

ĐÁNH GIÁ THÀNH PHẦN DINH DƯỠNG VÀ TÁC DỤNG SINH HỌC CỦA VỎ LỤA CÀ PHÊ ARABICA LÀM NGUYÊN LIỆU CHẾ BIẾN THỰC PHẨM

Nguyễn Quỳnh Mai¹, Phạm Trà My¹, Nguyễn Xuân Sơn¹
Đặng Thị Cẩm Vân², Nguyễn Thị Kim Cúc^{1,*}, Ngô Thị Hoài Thu²

¹Trường Đại học Thủy lợi

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

Tóm tắt

Vỏ lụa cà phê là phụ phẩm hình thành trong quá trình chế biến hạt cà phê, chiếm khoảng 4,2 % khối lượng hạt, rất giàu protein, chất xơ, lipit và các hợp chất thứ cấp có hoạt tính sinh học. Vì vậy, chúng thường được sử dụng làm nguyên liệu cho các ngành công nghiệp chế biến thực phẩm, mỹ phẩm và phân bón. Nghiên cứu này nhằm đánh giá thành phần dinh dưỡng, hiệu suất tách chiết và hoạt tính sinh học của cao chiết từ vỏ lụa cà phê Arabica. Kết quả cho thấy hàm lượng protein, carbohydrate và lipit của vỏ lụa Arabica lần lượt đạt $8,72 \pm 0,10$ %; $40,44 \pm 0,27$ %; $2,73 \pm 0,10$ % (tính theo sinh khối khô); Hiệu suất chiết bằng methanol đạt $8,44 \pm 0,42$ % SKK. Cao chiết thể hiện hoạt tính chống oxy hóa với giá trị IC_{50} là $191,18 \pm 1,62$ $\mu\text{g/mL}$ và khả năng chống lại tia UV-B với chỉ số $SPF_{in vitro}$ đạt $6,46 \pm 0,12$ ở nồng độ 1.000 $\mu\text{g/mL}$. Các kết quả cho thấy vỏ lụa cà phê Arabica là nguồn nguyên liệu giàu dinh dưỡng, có hoạt tính chống oxy hóa và chống lại tia UV, có tiềm năng ứng dụng trong thực phẩm và mỹ phẩm, góp phần thúc đẩy kinh tế tuần hoàn và nâng cao giá trị phụ phẩm nông nghiệp.

Từ khóa: Vỏ lụa cà phê; Phụ phẩm; Arabica; Chống oxy hóa; Sun Protection Factor ($SPF_{in vitro}$); Kinh tế tuần hoàn.

Abstract

Assessment of arabica coffee silverskin: nutritional value and biological effects as a potential food ingredient

Coffee silverskin is a major by-product of the coffee roasting process, accounting for approximately 4.2 % (w/w) of coffee beans. It is a rich source of proteins, dietary fibers, lipids, and bioactive secondary metabolites. Therefore, Coffee silverskin is considered a promising raw material for applications in the food, cosmetic and fertilizer industries. This study evaluated the nutritional composition, extraction yield, and biological activities of the Arabica coffee silverskin extracts. The results showed that the contents of protein, carbohydrate, and lipid were 8.72 ± 0.10 %, 40.44 ± 0.27 %, 2.73 ± 0.10 % (calculated on a dry weight basis - DW). The extraction yield using methanol reached 8.44 ± 0.42 %. The extract exhibited strong antioxidant activity with an IC_{50} value of 191.18 ± 1.62 $\mu\text{g/mL}$ and showed notable UV - photoprotective ability with an in vitro Sun Protection Factor (SPF) value of 6.46 ± 0.12 at a concentration of 1.000 $\mu\text{g/mL}$. These results indicate that Arabica coffee silverskin is a nutrient - rich

material with potent antioxidant and UV - protective properties, demonstrating high potential for applications in functional foods and cosmetics while promoting a circular economy by valorizing agricultural by-products.

Keywords: Coffee silverskin; Residue of coffee; Arabica; Antioxidant; *In vitro* Sun Protection Factor (SPF); Circular economy.

BBT nhận bài: 07/4/2026; Phản biện xong: 28/4/2026; Chấp nhận đăng: 12/6/2026

*Tác giả liên hệ, Email: nguyencuc@tlu.edu.vn

DOI: <https://doi.org/10.63064/khtnmt.2026.842>

1. Đặt vấn đề

Cà phê là một trong những loại thức uống được yêu thích và tiêu thụ nhiều nhất trên thế giới. Vỏ lụa cà phê (Coffee Silverskin - CS) là một lớp màng mỏng của hạt, được tách ra khỏi hạt trong quá trình rang và là phụ phẩm trong quá trình chế biến. Hàng năm, ước tính có khoảng 0,2 đến 0,4 triệu tấn, tương đương khoảng 18 - 36 g (chiếm 1,8 - 3,6 %) vỏ lụa trên mỗi kg hạt cà phê được chế biến. Vỏ lụa cà phê rất giàu các axit hữu cơ như axit phenolic, axit chlorogenic, hàm lượng caffeine cao và cũng là tác nhân có nguy cơ gây ô nhiễm nguồn nước ngầm, biến đổi hệ vi sinh vật trong đất và tăng phát thải khí nhà kính. Vì vậy, các nghiên cứu để quản lý, sử dụng nguồn phụ phẩm này một cách hiệu quả đã trở nên cấp thiết [1].

