 0,04 ^{eA}	5,33 ± 0,02 ^{eB}	4,98 ± 0,02 ^{dB}
5	8,53 ± 0,06 ^{fA}	6,16 ± 0,03 ^{fB}	5,58 ± 0,04 ^{eC}
6	10,32 ± 0,07 ^{gA}	7,26 ± 0,06 ^{gB}	6,95 ± 0,05 ^{fC}
7	12,01 ± 0,06 ^{hA}	8,42 ± 0,03 ^{hB}	8,27 ± 0,04 ^{gB}
8	14,51 ± 0,05 ^{iA}	9,94 ± 0,04 ^{iB}	9,41 ± 0,06 ^{hB}

Số liệu thể hiện là giá trị trung bình ± sai số chuẩn (SE). Các kết quả khác nhau theo chữ cái in thường (theo cột) hoặc chữ cái in hoa (theo hàng) thì khác nhau ở mức ý nghĩa 5%.

Bảng 3 cho thấy hiệu quả tích cực của cao chiết tỏi trong việc trì hoãn quá trình oxy hóa dầu lạc ép thủ công. Nhìn chung, đối với cả 3 công thức khảo sát, chỉ số peroxide đều tăng nhưng tăng nhanh hơn trong mẫu dầu đối chứng và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% của chỉ số này giữa mẫu đối chứng và mẫu có bổ sung chất chống oxy hóa. Sau 6 tháng bảo quản, chỉ số này đạt 10,32 meqO₂/kg ở mẫu đối chứng, trong khi mẫu dầu có bổ sung cao chiết tỏi và BHT đạt lần lượt 7,26 và 6,95 meqO₂/kg. Trong những tháng bảo quản đầu tiên, chỉ số này tăng nhẹ nhưng tăng nhanh ở những tháng sau đó ở cả 3 mẫu dầu. Tại một số thời điểm, không có sự khác nhau về chỉ số peroxide giữa mẫu dầu có bổ sung cao chiết tỏi và BHT, như tại thời điểm tháng thứ 4, thứ 7 và thứ 8. Điều này cho thấy hiệu quả chống oxy hóa đáng ghi nhận của chất chống oxy hóa tự nhiên là cao chiết tỏi. Sau 8 tháng bảo quản, chỉ số peroxide trong dầu có chứa cao chiết tỏi đạt 9,94 meqO₂/kg, trong khi mẫu dầu đối chứng lên đến 14,51 meqO₂/kg.

Do đó, nó xác định mức độ oxy hóa của dầu cũng như cho biết mức độ hư hỏng của dầu và chất béo, là dấu hiệu cho thấy sự hiện diện của hydroperoxide, sản phẩm chính của quá trình peroxy hóa lipid. Sự oxy hóa dầu chính là nguyên nhân làm cho chỉ số peroxide của dầu tăng trong quá trình bảo quản. Dầu ăn có giá trị peroxide thấp thì an toàn cho người tiêu dùng vì nó ổn định hơn về mặt oxy hóa, có ít hoặc không có các hydroperoxide. Dầu mới tinh luyện thường có chỉ số peroxide bằng không (Arawande và cs., 2018; Pandurangan và cs., 2014).

Khả năng hạn chế sự gia tăng chỉ số peroxide của cao chiết tỏi đối với dầu lạc cũng được ghi nhận trong một số nghiên cứu khác. Iqbal và Bhangar (2007) chứng minh cao chiết tỏi có khả năng làm giảm quá trình oxy hóa trong dầu hướng dương chưa qua tinh chế. Chỉ số peroxide trong dầu có bổ sung cao chiết tỏi ở nồng độ 1000 ppm tương đương với dầu có bổ sung BHT ở nồng độ 200 ppm. Tương tự, cao chiết ethanol/nước của gừng được bổ sung với nồng độ 1000 ppm có khả năng chống oxy hóa trong dầu lạc thô tương đương với BHT ở nồng độ 200 ppm (Arawande và cs.,

Độ ôi của dầu ăn xảy ra do sự oxy hóa là một vấn đề đáng lo ngại trong quá trình bảo quản dầu, được đánh giá thông qua chỉ

2018). Cao chiết methanol/nước (80/20) của vỏ hành cũng có hiệu quả tương đương khi làm giảm sự tăng chỉ số peroxide của dầu hướng dương trong quá trình bảo quản (Lubna và cs., 2015).

