

## DẦU HẠT CHÈ (*Camellia sinensis* O. Kuntze) - TỔNG QUAN VỀ TÍNH CHẤT HOÁ LÝ VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG TRONG CÔNG NGHIỆP THỰC PHẨM

Phan Thị Phương Thảo<sup>1,2\*</sup>, Nguyễn Vĩnh Hoàng<sup>1</sup>, Lê Minh Nguyệt<sup>1</sup>, Vũ Hồng Sơn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Công nghệ thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

<sup>2</sup>Viện Công nghệ sinh học và Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

\*Tác giả liên hệ: phanphuongthao@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 01.03.2021

Ngày chấp nhận đăng: 04.05.2021

### TÓM TẮT

Chè (*Camellia sinensis* O. Kuntze) là một trong những loại cây trồng phổ biến và được coi là loại thức uống truyền thống của nhiều quốc gia. Một số nghiên cứu đã được thực hiện trên dầu hạt chè với mục đích phân tích thành phần, đánh giá chất lượng, và khả năng ứng dụng của nó. Các tính chất vật lý và hóa học được nghiên cứu bao gồm trạng thái, trọng lượng riêng, giá trị axit, peroxit, iod, và xà phòng hóa... của dầu. Tương tự như dầu ô liu, dầu hạt chè là loại dầu ăn chất lượng với độ ổn định cao do có chứa các hợp chất chống oxy hóa tự nhiên như carotenoid (3,2 mg/kg), polyphenol tổng số (8,68 mg/kg) và vitamin E (262,4 mg/kg). Các nghiên cứu cũng cho thấy dầu hạt chè chứa hàm lượng lớn các axit béo không bão hòa (81,8 %), đặc biệt là axit linoleic (22,3 %). Các loại axit béo này có khả năng làm giảm nồng độ cholesterol trong máu, giúp ngăn ngừa các bệnh về tim mạch, cao huyết áp và ung thư. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng có sự khác nhau giữa hiệu suất và chất lượng của các loại dầu hạt chè được tách chiết bằng các phương pháp khác nhau như ép, trích ly bằng dung môi, chất lỏng siêu tới hạn...

Từ khóa: Dầu hạt chè, tính chất hóa lý, thành phần hóa học, ứng dụng.

### Tea (*Camellia sinensis* O. Kuntze) Seed Oil - Physical Properties and Applicability in Food Industry: an Overview

#### ABSTRACT

Tea (*Camellia sinensis* O. Kuntze) is one of the most popular crops and is considered a traditional beverage in many countries. The tea seed oil has been studied with the objectives to analyze the physical and chemical properties with a view for quality assessment, composition and applications. Physical and chemical properties such as state, specific gravity, acid value, peroxide value, iodine value, saponification value etc. were studied. Similar to olive oil, tea seed oil is a high-quality cooking oil with great stability because it has a large number of natural antioxidants including carotenoid (3.2 mg/kg), total polyphenols (8.68 mg/kg) and vitamin E (262.4 mg/kg). Moreover, tea seed oil is vegetable oil with high nutritional values due to its high content of unsaturated fatty acids (81.8 %), especially linoleic acid (22.3 %), which was previously proved to be useful in reducing cholesterol levels in the blood and preventing heart diseases, high blood pressure, and cancer. Studies show that different extraction methods of tea seed oil such as pressing, extracting by solvent, supercritical fluid, etc., yield oil with different efficiency and quality.

Keywords: Tea seed oil, chemical and physical properties, chemical composition, application.

#### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Giống *Camellia* thuộc họ *Theaceae*, có nguồn gốc ở miền Nam và Đông Nam Trung Quốc, được trồng ở khoảng 30 quốc gia (Graham, 1992) và có hơn 300 loài trên thế giới. Trong đó, loài được biết đến nhiều nhất là *C. sinensis*, với phần lá thường được chế biến

thành các sản phẩm trà khác nhau, một dạng thức uống được tiêu thụ nhiều nhất trên thế giới sau nước lọc. Bên cạnh đó, *C. sinensis* còn có thành phần hạt với hàm lượng dầu có thể lên tới 30-32%, đặc biệt là ở trong nhân (Chunhua, 1986; Fazel, 2008; Sahari, 2004). Dầu hạt chè cũng có thể được chiết xuất từ hạt của các giống *Camellia* khác như *C. sasanqua*, *C. japonica*,

*C. tenuifolia* và *C. oleifera* (Patel, 2018). Hạt của các giống *Camellia* nói chung đều chứa 20-70% hàm lượng dầu. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng dầu hạt chè có thể giữ nguyên chất lượng khi được bảo quản ở nhiệt độ phòng (20-25°C) trong vòng 3 tháng, đồng thời giữ nguyên trạng thái lỏng và màu vàng ở nhiệt độ thấp (Fazel, 2008; Sahari 2004). Tuy nhiên, phần lớn nông dân trồng chè chỉ tập trung vào việc thu hái lá chè mà bỏ qua tiềm năng sản xuất dầu từ hạt lá chè. Hầu hết các hạt chè không được thu hoạch và bị thối rữa tại vườn chè (Chen, 2003).

Về giá trị dinh dưỡng, dầu hạt chè là một dầu thực vật có giá trị dinh dưỡng cao với hàm lượng lớn các axit béo không bão hòa tốt cho sức khỏe như axit oleic (73,67%), axit linoleic (11,09%) và các axit béo bão hòa có khả năng tăng cholesterol “xấu” trong máu ở hàm lượng thấp (Chunhua, 1986). Do vậy, dầu hạt chè có khả năng giảm huyết áp và lượng cholesterol “xấu” trong máu, đồng thời giúp ngăn ngừa các bệnh về tim mạch và ung thư (Sahari, 2004). So với một loại dầu ăn phổ biến như dầu oliu, dầu hạt chè có hàm lượng axit béo không bão hòa tương đương và hàm lượng axit béo bão hòa thấp hơn. Một số nghiên cứu khác cho thấy dầu hạt chè có tác dụng ngăn ngừa béo phì nhờ khả năng ức chế các yếu tố liên quan đến sự hình thành tế bào mỡ (Kim NH & cs., 2008). Dầu hạt chè cũng chứa một lượng lớn các chất chống oxy hóa như polyphenols (8,68 mg/kg), carotenoid (3,2 mg/kg) và vitamin E (262,4 mg/kg) nên có thể được dùng trong các sản phẩm dưỡng da với khả năng ngăn ngừa các dấu hiệu lão hóa (Shan, 2005).

Dầu hạt chè còn có độ ổn định cao và có thể được bảo quản và sử dụng lâu dài (Fazel, 2008). Độ ổn định oxy hóa của dầu ăn chịu ảnh hưởng bởi hàm lượng axit béo trong dầu: độ ổn định oxy hóa tỉ lệ nghịch với hàm lượng axit béo không bão hòa đa (axit linoleic), nhưng tỉ lệ thuận với hàm lượng axit béo không bão hòa đơn (axit oleic) và axit béo bão hòa (Weng & cs., 2018). Độ ổn định oxy hóa của dầu hạt chè cao phần lớn là do chứa hàm lượng lớn axit oleic. Bên cạnh đó, hàm lượng cao các chất chống oxy hóa như  $\alpha$ -tocopherol và carotenoid cũng ngăn ngừa quá trình oxy hóa trong dầu, do đó tăng thời hạn bảo quản và sử dụng của dầu hạt chè.

Nhờ các lợi ích sức khỏe cùng độ ổn định cao, dầu hạt chè có thể được sử dụng với nhiều mục đích khác nhau như dầu ăn trong chế biến thực phẩm, sản phẩm chống oxy hóa trong các sản phẩm dưỡng da hay trong các loại thực phẩm khác để tăng thời hạn bảo quản.