Vỏ lụa cà phê rất giàu dinh dưỡng với hàm lượng protein chiếm từ 16 - 19 % tính theo sinh khối khô (SKK), chất xơ chiếm hơn 50 % SKK, lipid dao động từ 1,56 - 3,28 % SKK và tro chiếm 7 % SKK [2]. Nghiên cứu của Nzekoue và cộng sự (2020) [3] cho thấy vỏ lụa rất giàu các hợp chất polyphenol, đặc biệt là axit chlorogenic, chúng có khả năng thu dọn các gốc tự do mạnh mẽ, có tác dụng hạ đường huyết và giảm mỡ máu. Trong bối cảnh ngành công nghiệp thực phẩm đang nỗ lực tìm kiếm các nguyên liệu thay thế

có nguồn gốc từ tự nhiên, đáp ứng được yêu cầu dinh dưỡng, chi phí thấp và bền vững, CS được coi là ứng viên tiềm năng cung cấp nguyên liệu cho sản xuất các dòng sản phẩm thực phẩm bổ sung có chức năng hỗ trợ giảm mỡ máu, kiểm soát đường huyết và bảo vệ thần kinh [3].

Cà phê Arabica (*Coffea arabica* L.), hay còn gọi là cà phê chè ở Việt Nam, là một trong những nông sản có giá trị kinh tế cao. Hiện nay, Sơn La được xác định là vùng trọng điểm gieo trồng cà phê Arabica với diện tích canh tác lớn nhất cả nước, chiếm khoảng 41,2 % tổng diện tích Arabica toàn quốc. Với diện tích hơn 20.000 ha và sản lượng quả tươi đạt hơn 204.000 tấn [4], quy trình chế biến cà phê tại Sơn La đang thải ra lượng lớn phụ phẩm, đặc biệt là CS. Tuy nhiên, CS hiện nay vẫn chưa được khai thác tương xứng với tiềm năng của chúng. Do đó, nghiên cứu này được tiến hành nhằm (i) Xác định thành phần dinh dưỡng, (ii) Đánh giá tác dụng sinh học và (iii) Xem xét tiềm năng ứng dụng của vỏ lụa cà phê Arabica Sơn La, theo định hướng làm nguyên liệu chế biến thực phẩm. Các kết quả thu được sẽ cung cấp cơ sở dữ liệu khoa học để định hướng việc sử dụng vỏ lụa cà phê làm phụ gia thực phẩm, nguyên liệu cho sản xuất các loại thực phẩm thể hệ mới [5], góp phần nâng cao chuỗi giá trị ngành cà

phê, giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và thúc đẩy kinh tế tuần hoàn [6].

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vỏ lụa cà phê (CS) được tách khỏi vỏ cứng trong quá trình chế biến hạt cà phê Arabica, thu hoạch vào tháng 6/2025 ở vùng Thuận Châu, Sơn La. Vỏ lụa cà phê sau đó được nghiền thành bột mịn nhờ máy xay bột khô (SK 200, Seka, Trung Quốc) và bảo quản ở 4 °C cho tới khi sử dụng.

Các hoá chất sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm chất chuẩn quercetin (độ sạch 95 %), axit gallic (độ sạch $\geq 97,5$ %), BSA (Bovine Serum Albumin, độ sạch ≥ 98 %) đều do hãng Sigma - Aldrich, Mỹ cung cấp; thuốc thử Folin - Ciocalteu (Oxford, Ấn Độ); axit ascorbic (độ tinh sạch 99,7 %, Xilong Scientific, Trung Quốc); 2,2-diphenyl-1 picrylhydrazyl (DPPH, độ tinh sạch 95 %, Alfa Aesar, Nhật Bản). Các hóa chất như DNSA, NaOH, Na-K tartarate, $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, NaNO_2 , methanol, n-hexane; ethanol do Trung Quốc cung cấp. Thời gian nghiên cứu từ tháng 6 năm 2025 đến tháng 3 năm 2026.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Hàm lượng protein được xác định theo phương pháp Lowry (1951) [7] có một số cải tiến dựa trên sự kết hợp của phản ứng Biure và phản ứng Folin - Ciocalteu. Protein trong môi trường kiềm tạo phức với ion Cu^{2+} , sau đó khử thuốc thử Folin hình thành phức màu xanh. Độ hấp thụ của mẫu được đo tại bước sóng 660 nm bằng máy đo quang phổ UV-Vis (752N, STECH, Trung Quốc) với mẫu trắng tương ứng. Hàm lượng protein được

tính theo phương trình hồi quy tuyến tính $y = 0,0018x - 0,0063$, $R^2 = 0,9902$ (x: $\mu\text{g}/\text{mL}$; y: OD_{660}).