Nhìn chung, các chỉ số đánh giá chất lượng dầu có xu hướng tăng (chỉ số peroxide, acid và xà phòng) và giảm (chỉ số iodine) chậm trong thời gian đầu bảo quản, nhanh hơn trong các tháng sau. Điều này có thể là do sự tích lũy ban đầu của các sản phẩm do các quá trình thủy phân và oxy hóa xảy ra trong dầu trong thời gian đầu thúc đẩy các quá trình này xảy ra với tốc độ nhanh hơn trong thời gian sau. Ngoài ra, dầu lạc ép thủ công không trải qua quá trình tinh chế để tách nước và tạp chất như các thành phần phospholipid, sáp... nên chúng có thể gây những biến đổi làm ảnh hưởng chất lượng dầu mỡ trong khi cất giữ và bảo quản (Trần Thanh Trúc, 2005).

4. KẾT LUẬN

Các gia vị phổ biến như hành, tỏi và hành tím có khả năng chống oxy hóa. Trong đó, tỏi có khả năng chống oxy hóa tốt hơn hành và hành tím. Việc bổ sung cao chiết tỏi ở nồng độ 900 µg/L vào dầu lạc ép thủ công có hiệu quả tích cực trong việc kéo dài thời gian bảo quản của dầu bằng cách làm chậm lại các quá trình oxy hóa và thủy phân xảy ra trong dầu. Kết quả đánh giá cả 4 chỉ tiêu quan trọng của các mẫu dầu khảo sát cho phép đưa ra kiến nghị đối với người tiêu dùng là dầu lạc thô chỉ nên được tiêu thụ trong vòng 6 tháng sau khi ép thủ công. Việc bổ sung cao chiết tỏi nồng độ 900 µg/L có thể tăng thời gian bảo quản dầu lạc truyền thống thêm 2 tháng ở điều kiện nhiệt độ phòng, tránh ánh sáng mặt trời.

LỜI CẢM ƠN

Kết quả này thuộc một phần đề tài khoa học và công nghệ cấp Đại học Huế, mã số DHH2020-02-134, do Đại học Nông Lâm, Đại học Huế làm chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 7597:2018 về dầu thực vật
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6122:2015 về dầu mỡ động vật và thực vật, xác định chỉ số iodine.
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6127:2010 về dầu mỡ động vật và thực vật, xác định trị số acid.
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6121:2010 về dầu mỡ động vật và thực vật, xác định trị số peroxide.
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 2627:1993 về dầu mỡ động vật và thực vật, xác định màu sắc, mùi và độ trong.
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6126:2007 về dầu mỡ động vật và thực vật, xác định chỉ số xà phòng hóa.
- Trần Thanh Trúc. (2005). *Giáo trình công nghệ chế biến dầu mỡ thực phẩm*. Trường Đại học Cần Thơ.
- Nguyễn Đức Vượng, Phạm Nam Giang, Dương Thị Thủy và Nguyễn Thị Thu Hà. (2018). Nghiên cứu sản xuất dầu mè, dầu lạc từ hạt mè, hạt lạc tại tỉnh Quảng Bình. *Tạp chí Thông tin khoa học và công nghệ Quảng Bình*, 1, 32-34.

2. Tài liệu tiếng nước ngoài

- Ali, D. Y., Harijono, Fathuroya, V., Wijayanti, S. D. & Razi, H. F. (2020). Effect of extraction method and solvent ratio on antioxidant activity of Dayak onion extract. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 475(1).
- Almeida, D. T., Viana, T. V., Costa, M. M., Silva, C. S. & Feitosa, S. (2019). Effects of different storage conditions on the oxidative stability of crude and refined palm oil, olein and stearin (*Elaeis guineensis*). *Food Science and Technology (Brazil)*, 39(6), 211–217.
- Arawande, J. O., & Borokini, B. F. (2015). Comparison of antioxidative effects of methanol orange peel extract and butylatedhydroxytoluene on stability of crude peanut oil. *Nigerian Food Journal*, 33(1), 35–38.
- Arawande, J. O., Ijitona, O. O., Olatide, M., & Imokuhede, B. (2018). Effectiveness of adding ginger extract in preserving crude peanut oil. *Journal of Food Technology Press*, 2(2), 1–5.
- Asibuo, J., Akromah, R., Adu-Dapaah, H., & Safo-Kantanka, O. (2008). Evaluation of