Bài báo này tổng hợp và trình bày các thông tin liên quan đến hạt chè (đặc điểm hình thái, thành phần hoá học, ứng dụng) và dầu hạt chè (phương pháp tách chiết, tính chất hoá lý, thành phần hoá học, ứng dụng) từ những nghiên cứu của các nhà khoa học trong nước và trên thế giới. Những thông tin này là cơ sở cho những nghiên cứu sâu hơn về hạt chè và dầu hạt chè, góp phần đa dạng hóa sản phẩm và nâng cao giá trị của cây chè ở Việt Nam.

## 2. HẠT CHÈ

### 2.1. Sự phát triển và đặc điểm hình thái của hạt chè

Theo nghiên cứu của Nguyễn Thị Ngọc Yến (2013) về hạt chè xanh, sau khi gieo hạt khoảng 2 năm, cây chè cho hoa quả lần thứ nhất, từ 3 đến 5 năm cây chè phát triển hoàn chỉnh về đặc tính phát dục. Hoa chè được hình thành từ các mầm sinh thực, hoa thụ phấn tạo quả chè. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng đối với giống chè *Camellia sinensis* giai đoạn phát triển từ lúc bắt đầu ra hoa đến hạt trưởng thành kéo dài khoảng 18 tháng.

Quả chè thuộc loại quả nang có từ 1-3 hạt. Vỏ quả màu xanh, khi chín chuyển sang màu nâu rồi nứt ra. Hạt chè có vỏ sần cứng màu phớt đỏ khi hạt non và chuyển sang màu nâu đen khi hạt chín. Dưới lớp vỏ sần là một vỏ lụa mỏng, màu vàng nâu, có nhiều gân làm nhiệm vụ vận chuyển nước và chất dinh dưỡng để nuôi hạt bên trong. Hạt chè có thể hình tròn hoặc tam giác, với kích thước to hay nhỏ tùy vào giống và điều kiện dinh dưỡng. Hạt chè không có nội nhũ nhưng có lá mầm rất phát triển, chiếm 3/4 khối lượng hạt chè. Chè có hiện tượng đa phôi, với thành phần chính của phôi chè gồm mầm rễ, mầm thân và mầm ngọn. Ở Việt Nam, giống chè Shan hạt to và nặng, giống chè Ấn Độ hạt nhỏ và nhẹ.

**Bảng 1. Thành phần hóa học của hạt chè**

Thành phần	Hàm lượng (%)
Albumin	8,5
Tinh bột	32,5
Gluxit khác	19,9
Dầu béo	22,9
Xenluloze	3,8
Saponin	9,1
Chất vô cơ	3,3

Nguồn: Patel (2018)

## 2.2. Thành phần hóa học của hạt chè

Hạt chè mới hái về gồm gần 50% là nước. Lá mầm là nơi dự trữ phần lớn các chất dinh dưỡng cần thiết cho quá trình nảy mầm của hạt chè như protein, lipit và gluxit. Hạt chè đặc biệt chứa nhiều dầu với các thành phần có hoạt tính sinh học như saponin, flavonoid và vitamin có lợi cho sức khỏe (Đỗ Ngọc Quý, 2003). Hàm lượng dầu trong hạt chè có sự thay đổi tùy theo giống chè và điều kiện sinh trưởng, ví dụ như hàm lượng dầu trong hạt chè thu hoạch ở Trung Quốc là 27,72%, ở Iran là 30,5%, ở Nam Ấn Độ là 31% và ở Thổ Nhĩ Kỳ là 32,8% (Trần Đình Phả, 2011). Nghiên cứu của Patel & cs. (2018) đã phân lập và nghiên cứu các thành phần quan trọng trong hạt chè, kết quả được trình bày trong bảng 1.

## 2.3. Ứng dụng của hạt chè

Theo Hiệp hội Chè Việt Nam (VITAS), Việt Nam có rất nhiều cơ hội và thuận lợi để phát triển các sản phẩm từ cây chè. Bên cạnh việc nghiên cứu nâng cao năng suất, cải thiện chất lượng chế biến thì việc đa dạng hóa các sản phẩm từ cây chè là một hướng tiếp cận quan trọng giúp tăng thu nhập của người dân. Hạt chè ngoài được sử dụng để sản xuất giống cây trồng, hạt chè còn có tiềm năng được ứng dụng để sản xuất dầu hạt chè với giá trị dinh dưỡng cao, có độ bền oxy hóa cao và thời hạn sử dụng dài nhờ khả năng chống oxy hóa tốt. Tương tự như dầu oliu, dầu hạt chè có thể được ứng dụng trong sản xuất các loại dầu nấu ăn, kem dưỡng da hay dầu dưỡng tóc (Chakravarty, 1954). Dầu

hạt chè là một nguồn saponin phong phú với nhiều loại saponin có thể được chiết tách ra từ nó (Yoshioka, 1970). Bên cạnh khả năng tẩy rửa tốt, các saponin này cũng có hoạt tính dược lý với đặc tính chống viêm rõ rệt. Nhờ thành phần này mà saponin cũng có thể được sử dụng trong sản xuất các chất tẩy rửa, xà phòng hay như một loại nguyên liệu thuốc (Sekine, 1991). Ngoài ra, bã ép của hạt chè cũng có thể được sử dụng làm phân bón hay thức ăn chăn nuôi ở một vài nước như Thái Lan (Roberts, 1972).

## 3. DẦU HẠT CHÈ

### 3.1. Phương pháp tách chiết dầu hạt chè

Phương pháp tách chiết dầu hạt chè khá đa dạng và được thực hiện trong nhiều nghiên cứu khác nhau.

Với phương pháp trích ly hỗn hợp từ dung môi, hạt chè được sấy khô ở nhiệt độ 103°C, sau khi nghiền sẽ được trích ly trong hỗn hợp dung môi gồm petroleum ether, petroleum benzene và n-hexane bằng khuấy từ trong 4 tiếng, sau đó hỗn hợp dầu-dung môi sẽ được ly tâm và lọc bằng vải lọc mịn (Fazel, 2008).

Phương pháp Soxhlet là một trong những kỹ thuật chiết tách dầu lâu đời và cơ bản nhất. Năm 2008, Xinchu Weng thực hiện chiết dầu hạt chè theo phương pháp Soxhlet sử dụng dung môi petroleum ether và thu được hàm lượng dầu hạt chè *C. sinensis* là 31,09%. Một nhóm nghiên cứu khác là George & cs. (2013) cũng thực hiện tách chiết dầu hạt chè bằng hệ thống Soxhlet nhưng thu được hàm lượng dầu thấp hơn (22%).

Sự khác biệt này có thể là do đối tượng nghiên cứu được thu hoạch từ các giống chè khác nhau được trồng ở các điều kiện canh tác khác nhau.

Phương pháp trích ly dung môi hỗ trợ bởi sóng siêu âm là một phương pháp được phát triển từ phương pháp trích ly dung môi cơ bản, giúp giảm thời gian trích ly và lượng dung môi cần thiết, đồng thời tăng lượng dầu thu được với sự trợ giúp của sóng siêu âm. Tuy nhiên, phương pháp này có hiệu quả hơn với hạt của *C. oleifera* Abel hơn là của *C. sinensis*, hàm lượng dầu chiết được từ hai giống này lần lượt là 45,23% và 21% (Aijun, 2009; Rajaei, 2008).