Hàm lượng carbohydrate được xác định theo phương pháp DNSA của Sarkar và cộng sự (2024) [8] có cải tiến. Mẫu được thủy phân bằng HCl 2,5M ở 100 °C trong 30 phút, sau đó được trung hòa bằng NaOH 5 M đến pH 7 - 8. Ly tâm ở điều kiện 12.000 vòng/phút trong 5 phút ở 4 °C, lấy dịch và phản ứng với DNSA 1 % tạo phức màu đỏ cam dưới điều kiện gia nhiệt. Đo độ hấp thụ nhờ máy quang phổ UV-Vis (752N, STECH, Trung Quốc) ở bước sóng 540 nm. Hàm lượng carbohydrate với glucose có dải nồng độ (0,5 - 2,5 mg/mL) có phương trình hồi quy tuyến tính $y = 3,0253x - 1,316$, $R^2 = 0,9934$ (trong đó x: hàm lượng glucose (mg/mL), y: giá trị OD_{540}). Kết quả biểu thị bằng % sinh khối khô (SKK).

Hàm lượng lipid được xác định theo phương pháp của Bligh và Dyer (1959) [9] có một số cải tiến. 0,2 gram sinh khối khô, nghiền với cát thủy tinh, ngâm qua đêm ở nhiệt độ phòng, trong 18 giờ bằng hỗn hợp dung môi chloroform : methanol (2:1, v/v), lọc bằng giấy Whatman GF/C để loại bỏ bã và sau đó tách pha bằng dung dịch NaCl 0,9 % (theo tỷ lệ 1:15, w/v). Thu hồi chloroform ở dưới để bay hơi ở 70 °C, hòa tan lại bằng n-hexan, lọc và bay hơi lần nữa. Hàm lượng lipid (%) = (khối lượng lipid / khối lượng mẫu) $\times 100$.

Cao chiết của vỏ lụa cà phê được tiến hành theo phương pháp của Phạm Thị Hồng Minh và cộng sự có cải tiến (2022) [10]. Vỏ lụa cà phê được nghiền mịn, ngâm với dung môi methanol (MeOH) và nước ở 90 °C theo tỷ lệ nguyên liệu/dung môi = 1:4 (w/v). Mẫu được ngâm qua

đêm, hỗ trợ chiết bằng máy siêu âm (40 kHz, 200 W), thời gian 45 phút ở nhiệt độ 50 °C trong bể siêu âm (Elma S120, Đức) và lọc qua giấy Whatman GF/C, lặp lại 3 lần. Dịch chiết gom lại được cô quay chân không (Rotavapor R-114, Buchi, Thụy Sĩ) để loại bỏ dung môi, cân bình cô quay trước và sau cô cất để xác định lượng mẫu chiết, bảo quản cao chiết ở 4 °C đến khi sử dụng. Hiệu suất chiết (%) = (khối lượng cao chiết / khối lượng mẫu) × 100.

Hàm lượng polyphenol tổng số được xác định theo mô tả của Prior và cộng sự (2005) [11]. Hàm lượng polyphenol tổng số được tính dựa trên đường chuẩn axit gallic (10 - 200 µg/mL) với phương trình hồi quy tuyến tính $y = 0,0055x - 0,0264$ ($R^2 = 0,9901$). Kết quả được biểu thị bằng mg axit gallic đương lượng (GAE)/g cao chiết (CC) theo công thức: $P = a \times V/m$, trong đó P là hàm lượng polyphenol tổng (mg GAE/g cao chiết); a: giá trị x từ đường chuẩn với axit gallic (µg/mL; V là thể tích dung dịch cao chiết (mL); m: khối lượng cao chiết có trong thể tích V (g).