- nutritional quality of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) from Ghana. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 8(2), 134-150.
- Ejikeme, P. C. N., Abuh, M. A., & Ezeugwu, C. C. (2021). Effect of storage duration on the acid value stability of sesamum indicum and arachis hypogaea raw oils reinforced with TBHQ and capsicum annuum extracts. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 10(6), 212-221.
- Hussain, R., Hussain, A., Sattar, S., Zeb, M., Hussain, A., & Nafees, M. (2015). Physico-chemical properties and assessment of edible oil potential of peanuts grown in Kurram Agency, Parachinar. *Pak. J. Anal. Environ. Chem*, 16(1), 45–51.
- Iqbal, S., & Bhangar, M. I. (2007). Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. *Food Chemistry*, 100(1), 246–254.
- Kumar, S., Singh, I., Kohli, D., & Joshi, J. (2019). Waste pomelo (*Citrus maxima*) peels – A natural source of antioxidant and its utilization in peanut oil for suppressing the development of rancidity. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 7(3), 800–806.
- Likhitrungrat, C., Chokethaworn, N., & Suttajit, M. (2009). Butylated hydroxytoluene in edible vegetable oils from local markets of Chiang Mai and Mae Hong Son and its thermal stability in different cooking conditions. *Thai J Toxicology*, 24(2), 113–118.
- Lubna, M., Sayeed, S. A., Ali Rashida, H., Abdul, P. Z., & S.M., G. (2015). Stabilization of edible oil by onion peel and ratan jot extract on storage to prevent human health. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 4(4), 12–24.
- Othman, S. F. C., Idid, Z. S., Koya, S. M., Rehan, M. A., & Kamarudin, R. K. (2011). Antioxidant study of garlic and red onion: A comparative study. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 34(2), 253–261.
- Pandurangan, M. K., Murugesan, S., & Gajivaradhan, P. (2014). Physico-chemical properties of groundnut oil and their blends with other vegetable oils. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(8), 60–66.
- Park, S. Y., & Chin, K. B. (2010). Evaluation of antioxidant activities of ethanol extracted garlic and onion as affected by pre-heating for the application of meat products. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 30(4), 641–648.
- Sasi, M., Kumar, S., Kumar, M., Thapa, S., Prajapati, U., Tak, Y., Changan, S., Saurabh, V., Kumari, S., Kumar, A., Hasan, M., Chandran, D., Radha, Bangar, S. P., Dhumal, S., Senapathy, M., Thiyagarajan, A., Alhariri, A., Dey, A., ... Mekhemar, M. (2021). Garlic (*Allium sativum* L.) bioactives and its role in alleviating oral pathologies. *Antioxidants*, 10(11).
- Shad, M. A., Pervez, H., Zafar, Z. I., Nawaz, H., & Khan, H. (2012). Physicochemical properties, fatty acid profile and antioxidant activity of peanut oil. *Pakistan Journal of Botany*, 44(1), 435–440.
- Sidhu, J. S., Ali, M., Al-Rashdan, A., & Ahmed, N. (2019). Onion (*Allium cepa* L.) is potentially a good source of important antioxidants. *Journal of Food Science and Technology*, 56(4), 1811–1819.
- Štajner, D., Čanadanović-Brunet, J., & Pavlović, A. (2004). *Allium schoenoprasum* L., as a natural antioxidant. *Phytotherapy Research*, 18(7), 522–524.
- Sulaiman, A., Bello, I., & Arzika, A. (2012). Physicochemical properties of some commercial groundnut oil products sold in Sokoto metropolis, Northwest Nigeria. *Journal of Biological Science and Bioconservation*, 4, 17–24.