Trích ly siêu tới hạn là một phương pháp mới được phát triển trong những năm gần đây. Phương pháp này sử dụng chất khí được nén với áp suất và nhiệt độ cao cho đến khi tính chất vật lý của nó thay đổi và trở thành chất lỏng tới hạn làm dung môi (Wang, 2016). Dung môi từ chất lỏng tới hạn có mật độ cao như chất lỏng thông thường, có độ nhớt cao như khí, đồng thời khả năng khuếch tán nằm ở giữa chất lỏng và chất khí. Những điều kiện này giúp dung môi này có khả năng khuếch tán sâu và nhanh hơn so với dung môi chất lỏng hay chất khí khác. CO<sub>2</sub> thường được chọn làm dung môi trong kỹ thuật này do giá thành hợp lý và tính an toàn cao, đồng thời giúp bảo quản mẫu trích ly do hệ thống trích ly này không chứa khí oxy có khả năng oxy hóa. Phương pháp này được áp dụng trong chiết xuất dầu hạt chè và đạt được hiệu suất đến 31,6%, cao hơn so với các phương pháp truyền thống khác như Soxhlet hay trích ly dung môi (Rajaei, 2008; Wang, 2011). Dung môi CO<sub>2</sub> siêu tới hạn rất phù hợp cho việc tách chiết dầu bởi nó rất hiệu quả trong việc tách những thành phần không phân cực (dầu, axit béo) khỏi những thành phần phân cực trong hạt chè.

Ở Việt Nam, Trần Đình Phả & cs. (2010) đã nghiên cứu chiết tách dầu hạt chè Mộc Châu, Sơn La bằng phương pháp trích ly dung môi và đã xác định được hàm lượng dầu thô khoảng 29,12%. Một nhóm nghiên cứu khác, Nguyễn Duy Lâm & cs. (2010) nghiên cứu tinh chế và đánh giá chất lượng dầu hạt chè trồng ở Phú Thọ bằng phương pháp trích ly thì hàm lượng dầu thô thu được khoảng 14%. Năm 2013, Nguyễn Thị Ngọc Yến đã nghiên cứu quy

trình chiết tách dầu từ hạt chè xanh Lâm Đồng và chỉ ra sự khác biệt trong hiệu suất thu hồi dầu hạt chè giữa các phương pháp trích ly khác nhau. Đối với quy trình tách chiết dầu bằng phương pháp trích ly dung môi, hàm lượng dầu hạt chè sau tinh sạch là 23,85% với hiệu suất đạt 83,25%. Bên cạnh đó, quy trình tiền xử lý enzyme Viscozyme bột nghiên kết hợp với trích ly dung môi và ép nguội lần lượt thu được hàm lượng chè là 35,35% (hiệu suất 87,39%) và 27,80% (hiệu suất đạt 68,73%). Ngoài ra, quy trình tách chiết dầu bằng phương pháp ép nguội trên máy ép thủy lực, hàm lượng dầu chè thu được khá thấp 15,76% (hiệu suất đạt 55,01%).

### 3.2. Tính chất hóa lý của dầu hạt chè

Chất lượng hóa lý của dầu được đánh giá dựa trên trị số peroxit, axit, iod, xà phòng hóa. Các chỉ tiêu cơ bản này biểu thị chất lượng và tình trạng của dầu. Tuy nhiên, các trị số hóa lý này không đồng nhất giữa mọi loại dầu hạt chè bởi chúng phụ thuộc vào giống chè, điều kiện canh tác và phương pháp trích ly dầu hạt chè.

Một số thông số hóa lý của dầu hạt chè và một số loại dầu được thể hiện qua bảng 2. Trị số peroxit và axit của dầu là phép đo tương đối biểu thị độ ôi thiu của dầu, do vậy, hai trị số này càng thấp, dầu càng tươi và có chất lượng cao (Ojeh, 1981). Các số liệu ở bảng 2 cho thấy trị số peroxit của dầu hạt chè đặc biệt thấp, tuy nhiên trị số axit lại cao nhất so với các loại dầu được nghiên cứu cùng. Trị số iod của dầu tỉ lệ thuận với độ không bão hòa trong dầu. Số liệu ở bảng 2 cho thấy dầu hạt chè chứa nhiều axit béo không bão hòa, nhiều hơn so với dầu oliu hay dầu hạt sỏ. Hàm lượng cao của các axit béo không bão hòa với các liên kết đôi không bền có thể là một trong những nguyên nhân ảnh hưởng tiêu cực tới độ bền oxy hóa trong dầu hạt chè. Giá trị xà phòng hóa của dầu hạt chè thể hiện hàm lượng các axit béo có trong dầu, và giá trị này tương đương với các loại dầu thực vật phổ biến khác như dầu oliu, dầu hạt cải (Bảng 2), dầu lạc (187-196mg KOH/g), dầu hạt cải (168-181mg KOH/g), dầu đậu nành (188-195mg KOH/g). Giá trị xà phòng hóa của dầu hạt chè tương đối cao cho thấy nó có tiềm năng lớn để sử dụng trong sản xuất xà phòng và dầu gội đầu.

**Bảng 2. Tính chất hóa lý của một số loại dầu**

Thông số	Mẫu dầu			
	Hạt chè	Hạt sỡ	Ô liu	Hạt cải
Khối lượng riêng (g/cm <sup>3</sup> , 25°C)	0,911 ± 0,003	0,920 ± 0,002	0,912	0,918
Chỉ số khúc xạ (20°C)	1,4648 ± 0,0004	1,4676 ± 0,0005	1,4696	1,4762
Trị số axit (mg KOH/g)	1,99 ± 0,01	1,29 ± 0,12	0,3	0,1
Trị số peroxit (meq/kg)	0,84 ± 0,02	1,91 ± 0,05	8,1	2,2
Trị số xà phòng hóa (mg KOH/g)	189,75 ± 0,57	180,47 ± 0,56	196,9	196,3
Trị số iod (g I <sub>2</sub> /100g)	88,54 ± 0,37	81,54 ± 0,38	79,1	110,7
Trạng thái ở nhiệt độ thường	Lỏng	Lỏng	Lỏng	Lỏng

Nguồn: Xinchu Weng (2018); Wei Zeng (2019).

**Bảng 3. Thành phần axit béo của dầu hạt chè và một số loại dầu (%)**

Thành phần axit béo	Mẫu dầu			
	Hạt chè	Hạt sỡ	Ô liu	Hạt cải
C14:0	0,1 ± 0,0	-	-	-
C16:0	14,8 ± 1,5	8,1 ± 0,6	11,2	3,7
C16:1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,9	0,1
C18:0	2,6 ± 0,4	1,7 ± 0,2	2,5	1,5
C18:1	58,4 ± 4,9	80,5 ± 1,3	77,2	64,3
C18:2	22,3 ± 3,9	8,3 ± 0,8	6,7	19,6
C18:3	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,5	8,3
C20:1	0,1 ± 0,0	-	0,4	0,5
C24:0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,1	0,2
UFA	81,8 ± 1,1	89,6 ± 0,9	85,9	93,7
SFA	17,6 ± 1,3	10,0 ± 0,8	13,8	5,9
MUFA	59,3 ± 4,9	81,1 ± 1,3	78,7	65,8
PUFA	22,5 ± 4,0	8,5 ± 0,8	7,2	27,9

Ghi chú: C14:0 (Axit Myristic), C16:0 (Axit Palmitic), C16:1 (Axit Palmitoleic), C18:0 (Axit Stearic), C18:1 (Axit Oleic), C18:2 (Axit Linoleic), C18:3 (Axit Stearic), C20:1 (Axit Gadoleic), C24:0 (Axit Lignoceric), UFA: axit béo không bão hòa, SFA: axit béo bão hòa, MUFA: axit béo không bão hòa đơn, PUFA: axit béo không bão hòa đa.