Hàm lượng flavonoid tổng số được xác định theo mô tả của Zhishen và cộng sự (1999) [12]. Hàm lượng flavonoid tổng số với quercetin có dải nồng độ 10 - 200 µg/mL có phương trình hồi quy tuyến tính $y = 0,001x + 0,0029$ ($R^2 = 0,9987$). Kết quả được biểu thị bằng mg quercetin đương lượng (QE)/g CC theo công thức $P = (a \times V/m) \times k$. Trong đó P là hàm lượng flavonoid tổng (mg QE/g CC); a: giá trị x từ đường chuẩn quercetin (µg/mL; V: thể tích dung dịch chiết (mL); m: khối lượng cao chiết có trong thể tích V(g); k: hệ số pha loãng.

$$SPF_{in vitro} = CF \times \sum_{290}^{320} (EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda))$$

Hoạt tính chống oxy hóa được xác định theo phương pháp DPPH theo mô tả của Sharma và Bhat (2009) [13], gốc tự do DPPH có màu tím. Khi có mặt chất chống oxy hóa, thì DPPH bị khử thành 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazine (DPPH-H), phức hợp màu vàng hấp thụ ánh sáng tử ngoại tại bước sóng 517 nm. Khả năng trung hoà gốc tự do (Scavenging Activities - SA) sinh ra từ DPPH của mẫu thử được tính theo công thức sau:

$$SA (\%) = \frac{OD_{\text{đối chứng}} - OD_{\text{mẫu thử}}}{OD_{\text{đối chứng}} - OD_{\text{mẫu trắng}}} \times 100$$

trong đó: SA: khả năng trung hòa gốc tự do của chất thử (%); $OD_{\text{đối chứng}}$: độ hấp thụ của mẫu chứng; $OD_{\text{mẫu thử}}$: độ hấp thụ của mẫu thử; $OD_{\text{mẫu trắng}}$: độ hấp thụ của mẫu trắng (sử dụng methanol). Giá trị IC_{50} được tính thông qua phương trình đường chuẩn dạng $y = ax + b$ với công thức

$$IC_{50} = \frac{50-b}{a}.$$

Đánh giá khả năng bảo vệ khỏi tia UV được xác định dựa trên nguyên lý quang phổ hấp thụ, theo mô tả của Sayre và cộng sự (1979) [14], dựa trên khả năng các hợp chất trong cao chiết hấp thụ năng lượng từ các photon UV ở những bước sóng đặc trưng. Khi bức xạ UV đi qua dung dịch cao chiết, cường độ ánh sáng truyền qua bị suy giảm do sự hấp thụ bởi các hợp chất thứ cấp. Độ hấp thụ càng cao tại một bước sóng cụ thể cho thấy khả năng chặn tia UV ở bước sóng đó của cao chiết càng hiệu quả. Chỉ số $SPF_{in vitro}$ được tính toán theo mô tả của Mansur và cộng sự (1986) [15] hoặc các biến thể dựa trên phương pháp Sayre và cộng sự (1979) [14].

Nghiên cứu

trong đó, $SPF_{in vitro}$: chỉ số chống nắng; CF (Correction Factor): hệ số hiệu chỉnh (= 10), để quy đổi kết quả về thang đo SPF thực tế. Giá trị CF có thể thay đổi tùy thuộc vào cách hiệu chuẩn của phòng thí nghiệm hoặc chuẩn hóa của phương pháp; $EE(\lambda)$ (Erythral Effectiveness at wavelength λ): phổ gây ban đỏ của tia

UV ở bước sóng λ ; $I(\lambda)$ (Solar Intensity at wavelength λ): cường độ bức xạ mặt trời ở bước sóng λ ; $Abs(\lambda)$ (Absorbance at wavelength λ): độ hấp thụ quang của mẫu ở bước sóng λ , được đo nhờ máy UV-Vis (752N, STECH, Trung Quốc). Hằng số $EE \times I$ ở các λ dựa theo Sayre và cộng sự (1979) [14] được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Hàm tích chuẩn hoá được sử dụng trong tính toán chỉ số $SPF_{in vitro}$ [14]

Bước sóng (λ , nm)	EE x I (hằng số)	Bước sóng (λ , nm)	EE x I (hằng số)
290	0,0150	310	0,1864
295	0,0817	315	0,0839
300	0,2874	320	0,0180
305	0,3278	Tổng	1

Xử lý số liệu: Các thí nghiệm được thực hiện lặp lại 3 lần; kết quả được trình bày dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ sai số. Số liệu được xử lý thống kê ANOVA một yếu tố (ANOVA one-way) ở mức ý nghĩa $p < 0,05$. Biểu đồ và hình minh họa số liệu được xây dựng bằng phần mềm Excel 2016.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Thành phần dinh dưỡng của vỏ lụa cà phê

So với các thành phần khác của cà phê, CS được đánh giá là phụ phẩm giàu dinh dưỡng và chủ yếu được sử dụng để làm nhiên liệu, ủ phân hữu cơ và bón cho đất [16]. Giá trị dinh dưỡng của CS từ cà phê Arabica, Thuận Châu, Sơn La được trình bày ở Hình 1 cho thấy hàm lượng protein chiếm $8,72 \pm 0,43$ % SKK. Theo nghiên cứu của Zhang và cộng sự (2021) [17], cho thấy hàm lượng protein tổng số của mẫu vỏ lụa cà phê được trồng ở vùng León, Tây Ban Nha dao động trong khoảng 10,16 - 18 % SKK, cao hơn so với mẫu CS Arabica nghiên cứu. Sự khác biệt này được giải thích là do nhiều yếu tố như nguồn giống cà phê, điều kiện canh