**Bảng 4. Các thành phần của dầu thu được từ một số phương pháp tách chiết**

Phương pháp	Số lần	C18:2	C18:1	C20:1	C16:0	C18:0
SFE	1	21,7	49,4	0,0	20,6	2,4
	2	21,0	48,6	0,4	19,5	2,3
	3	19,0	45,1	0,7	15,8	2,3
DGF	-	20,4	49,5	0,2	21,5	2,2
UE	-	18,9	46,3	0,2	18,1	2,2
SE	-	14,6	36,9	-	19,3	1,5

Ghi chú: phương pháp soxhlet (SE), chất lỏng siêu tới hạn (SFE) và sử dụng hỗ trợ bằng sóng siêu âm (UE), phương pháp B-I5 theo chuẩn DGF (Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft).

Nguồn: Rajaei (2005).

### 3.3. Thành phần hóa học dầu hạt chè

#### 3.3.1. Thành phần axit béo

Thành phần axit béo của dầu hạt chè rất được quan tâm bởi nó rất hữu ích trong việc đánh giá chất lượng dầu và tính xác thực của sản phẩm. Thành phần axit béo có thể bị ảnh hưởng không chỉ bởi các loài hoặc giống, mà còn bởi địa lý, khí hậu, mức độ chín, điều kiện thu hoạch và chế biến (Lee, 1998).

Thành phần axit béo của dầu hạt chè và một số loại dầu khác theo nghiên cứu của Wei Zeng (2019) được thể hiện qua bảng 3. So với dầu hạt sỏ, dầu oliu và hạt cải trong cùng điều kiện nghiên cứu, dầu hạt chè có hàm lượng axit béo oleic không bão hòa (C18:1) thấp nhất (58,4%). Tuy nhiên, hàm lượng axit béo linoleic (C18:2) tốt cho sức khỏe ở dầu hạt chè là cao nhất (22,3%) so với các loại dầu trong cùng nghiên cứu này (Wei Zeng, 2019).

Nghiên cứu của Wei Zeng (2019) đưa ra kết quả tương tự với các nghiên cứu trước đó bởi Rajaei (2008) (C16:0 - 21,5%; C18:0 - 2,9%; C18:1 - 56%) và Sahari (2004) (C18:1 - 56%; C18:2 - 22%; C18:3 - 0,3%). Nhìn chung, các nghiên cứu về dầu hạt chè đều chỉ ra rằng hàm lượng axit béo bão hòa là thấp so với lượng axit béo không bão hòa trong dầu hạt chè (Yahaya, 2011; Zeng, 2019).

Phương pháp tách chiết là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới hàm lượng axit béo trong dầu. Rajaei & cs/ (2005) phân tích hàm lượng axit béo của dầu khi tách chiết bằng các phương pháp khác nhau: siêu tới hạn, soxhlet, siêu âm và phương pháp chuẩn DGF B-I. Các axit C16:0, C18:0, C18:1, C18:2 và C20:1 trong dầu hạt chè đã được xác định bằng sắc ký khí theo các nghiên cứu trước đây (Ataii, 2003). Nghiên cứu chỉ ra rằng với mọi phương pháp tách chiết, axit béo chủ yếu thu được trong dầu là axit oleic (chiếm hơn 50% tổng các axit béo). Tỷ lệ axit béo không bão hòa (UFA) và axit béo bão hòa (SFA) trong chiết xuất dầu lần lượt là 58,1-71,7% và 17,4-23,7%.

Wang Y. & cs. (2011) đã tiến hành phân tích thành phần axit béo khi tách chiết dầu bằng hai phương pháp khác nhau là trích ly

siêu tới hạn sử dụng dung môi SC-CO<sub>2</sub> và Soxhlet thu được hàm lượng các axit béo khác nhau (Bảng 5).

Bên cạnh đó, các yếu tố về địa lý và giống chè cũng có thể gây ảnh hưởng tới thành phần axit béo trong dầu hạt chè. Tại Việt Nam, năm 2013, Nguyễn Thị Ngọc Yến đã phân tích thành phần axit béo của dầu hạt chè tại vùng Lâm Đồng: tổng hàm lượng axit béo bão hòa trong dầu hạt chè là 16,03-16,72%; tổng hàm lượng axit béo không bão hòa trong dầu hạt chè 83,03-83,81%, trong đó hàm lượng axit béo không bão hòa đơn (chủ yếu là axit oleic) là 70,38-75,66% và axit béo không bão hòa đa (chủ yếu là axit linoleic) trong dầu hạt chè 8,03-12,65%. Nhìn chung, tỉ lệ các thành phần axit béo trong dầu hạt chè tại Việt Nam không có khác biệt gì lớn so với dầu hạt chè ở các nước khác. Tuy nhiên, theo nghiên cứu của Nguyễn Duy Lâm (2010), dầu hạt chè ở Phú Thọ có hàm lượng C18:1 là 44,13% thấp hơn so với một số nghiên cứu khác. Điều này có thể là do yếu tố địa lý và khí hậu ở nơi trồng chè hay phương pháp trích ly và đo lường nồng độ axit béo.

Hàm lượng cao các axit béo không bão hòa, đặc biệt là axit oleic và axit linoleic tốt trong dầu hạt chè cao, do đó dầu hạt chè có thể được sử dụng làm dầu ăn và dầu trộn salad để bổ sung các axit béo cần thiết này trong bữa ăn hằng ngày. Axit linoleic không chỉ là một chất cần thiết cho quá trình nảy mầm của hạt mà còn là một thành phần quan trọng trong chế độ ăn hằng ngày của con người (Nehdi, 2011).

#### 3.3.2. Thành phần các hợp chất kháng oxy hóa

Bên cạnh những axit béo có lợi cho sức khỏe, dầu hạt chè còn chứa các chất chống oxy hóa hiệu quả. Những nghiên cứu gần đây chỉ ra rằng, cũng giống như lá chè xanh, dầu hạt chè chứa các nhóm chất có hoạt tính sinh học như nhóm phenolic, trong đó chủ yếu là các hợp chất thuộc phân nhóm flavonoids. Những nghiên cứu đánh giá về thành phần hoạt chất trong hạt hay dầu hạt chè tại Việt Nam còn hạn chế hoặc chưa được công bố. Thành phần chống oxy hóa trong dầu hạt chè gồm có: polyphenol, carotenoid, tocopherol.

**Bảng 5. Thành phần axit béo khi trích ly bằng phương pháp soxhlet và siêu tới hạn**

Phương pháp	C7:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C20:1
SC-CO <sub>2</sub>	0,7	15,3	3,3	57,5	22,3	0,9
Soxhlet	0,7	17,7	3,8	52,9	24,2	0,7

Ghi chú: C7:0, heptanoic axit, C16:0 (Axit Palmitic), C16:1 (Axit Palmitoleic), C18:0 (Axit Stearic), C18:1 (Axit Oleic), C18:2 (Axit Linoleic), C20:1 (Axit Gadoleic).

Nguồn: Wang (2011).

**Bảng 6. Hàm lượng tocopherol của một số loại dầu (mg/kg)**

Thành phần tocopherol	Mẫu dầu			
	Hạt chè	Hạt sỏ	Ô liu	Hạt cải
$\alpha$ -tocopherol	134,0-360,5	170,9-237,9	135,5	188,0
$\beta$ -tocopherol	-	-	29,2	98,5
$\gamma$ -tocopherol	-	-	41,1	516,6
$\delta$ -tocopherol	-	-	-	43,6
Tổng polyphenol	134,0-360,5	170,9-237,9	205,8	846,7

Nguồn: Wei & Yasusi (2019).

#### a. Hợp chất tocopherol

Vitamin E là thuật ngữ chung dùng để chỉ tocopherols và tocotrienols ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ) - các chất chống oxy hoá tự nhiên ngăn ngừa sự ôi thiu của dầu trong quá trình bảo quản (Gimeno, 2000). Tocopherols trong dầu thực vật được cho là bảo vệ axit béo không bão hòa đa khỏi bị oxy hóa (Xinchu Weng, 2018). Trong số tất cả các vitamin E,  $\alpha$ -tocopherol có hiệu quả kháng oxy hóa cao nhất (Kamal, 1996). Bên cạnh đó, vitamin E cũng là một nhóm chất cần thiết cho sự phát triển và sức khỏe của con người. Thiếu vitamin E gây ra các khiếm khuyết trong hệ thống thần kinh đang phát triển của trẻ em và tan máu ở nam giới (Ramadan & cs., 2006).