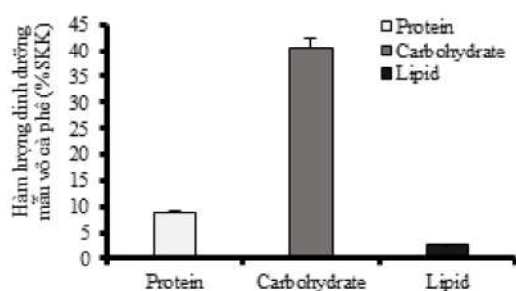
tác, mức độ rang, đặc biệt là phương pháp phân tích và xử lý mẫu.

Carbohydrate được coi là nguồn chất xơ dồi dào, giúp hỗ trợ tiêu hóa và kiểm soát đường huyết, phù hợp sử dụng trong lĩnh vực thực phẩm [1]. Hàm lượng carbohydrate của CS Arabica đạt $40,44 \pm 0,81$ % SKK, cao hơn so với kết quả của Esquivel và Jiménez (2012) [18] (chiếm 38 % SKK). Tuy nhiên, nghiên cứu của Ballesteros (2014) [19] đã cho thấy hàm lượng carbohydrate của CS từ hỗn hợp cà phê Arabica và Robusta chiếm 45,30 % SKK, cao hơn CS Arabica của nhóm nghiên cứu. Phần lớn carbohydrate trong vỏ lụa cà phê tồn tại ở dạng chất xơ không hòa tan, có vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ chức năng tiêu hóa và góp phần kiểm soát đường huyết sau ăn. Do đó, với hàm lượng carbohydrate cao, vỏ lụa cà phê được xem là nguồn nguyên liệu tiềm năng để phát triển các sản phẩm thực phẩm giàu chất xơ và các sản phẩm hỗ trợ sức khỏe.

Đặc tính chung của vỏ lụa là lớp màng bảo vệ nhân hạt cà phê nên hàm

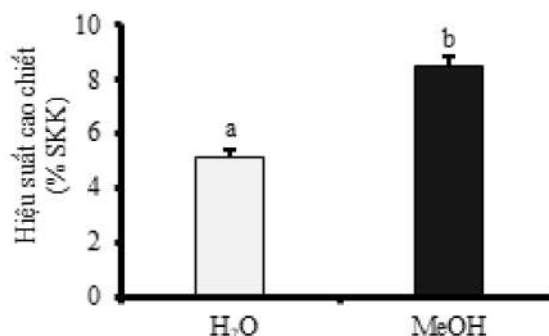
lượng lipid chỉ chiếm một phần rất nhỏ, dao động từ 1,56 - 3,28 % SKK tùy thuộc vào giống, vị trí địa lý phân bố [2]. Trong nghiên cứu này, hàm lượng lipid tổng số của CS Arabica đạt $2,73 \pm 0,10$ % SKK, cao hơn so với nghiên cứu của Ballesteros (2014) [19] đạt 2,20 % SKK khi sử dụng phương pháp chiết Soxhlet và phù hợp với

các công bố trước đó khi sử dụng vỏ lụa từ hỗn hợp các giống cà phê Arabica và Robusta [16]. Sự khác biệt về hàm lượng lipid giữa các nghiên cứu có thể xuất phát từ các yếu tố như phương pháp chiết tách, nguồn gốc nguyên liệu cũng như điều kiện sinh thái của vùng trồng.



Hình 1: Hàm lượng dinh dưỡng của vỏ lụa cà phê Arabica, Thuận Châu, Sơn La

Ghi chú: Các chữ cái a, b biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê sinh học với sự sai khác $p < 0,05$. MeOH: CS tách chiết bằng dung môi methanol; H₂O: CS tách chiết bằng nước



Hình 2: Hiệu suất cao chiết mẫu vỏ lụa cà phê Arabica

3.2. Kết quả tạo cao chiết từ mẫu vỏ lụa cà phê

Vỏ lụa cà phê được đánh giá là nguồn cung cấp các hợp chất thứ cấp có hoạt tính sinh học cao. Các hợp chất này có thể đáp ứng cho các lĩnh vực mới của ngành công nghiệp thực phẩm, mỹ phẩm, giúp cải thiện sức khỏe, chống lão hóa và các bệnh liên quan nhưng rất thân thiện với môi trường [1]. Kết quả tạo cao chiết CS Arabica nhờ dung môi methanol và nước được thể hiện ở Hình 2 cho thấy, hiệu suất tách chiết CS Arabica bằng dung môi methanol (MeOH) đạt $8,44 \pm 0,42$ % cao hơn so với dung môi nước (H₂O) đạt $5,15 \pm 0,25$ % SKK và sự sai khác này có ý nghĩa thống kê sinh học ($p < 0,05$). Kết quả này phù hợp với các công bố trước về chiết xuất CS bằng methanol. Theo Narita & Inouye (2012) [20], dung môi methanol thường cho hiệu suất chiết tổng khoảng 8 % trong khi nước

đạt từ 2 - 5 % ở điều kiện thông thường. Ngoài ra, báo cáo khác ghi nhận hiệu suất chiết bằng methanol đạt $4,01 \pm 0,34$ %, trong khi nước thuần thường thấp hơn do chỉ hòa tan các hợp chất ít phân cực [16]. Do vậy, nhóm tác giả đã lựa chọn MeOH làm dung môi tạo cao chiết CS Arabica và đánh giá các hoạt tính sinh học của cao chiết này.

3.3. Hàm lượng polyphenol và flavonoid tổng số của vỏ lụa cà phê Arabica

Hàm lượng polyphenol (TPC) và flavonoid (TFC) tổng số của CS Arabica được trình bày ở Hình 3 lần lượt là $22,51 \pm 0,39$ mg GAE/g CC và $36,16 \pm 0,45$ mg QE/g CC. So sánh với kết quả nghiên cứu của Quagliata và cộng sự (2025) [6], hàm lượng TPC của CS Arabica được trồng ở vùng Nam Mỹ như Brazil đạt $26,63 \pm 0,79$ mg GAE/g CC cao hơn hàm lượng TPC của CS Arabica nghiên cứu. Tuy nhiên, theo

Nghiên cứu

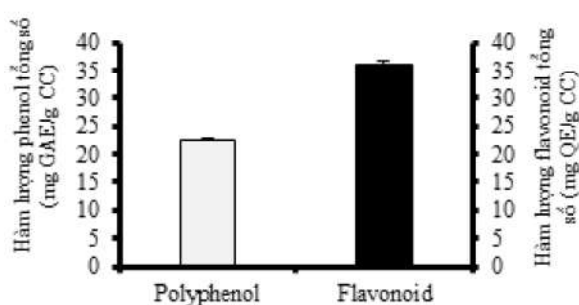
nghiên cứu của Buyong và Nillian (2023) [21] cho thấy hàm lượng TPC và TFC của CS Liberica (chiết bằng ethanol) đạt giá trị lần lượt là $15,24 \pm 0,65$ mg GAE/g CC và $21,05 \pm 4,28$ mg QE/g CC, thấp hơn đáng kể so với mẫu CS Arabica (chiết bằng methanol) nghiên cứu. Điều này cho thấy sự khác biệt về vị trí địa lý, điều kiện tự nhiên, chủng loại cà phê và dung môi tách chiết là những yếu tố ảnh hưởng tới hàm lượng các hợp chất thứ cấp thu được.

Các nghiên cứu trước đây chỉ ra rằng hợp chất thuộc nhóm phenolic tồn tại dưới hai dạng chính bao gồm nhóm phenol hoà tan ở dạng tự do, glycosyl hóa và este hóa, được tìm thấy chủ yếu ở các lớp ngoài của hạt như vỏ quả, lớp vỏ hạt và nhóm các phenol không hòa tan liên kết cộng hóa trị với các thành phần thành tế bào như pectin, cellulose và protein cấu trúc [28]. Do đó, tận dụng và khai thác nguồn phụ phẩm cà phê giàu hợp chất thứ cấp, chi phí cạnh tranh được coi là ưu thế khi sử dụng chúng làm nguyên liệu trong chế biến thực phẩm.

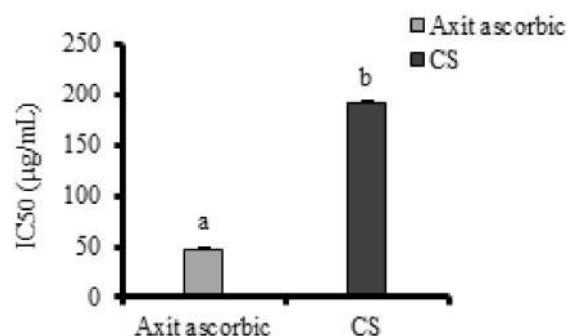
3.4. Hoạt tính chống oxy hoá của vỏ lụa cà phê Arabica