Nghiên cứu của Wei & Yasusi (2019) đã đánh giá hàm lượng tocopherol của dầu hạt chè, hạt sỏ, ô liu và hạt cải (Bảng 6). Khác với dầu oliu và dầu hạt cải, dầu hạt chè và dầu hạt sỏ chỉ chứa một loại tocopherol là  $\alpha$ -tocopherol. Đây là lí do tổng hàm lượng tocopherols trong hai loại dầu này thấp hơn hẳn so với hai loại dầu với nhiều loại tocopherol hơn. Hàm lượng các hợp chất này còn tùy thuộc theo giống cây chè và phương thức tinh chế của nhà sản xuất.

Tuy nhiên, kết quả thu được từ nghiên cứu của Wei & Yasusi (2019) lại khác với kết quả thu được từ nghiên cứu trước đó của Fazel & cs. (2008). Theo đó, Fazel phân tích ra được nhiều thành phần tocopherols và tocotrienols trong dầu hạt chè (Bảng 7). Trong đó, hàm lượng  $\alpha$ -tocopherol và  $\alpha$ -tocotrienol đều đặc biệt cao hơn hẳn so với các thành phần còn lại.

#### b. Hợp chất phenolic

Các hợp chất phenol đã được nghiên cứu là có các hoạt tính sinh học có ích như chống oxy hoá, đào thải các gốc oxy tự do và tăng sự ổn định oxy hóa (Owen & cs., 2000; Tsanova-Savova & cs., 2005; Wolf & cs., 2003). Nghiên cứu của Zhong & cs. (2007) cho thấy tổng hàm lượng phenol trong dầu hạt chè là 8,48 mg/kg - cao hơn trong dầu đậu nành tinh chế (4,2 mg/kg) nhưng thấp hơn so với dầu bơ ép lạnh (11,6 mg/kg) và dầu hạt bí ngô ép lạnh (15,9 mg/kg). Một nghiên cứu khác gần đây hơn do Xinchu & cs. (2018) tiến hành cũng đo được hàm lượng phenol tương đương trong dầu hạt chè là  $8,68 \pm 0,35$  mg/kg.

Thành phần của các hợp chất phenolic theo nghiên cứu của Fazel & cs. (2008) được thể hiện trong bảng 8. Kết quả cho thấy tổng hàm lượng

các hợp chất phenolic là  $24,81 \pm 1,0$  mg/kg với thành phần có hàm lượng cao nhất là EGCG ( $12,93 \pm 0,97$  mg/kg). Bên cạnh các thành phần quen thuộc trong các loại dầu thực vật như tocopherols và carotenoid, các hợp chất phenolic là thành phần chỉ được tìm thấy trong dầu hạt chè. Bên cạnh hàm lượng axit oleic cao và axit linoleic thấp, sự kết hợp của các hợp chất polyphenol và tocopherol với khả năng chống oxy hóa làm tăng thêm tính ổn định oxy hóa của dầu hạt chè (Shahidi & Naczki, 2004; Tsimogiannis & Oreopoulou, 2004).

Trong các hợp chất phenol, nhóm các hợp chất catechin là quan trọng và được nghiên cứu nhiều nhất. Catechin là monome flavan-3-ol, là thành phần flavonoid chính trong lá chè xanh, chiếm 60-80% tổng số hợp chất flavonoid có trong chè xanh (Graham, 1992; Balentine, 1997). Trong chè có 7 catechin chính và được chia thành 2 nhóm là: nhóm catechin tự do bao gồm C, EC, GC, EGC (vị trí cacbon số 3 có chứa nhóm hydroxyl) và nhóm đã bị este hóa hay nhóm galloyl catechin bao gồm GCG, ECG, EGCG (nhóm hydroxyl ở vị trí số 3 được thay

bằng một nhóm gallate). Epicatechin, Epigallocatechin, Epigallocatechin gallate và Epicatechin gallate là những catechins chính đem lại nhiều lợi ích cho sức khỏe con người (Fazel & cs., 2008).

Trong những năm gần đây, catechins đã được sử dụng với nhiều mục đích như chất chống oxy hóa tự nhiên được bổ sung trong dầu mỡ để ngăn ngừa quá trình oxy hóa chất béo; bổ sung thêm vào thức ăn cho vật nuôi để tăng cường sức khỏe cho chúng; thành phần trong các thực phẩm chức năng với tác dụng ngăn ngừa lão hóa. Ngoài ra, catechin trong chè, đặc biệt là EGCG và ECG có khả năng tiêu diệt các loại vi khuẩn làm hư hỏng thực phẩm và loại bỏ các độc tố do chúng gây ra. Tính kháng khuẩn của catechin là nhờ khả năng liên kết trực tiếp với protein trên màng tế bào và phá hủy màng tế bào của vi khuẩn. Bên cạnh đó, theo nghiên cứu của Zhou (2010), EGCG giúp hạ thấp lượng đường trong máu ở những con chuột ăn thức ăn có bổ sung EGCG. EGCG được chỉ ra rằng có thể chống lại sự phá hủy tế bào làm nhiệm vụ sản xuất insulin.

**Bảng 7. Hàm lượng các thành phần trong vitamin E của dầu hạt chè**

Thành phần	Hàm lượng (mg/kg)
$\alpha$ -tocopherol	$210 \pm 2,3$
$\gamma$ -tocopherol	$23,6 \pm 0,45$
$\delta$ -tocopherol	$11,2 \pm 0,33$
$\alpha$ -tocotriol	$119 \pm 1,9$
$\beta$ - tocotriol	$2,2 \pm 0,08$
$\gamma$ -tocotriol	$23,3 \pm 0,25$

Nguồn: Fazel & cs. (2008).

**Bảng 8. Thành phần các hợp chất phenolic có trong dầu hạt chè**

Thành phần	Hàm lượng (mg/kg)
Gallocatechin (GC)	$1,01 \pm 0,07$
Catechin (C) + Epigallocatechin (EGC)	$6,32 \pm 0,21$
Gallocatechin gallate (GCG)	$0,79 \pm 0,08$
Epigallocatechin gallate (EGCG)	$12,93 \pm 0,97$
Epicatechin gallate (ECG)	$1,76 \pm 0,06$
Catechin gallate (CG)	$0,28 \pm 0,03$
Epicatechin (EC)	$1,72 \pm 0,07$

Nguồn: Fazel & cs. (2008).

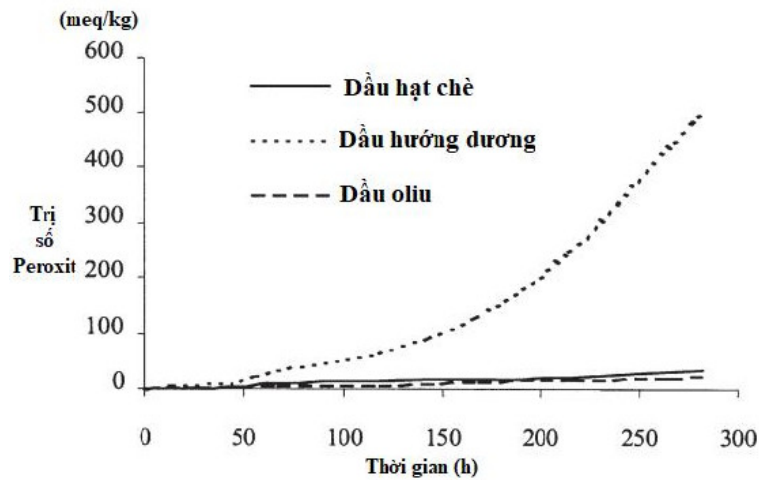


*c. Hợp chất carotenoid*

Khác với thực vật, con người không thể tự tổng hợp ra carotenoid mà sử dụng carotenoid từ việc tiêu hóa thức ăn từ thực vật. Carotenoid là tiền thân của vitamin A và có vai trò như một chất chống oxy hoá mạnh mẽ và chất bảo vệ chống ung thư (Luterotti, 2002).