Hoạt tính chống oxy hóa của mẫu cao chiết CS Arabica được tiến hành thử

nghiệm với dải nồng độ từ 10 - 200 $\mu\text{g/mL}$, kết quả được trình bày ở Hình 4. Axit ascorbic là chất đối chứng dương, có khả năng thu gọn gốc tự do với giá trị IC_{50} đạt $47,81 \pm 0,03$ $\mu\text{g/mL}$, chứng tỏ thí nghiệm được diễn ra ổn định. Khả năng bắt giữ gốc tự do của CS Arabica có giá trị IC_{50} đạt $191,18 \pm 1,62$ $\mu\text{g/mL}$ với nồng độ DPPH thử nghiệm là 0,2 mM và được đánh giá có hoạt tính chống oxy hóa ở mức độ trung bình (< 200 $\mu\text{g/mL}$) [22]. Kết quả này thấp hơn so với công bố của Nzekoue và cộng sự (2020) [3], IC_{50} của CS Arabica trồng ở vùng Ethiopian (chiết bằng methanol) đạt 101,7 $\mu\text{g/mL}$ với nồng độ DPPH thử nghiệm dao động từ 0,2 - 1,0 mg/mL; thấp hơn so với công bố Saada và cộng sự (2019) [23], hoạt tính chống oxy hóa của CS Arabica trồng ở vùng Tunisia được chiết bằng dung môi ethanol/nước khác nhau dao động từ $18,50 \pm 1,60$ đến $44,00 \pm 1,40$ $\mu\text{g/mL}$. Như vậy, giá trị IC_{50} có thể tùy thuộc vào tỉ lệ dung môi: nước, loại dung môi sử dụng cho quá trình tạo cao chiết, nồng độ của DPPH thử nghiệm và nguồn gốc của từng loại cà phê [24].



Hình 3: Hàm lượng các hợp chất thứ cấp của cao chiết CS Arabica



Hình 4: Khả năng chống oxy hoá của mẫu cao chiết vỏ lụa cà phê Arabica

Ghi chú: Các chữ cái a, b biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê sinh học với sự sai khác $p < 0,05$.

CS: cao chiết của CS tách chiết bằng dung môi methanol

3.5. Khả năng bảo vệ khỏi tia tử ngoại của vỏ lụa cà phê Arabica

Tia tử ngoại (UV- Ultraviolet) có thể gây hại nghiêm trọng cho sức khỏe con người, đặc biệt là các vấn đề về da liễu như tổn thương tế bào da, mẩn đỏ, thâm sạm, suy giảm chức năng miễn dịch da và tăng nguy cơ gây ung thư da [25]. Trong bối cảnh đó, hướng nghiên cứu tìm kiếm các hợp chất tự nhiên có khả năng kép - vừa bảo vệ hiệu quả khỏi tác hại của tia cực tím vừa chống oxy

hóa - đang trở thành mục tiêu được ưu tiên hàng đầu. Kết quả khảo sát phổ hấp thụ với dải bước sóng của tia UV từ 270 đến 450 nm cho thấy chiết xuất CS Arabica có khả năng hấp thụ bức xạ tương ứng với dải bước sóng của tia UV - B, đỉnh hấp thụ cực đại được ghi nhận ở 290 nm. Khả năng bảo vệ khỏi tác hại của tia UV - B và chỉ số chống nắng thử nghiệm *in vitro* (SPF_{*in vitro*} - *in vitro* Sun Protection Factor) của CS Arabica đã được khảo sát và trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Khả năng hấp thụ và giá trị SPF_{*in vitro*} của chiết xuất CS Arabica

Nồng độ (µg/mL)	Bước sóng (nm)							SPF _{<i>in vitro</i>}
	290	295	300	305	310	315	320	
100	0,612	0,418	0,293	0,196	0,127	0,089	0,067	2,24 ± 0,04
500	1,286	0,836	0,585	0,351	0,228	0,160	0,112	4,28 ± 0,08
1000	1,691	1,150	0,897	0,538	0,366	0,256	0,169	6,46 ± 0,12
2000	2,106	1,790	1,396	0,838	0,57	0,399	0,263	9,98 ± 0,19
3000	2,369	2,014	1,712	1,335	1,095	0,657	0,355	13,95 ± 0,27

Kết quả cho thấy chỉ số SPF_{*in vitro*} của chiết xuất CS Arabica tăng tỉ lệ thuận với nồng độ mẫu khảo sát. Khi nồng độ tăng từ 100 µg/mL đến 3.000 µg/mL, giá trị SPF_{*in vitro*} tăng từ 2,24 ± 0,04 đến 13,95 ± 0,27. Tuy nhiên, ở nồng độ 1000 µg/mL, chiết xuất CS Arabica có chỉ số SPF_{*in vitro*} là 6,46 ± 0,12. Theo tiêu chuẩn quy định tại thị trường quốc tế Brazil, RDC 30, chỉ số SPF lớn hơn hoặc bằng 6 phù hợp để sử dụng trong các sản phẩm thực phẩm và làm nguyên liệu ứng dụng trong mỹ phẩm [26]. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đó cho thấy các hợp chất thứ cấp trong cà phê như caffeine có khả năng bảo vệ tia UV - A và UV - B lên tới 25 % [27], CS Arabica nghiên cứu có chứa lượng lớn các hợp chất polyphenol, có khả năng thu dọn các gốc tự do và hấp thụ tia UV - B, điều này cho thấy tiềm năng ứng dụng của CS bảo vệ khỏi tác hại