Cả 2 hợp chất  $\beta$ -carotene và  $\alpha$ -tocopherol đều liên quan đến sự ổn định oxy hóa của dầu và có vai trò ngăn ngừa ung thư và các bệnh tim

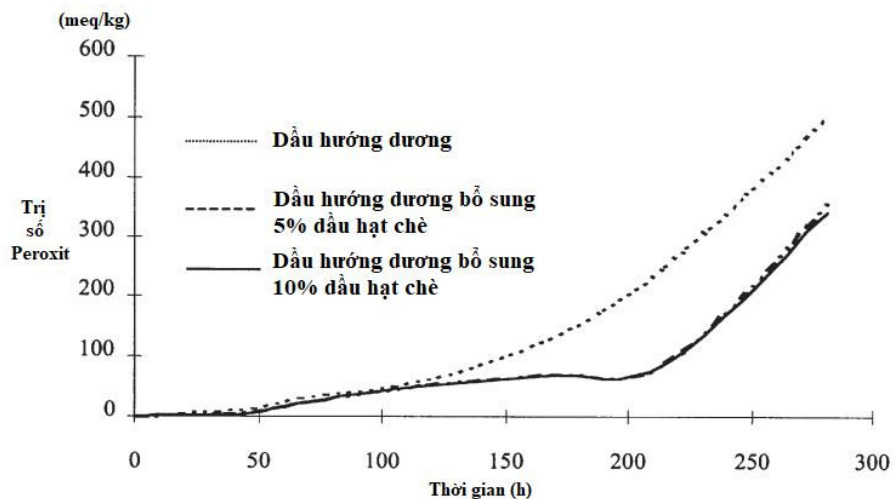
mạch ở con người (Gimeno, 2000).  $\beta$ -carotene được đánh giá là giúp ngăn ngừa ung thư gây ra bởi các gốc tự do (Nonomura, 1987). Thông thường, hàm lượng  $\beta$ -carotene trong dầu thực vật ở mức tương đối thấp so với  $\alpha$ -tocopherol. Trong nghiên cứu của Xinchu & cs. (2018), dầu hạt chè chứa 3,20 mg/kg  $\beta$ -carotene, cao hơn nhiều so với dầu hạt sỏ (1,18 mg/kg). Một nghiên cứu khác bởi Gimeno & cs. (2000) đã phân tích được hàm lượng  $\beta$ -Carotene của dầu hạt chè cao hơn dầu ô liu (1,58-2,84 mg/kg).



Ghi chú: Trị số peroxit xác định độ tươi của dầu ăn, trị số này càng cao thì độ tươi của dầu ăn càng thấp.

Nguồn: Sahari (2004).

**Hình 1. So sánh trị số peroxit của dầu hạt chè, dầu hướng dương và dầu ô liu ở 63°C**



Nguồn: Sahari (2004)

**Hình 2. So sánh trị số của dầu hạt chè, dầu hướng dương và dầu ô liu ở 63°C khi bổ sung 5 và 10% dầu hạt chè**

Mặc dù, các hợp chất carotenoit trong dầu hạt chè tồn tại với hàm lượng không cao nhưng cũng góp một phần giúp hạn chế sự oxy hóa của một số loại dầu thông qua 3 cơ chế: thứ nhất là chuyển nguyên tử hydro sang gốc tự do, thứ hai là hình thành các hợp chất trung gian giữa các gốc carotenoit với gốc tự do (sản phẩm oxy hóa) và thứ ba là truyền điện tử electron. Theo Norma (2019) khả năng kháng oxy hóa của carotenoit có liên quan đến khả năng cho điện tử của chúng.

### 3.4. Một số ứng dụng của dầu hạt chè

Dầu hạt chè cũng có những đặc tính thích hợp của một loại dầu thực vật được dùng trong nấu ăn hay dùng trực tiếp. Dầu hạt chè là một loại dầu tự nhiên, không tồn dư thuốc trừ sâu, là một loại dầu ăn lành mạnh và được coi là “dầu ô liu của phương Đông”. So với dầu oliu, dầu hạt chè có một số hợp chất hoạt tính sinh học đặc biệt, không tồn tại trong dầu ô liu như polyphenol chè, glycosid chè và saponin chè (Shan, 2005).

*Trong thực phẩm:* Dầu hạt chè không có hương vị nồng và có thể được sử dụng trong sốt salad hay trong chế biến thực phẩm mà không gây ảnh hưởng lớn tới hương vị của món ăn (Fazel, 2009). Dầu hạt chè với hàm lượng lớn axit béo không bão hòa đa như axit oleic và axit linoleic cung cấp những dưỡng chất thiết yếu cho sức khỏe thông qua các bữa ăn (Chunhua, 1986). Tuy chứa hàm lượng cao các axit béo không bão hòa dễ bị oxy hóa, độ bền oxy hóa của dầu hạt chè không hề thấp so với các loại dầu thực vật khác nhờ một lượng lớn thành phần chống oxy hóa như polyphenol, tocopherol và vitamin E. Trị số peroxit - đánh giá độ ôi của dầu ăn - của dầu hạt chè tương đương với dầu oliu và thấp hơn hẳn so với dầu hướng dương sau khoảng 2 ngày bảo quản ở nhiệt độ 63°C (Hình 1). Độ bền oxy hóa cao ở nhiệt độ cao là lí do dầu hạt chè thích hợp để nấu nướng hoặc chiên xào thực phẩm (Weng, 2018). Với khả năng chống oxy hóa tốt, dầu hạt chè còn có thể được bổ sung vào các loại dầu thực vật khác như dầu hướng dương, dầu oliu để tăng độ bền ở nhiệt độ cao và thời hạn sử dụng (Hình 2) (Sahari, 2004).

*Trong y học:* Dầu hạt chè theo truyền thống có thể dùng làm thuốc chữa đau dạ dày và thương tích ở Trung Quốc. Lee & cs. (2007) chỉ ra rằng saponin trong hạt chè có thể làm giảm nồng độ cholesterol, triglyceride huyết thanh và lipoprotein mật độ thấp ở chuột. Dầu hạt chè có vai trò làm giảm huyết áp và mức cholesterol, có hàm lượng cao các chất chống oxy hóa (polyphenols, carotenoit và vitamin E), do đó là một nguồn giàu các chất làm ẩm làn da và giảm thiểu các dấu hiệu lão hóa (Fazel, 2008; Fattahi-far, 2006). Ngoài ra, dầu hạt chè còn được chỉ ra là có tác dụng ngăn ngừa sự gia tăng của ba loại ung thư đặc biệt, đó là ung thư đại tràng, ung thư tử cung và ung thư vú. Bên cạnh đó, dầu hạt chè đã được chứng minh là có tác dụng chống béo phì trong mô hình nội sinh. Nhìn chung, dầu hạt chè được xem như là một thực phẩm dinh dưỡng an toàn và hiệu quả (George, 2013).

*Trong công nghiệp:* Dầu hạt chè là một loại nguyên liệu tốt dùng cho công nghiệp và được sử dụng trong sản xuất xà phòng, bơ thực vật, dầu tóc, chất bôi trơn và sơn, đồng thời nó được sử dụng trong việc tổng hợp các hợp chất có trọng lượng cao khác và dầu chống gỉ (Rajaei, 2005).

Sản xuất các sản phẩm bơ thực vật: dầu hạt chè có thể được chuyển hóa thành bơ thực vật thông qua các quá trình như hydro hóa hay este hóa (Fattahi-far, 2006). Hydro hóa là phương pháp phổ biến trong sản xuất bơ thực vật từ dầu thực vật, nhưng thành phẩm thu được thường chứa nhiều các axit béo dạng *trans* có khả năng làm tăng hàm lượng cholesterol xấu trong máu và tăng nguy cơ mắc các bệnh tim mạch (Mensink & cs., 2016). Các sản phẩm dầu thực vật được hydro hóa do vậy được khuyến cáo không nên tiêu thụ thường xuyên. Este hóa cũng có khả năng thay đổi nhiệt độ nóng chảy của chất béo và chuyển hóa dầu thực vật như hydro hóa, nhưng phương pháp này an toàn hơn hydro hóa bởi nó không làm thay đổi hàm lượng các axit béo trong dầu và không làm sản sinh các axit béo dạng *trans*.

Điều chế sản phẩm thay thế bơ ca cao: bơ ca cao là chất béo tự nhiên thu được từ hạt ca cao

và được sử dụng nhiều trong sản xuất sô-cô-la và các loại kẹo ngọt. Nhiệt độ nóng chảy của bơ ca cao gần bằng thân nhiệt của người (khoảng 34-36°C), do vậy là sô-cô-la làm từ bơ ca cao không chảy ở nhiệt độ phòng (20-22°C) mà lại tan ngay trong miệng (Zaringhalami, 2010). Tuy nhiên, do bơ ca cao là nguồn nguyên liệu khan hiếm và đắt đỏ, các loại chất béo khác đã và đang được nghiên cứu để thay thế một phần hoặc hoàn toàn bơ ca cao nhằm giảm thiểu chi phí sản xuất. Nghiên cứu của Zaringhalami & cs (2010) cho thấy sô-cô-la làm từ bơ ca cao bổ sung với 5% và 10% dầu hạt chè có kết cấu giống với sô-cô-la làm từ bơ ca cao nguyên chất. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng bơ ca cao được bổ sung 10% dầu hạt chè đã được este hóa có nhiệt độ nóng chảy gần bằng bơ ca cao tự nhiên (cả 2 đều bắt đầu chảy ở nhiệt độ từ 25-30°C). Một nghiên cứu khác tiến hành bởi Wang HX & cs. (2006) đã cho thấy khả năng thay thế hoàn toàn bơ ca cao bằng hỗn hợp dầu hạt chè, methyl palmitate và methyl stearate được este hóa bằng enzyme lipase. Khoảng nhiệt độ nóng chảy của hỗn hợp thay thế bơ ca cao không có thay đổi nhiều so với bơ ca cao tự nhiên (hỗn hợp thay thế chảy ở 33-37°C, trong khi bơ ca cao tự nhiên chảy ở 34-36°C).

#### 4. KẾT LUẬN

Tổng quan các nghiên cứu cho thấy dầu hạt chè (*Camellia sinensis* O. Kuntze) có hàm lượng chất béo cao và là nguồn chứa các hợp chất có hoạt tính sinh học như polyphenol, vitamin E. Thành phần axit béo của dầu hạt chè trong hạt chè chủ yếu là nhóm không bão hòa như axit oleic và axit linoleic. Hàm lượng các chất chống oxy hóa như polyphenol,  $\alpha$ -tocopherol và carotenot cao giúp dầu hạt chè có hoạt tính chống oxy hóa mạnh mẽ, độ bền oxy hóa cao, kéo dài thời hạn sử dụng và bảo quản. Các đặc tính hóa lý cho thấy tiềm năng sử dụng của dầu hạt chè trong thực phẩm, dược mỹ phẩm, và các ngành công nghiệp phi thực phẩm. Đặc biệt, với hàm lượng các chất kháng oxy hóa cao, dầu hạt chè có tiềm năng trở thành chất chống oxy hóa tự nhiên trong việc bảo quản một số loại dầu khác.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Aijun H., Qiqin F. & Jie Z. (2009). Solvent extraction of oil-tea camellia seed oil enhanced by ultrasound. *China Oils and Fats*.
- Ataï D., Sahari M.A. & Hamedi M. (2003). Some physico-chemical characteristics of tea seed oil. *J. Sci. Technol. Agric. Nat. Res. Water. Soil Sci.* 7(3): 173-183.
- Bộ Khoa học và Công nghệ (2013). TCVN 7597: 2013. Dầu thực vật.
- Chakravarty S.R. & Chakravarty M.M. (1954). Indian tea seed. *Indian Soap J.* 20: 16-19.
- Chen F., Wang X. & Chen J.C.S. (2003). Composition and Sensory Evaluation of Tea Seed Oil. The 94<sup>th</sup> AOCS Annual Meeting and Expo, Kansas City, Missouri.
- Chunhua X., Quanfen Z. & Jihua T. (1986). Outlook of tea seed edible oil production. *J. Tea Sci.*
- Đỗ Ngọc Quý (2003). Cây chè sản xuất và chế biến tiêu thụ. Viện nghiên cứu và phổ biến kiến thức Bách Khoa.
- Fattahi-far E., Sahari M.A. & Barzegar M. (2006). Interesterification of tea seed oil and its application in margarine production. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 83: 841-845.
- Fazel M., Sahari M.A. & Barzegar M. (2008). Determination of main tea seed oil antioxidant and their effects on common kılka oil. *Int Food Res. J.* 15: 209-217.
- Fazel M., Sahari M.A. & Barzegar M. (2009). Comparison of tea and sesame seed oils as two natural antioxidants in a fish oil model system by radical scavenging activity. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 60: 567-576.
- George K.O., Thomas Kinyanjui, John Wanyoko, Okong'o Kelvin Moseki & Francis Wachira (2013). Extraction and analysis of tea (*Camellia sinensis*) seed oil from different clones in Kenya. *African Journal of Biotechnology.* 12: 841-846.
- Gimeno E., Castellote A.I., Lamuela-Raventós R.M., De la Torre M.C. & López-Sabater M.C. (2002). The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, [alpha] tocopherol, and [beta]-carotene) in virgin olive oil. *Food Chem.* 78: 207-211. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00399-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00399-5)
- Graham H.N. (1992). Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. *Preventive Medicine.* 21: 334-350.
- Jayadas N.H. & Nair K.P. (2006). Coconut oil as base oil for industrial lubricants-evaluation and modification of thermal, oxidative and low temperature properties. *Tribology International.*

- 39: 873-878. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2005.06.006>.
- Kamal-Eldin A. & Appelqvist L.Å. (1996). The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids*. 31: 671-701. <https://doi.org/10.1007/BF02522884>.
- Kim N.H.1., Choi S.K., Kim S.J., Moon P.D., Lim H.S., Choi I.Y., Na H.J., An H.J., Myung N.Y., Jeong H.J., Um J.Y., Hong S.H. & Kim H.M. (2008). Green tea seed oil reduces weight gain in C57BL/6J mice and influences adipocyte differentiation by suppressing peroxisome proliferator-activated receptor-gamma. *Pflugers Arch.* 2008 Nov; 457(2): 293-302. <https://doi.org/10.1007/s00424-008-0537-y>.
- Lee C.P., Shih P.H., Hsu C.L. & Yen G.C. (2007). Hepatoprotection of tea seed oil (*Camellia oleifera* Abel.) against CCl<sub>4</sub>-induced oxidative damage in rats. *Food Chem. Toxicol.* 45: 888-895.
- Lee C.P. & Yen G.C. (2006). Antioxidant activity and bioactive compounds of tea seed (*Camellia oleifera* Abel.) oil. *J. Agric. Food Chem.* 54: 779-784.
- Lee D.S., Noh B.S., Bae S.Y. & Kim K. (1998). Characterization of fatty acids composition in vegetable oils by gas chromatography and chemometrics. *Anal Chim Acta.* 358: 163-175.
- Luterotti S., Franko M. & Bicanic D. (2002). Fast quality screening of vegetable oils by HPLC-thermal lens spectrometric detection. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* 79: 1027-1031.
- Min D.B. & Boff J.M. (2002). *Chemistry and Reaction of Singlet Oxygen in Foods*. Wiley Online Library.
- Mensink R.P., Sanders T.A., Baer D.J., Hayes K.C., Howles P.N. & Marangoni A. (2016). The Increasing Use of Interesterified Lipids in the Food Supply and Their Effects on Health Parameters. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*. 7: 719-729. <https://doi.org/10.3945/an.115.009662>.
- Nasri N., Khaldi A., Fady B. & Triki S. (2005). Fatty acids from seeds of *Pinus pinea* L.: Composition and population profiling. *Phytochemistry*. 66: 1729-1735. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2005.05.023>.
- Nehdi I.A. (2011). Characteristics and composition of *Washingtonia filifera* (Linden ex André) H. Wendl. seed and seed oil. *Food Chem.* 126: 197-202. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.099>.
- Nguyễn Duy Lâm, Nguyễn Quang Đức & Vũ Đức Chiến (2010). Tinh chế và đánh giá chất lượng dầu của hạt cây chè xanh (*Camellia sinensis* var *sinensis*) trồng ở Phú Thọ. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. 4.
- Nguyễn Thị Ngọc Yến (2013). Nghiên cứu quy trình chiết tách dầu từ hạt chè xanh Lâm Đồng. *Trung tâm Phát triển Khoa học Công nghệ Trẻ*.
- Nonomura M. (1987). *Naturally derived carotene/oil composition* San Diego, Calif. Microbio Resources, Inc., US.
- Norma F.H, Juan F. & Daniel G.M (2019).. Chemical Reactivity Properties, Solubilities, and Bioactivity Scores of Some Pigments Derived from Carotenoids of Marine Origin through Conceptual DFT Descriptors. *Journal of Chemistry*. <https://doi.org/10.1155/2019/9624108>.
- Ojeh O.A. (1981). Effect of refining on the physical and chemical properties of cashewkernel oil. *International Journal of Food Science & Technology*. 16: 513-517. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb01844.x>.
- Owen R.W., Mier W., Giacosa A., Hull W.E., Spiegelhalter B. & Bartsch H. (2000). Phenolic and lipid components of olive oil: identification of lignans as major components of olive oil. *Clinical Chemistry*. 46: 976-988.
- Patel P.K., Das B., Sarma R. & Gogoi B. (2018). A review: Tea seed. 25(2): 1-14.
- Peter J. Lee & Alice J. Di Gioia (2009). Characterization of tea seed oil for quality control and authentication. *Waters Corporation Application Note No 720002980en*.
- Rajaei A., Barzegar M. & Sahari M.A. (2008). Comparison of antioxidative effect of tea and sesame seed oils extracted by different methods. *J. Agric. Sci. Technol.* 10: 345-350.
- Rajaei A., Barzegar M. & Yamini Y. (2005). Supercritical fluid extraction of tea seed oil and its comparison with solvent extraction. *Eur. Food Res. Technol.* 220: 401-405.
- Ramadan M.F., Sharanabasappa G., Seetharam Y.N., Seshagiri M. & Moersel J.T. (2006). Characterisation of fatty acids and bioactive compounds of kachnar (*Bauhinia purpurea* L.) seed oil. *Food Chem.* 98: 359-365. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.06.018>.
- Roberts G.R. & De Silva U.L.L. (1972). Products from tea seed 1. Extraction and Properties of oil. *Tea Q.* 43(3): 88-90.
- Sahari M.A., Ataii D. & Hamedi M. (2004). Characteristics of Tea Seed Oil in Comparison with Sunflower and Olive Oils and Its Effect as a Natural Antioxidant. *JAOCS*. 81(6): 585-588.
- Sekine T., Arifa J., Yamagudi A., Saito K., Okongi S., Morisaki M., Iwasaki S. & Murakoshi I. (1991). Two flavonols glycosides from seed of *Camellia sinensis* L. *Phytochem.* 30(3): 991-995.
- Shahidi F. & Naczki M. (2004). *Phenolics in food and nutraceuticals*. CRC Press. 558p.
- Shan C. Ting-Yu H. (2005). A review on refinement of tea seed oil and its application. *J. Chem. Ind. For. Prod.* p. 6.

- Trần Đình Phả (2011). Kết quả nghiên cứu bước đầu về tiềm năng ứng dụng sản phẩm từ hạt chè. Tạp chí Khoa học và Công nghệ.
- Tsanova-Savova S., Ribarova F. & Gerova M. (2005). (+)-Catechin and (-)-epicatechin in Bulgarian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*. 18: 691- 698.
- Tsimogiannis D.I. & Oreopoulou V. (2004). Free radical scavenging and antioxidant activity of 5, 7, 3', 4' -hydroxy-substituted flavonoids. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 5: 523-528.
- Wang H.X., Wu H., Ho C.T. & Weng X.C. (2006). Cocoa butter equivalent from enzyme atic interesterification of tea seed oil and fatty acid methyl esters. *Food Chem*. 97: 661-665.
- Wang Q. (2016). Peanuts: Processing Technology and Product Development. *Peanuts: Processing Technology and Product Development*. pp. 1-379. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-02292-4>.
- Wang Y., Da Sun, Hao Chen, Lisheng Qian & Ping Xu (2011). Fatty acid composition and antioxidant activity of tea seed oil extracted by optimized supercritical carbon dioxide. *Int. J. Mol. Sci*. 12: 7708-7719.
- Wei Zeng & Yasushi Endo (2019). Lipid Characteristics of *Camellia* Seed Oil. *Journal of Oleo Science*.
- Wolf K., Wu X. & Liu R.H. (2003). Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agriculture Food Chemistry*. 51: 609-614.
- Xinchu Weng, Zhuoting Yun & Chenxiao Zhang (2018). Comparison of the Characteristics of Two Kinds of Tea Seed Oils: Oil-tea Seed Oil and Green-Tea Seed Oil. *Journal of Food Studies*, ISSN 2166-1073-2018. 7(1).
- Yoshioka T., Nishimura T., Matsuda A. & Kitagawa (1970). *Chemical Pharmacology Bulletin (Tokyo)*. 18: 1610.
- Zarringhalami S., Sahari M.A., Barzegar M. & Hamiddi-Esfehani Z. (2010). Enzyme atically modified tea seed oil as cocoa butter replacer in dark chocolate. *Int. J. Food sci. Technol*. 45: 540-545.
- Zarringhalami S., Sahari M.A., Barzegar M. & Hamiddi-Esfehani Z. (2011). Changes in oil content, chemical properties, fatty acid composition and triacylglycerol species of tea seed oil during maturity period. *J. Food Biochem*. 35: 1161-1169.
- Zhong H.Y., Bedgood D.R., Bishop A.G., Prenzler P.D. & Robards K. (2007). Endogenous biophenol, fatty acid and volatile profiles of selected oils. *Food Chem*. 100: 1544-1551. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.039>.
- Zhuo Fu, Wei Zhen, Julia Yuskavage & Dongmin Liu (2010). Epigallocatechin gallate delays the onset of type 1 diabetes in spontaneous non-obese diabetic mice. *British Journal of Nutrition*. 105(8). doi: 10.1017/S0007114510004824.