của tia UV chủ động, giúp bảo vệ tế bào da khỏi tổn thương do tác động của ánh sáng mặt trời [1]. Các kết quả nghiên cứu đã khẳng định giá trị của vỏ lụa cà phê Arabica là nguồn phụ phẩm nông nghiệp bền vững, cung cấp nguyên liệu giàu dinh dưỡng, giàu hợp chất thứ cấp có hoạt tính sinh học cao, hiệu quả, góp phần phát triển kinh tế tuần hoàn và nâng cao giá trị của ngành sản xuất cà phê trong nước.

4. Kết luận

Vỏ lụa cà phê Arabica rất giàu dinh dưỡng với hàm lượng protein, carbohydrate và lipit đạt 8,72 %; 40,44 % và 2,73 % SKK, tương ứng. Hàm lượng phenol và flavonoid tổng số của cao chiết vỏ lụa Arabica lần lượt đạt 22,51 mg GAE/g cao chiết và 36,16 mg QE/g cao chiết. Ngoài ra, vỏ lụa Arabica có hoạt tính chống oxy hóa với giá trị IC₅₀ đạt

191,18 $\mu\text{g/mL}$, có khả năng bảo vệ khỏi tác hại của tia UV - B với giá trị $\text{SPF}_{in\text{ vitro}}$ đạt 6,46 ở nồng độ 1000 $\mu\text{g/mL}$. Các kết quả nghiên cứu đã chứng minh vỏ lụa cà phê - phụ phẩm được tạo ra trong quá trình chế biến là nguồn nguyên liệu tiềm năng cho ngành công nghiệp thực phẩm, mỹ phẩm, không chỉ giảm thiểu ô nhiễm môi trường mà còn góp phần vào mô hình kinh tế tuần hoàn, giúp nâng cao giá trị nông sản Việt Nam và thúc đẩy phát triển bền vững.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu được thực hiện tại Phòng thí nghiệm Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Thủy lợi; Phòng thí nghiệm Trọng điểm Công nghệ lên men và Kỹ thuật cải biến sinh tổng hợp hoạt chất sinh học, Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Boninsegna, M. A., Piscopo, A., De Bruno, A., Taglieri, T., Chine, V., & Poiana, M. (2026). *Sustainable recovery of bioactive compounds from coffee silverskin*. Sustainable Food Technol, 4, 1032 - 1044.
- [2]. Candela-Salvador, L., Lucas-González, R., Pérez-Álvarez, J. A., Fernández-López, J., & Viuda-Martos, M. (2025). *Characterization of coffee silverskin from different origins to evaluate its potential as an ingredient in novel food products*. Foods, 15, 97.
- [3]. Nzekoue, F. K., Angeloni, S., Navarini, L., Angeloni, C., Michela, F., Hrelia, S., Vitali, L. A., Sagratini, G., Vittori, S., Capriolo, G. (2020). *Coffee silverskin extracts: Quantification of 30 bioactive compounds by a new HPLC - MS/MS method and evaluation of their antioxidant and antibacterial activities*. Food Research International, 133, 109128.
- [4]. General Statistics Office of Son La province (2018). *Agriculture, Fishery and Forestry Census 2018*.
- [5]. Franca, A.S.; Basílio, E.P.; Resende, L.M.; Fante, C.A.; Oliveira, L.S. (2024). *Coffee Silverskin as a Potential Ingredient for Functional Foods: Recent Advances and a Case Study with Chocolate Cake*. Foods, 13, 3935.
- [6]. Quagliata, E.; Gazzara, S.; Dauber, C.; Rodríguez, A.; Panizzolo, L.; Irigaray, B.; Gámbaro, A.; Mendiola, J.A.; Vieitez, I.; del Castillo, M.D. (2025). *Novel Insights into Torrefacto and Natural Coffee Silverskin: Composition, Bioactivity, Safety, and Environmental Impact for Sustainable Food Applications*. Foods, 14, 3388.
- [7]. Lowry, O. H., Rosenbrough, N. J., Farr, A. L., Randall, R. J. (1951). *Protein measurement with the Folin Phenol Reagent*. Journal Biology Chemistry, 193, 265 - 275.
- [8]. Sarkar, M., Sah, A., Agarwal, P., Joshi, S., Hait, S. (2024). *Quantification Tests for Carbohydrate Detection*. Practical Biochemistry, p. 32 - 54.
- [9]. Bligh, E. G., Dyer, W. J. (1959). *A rapid method of total lipid extraction and purification*. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37(8), 911 - 917.
- [10]. Phạm, T. H. M., Ngô, K. C., Đặng, N. P., Chu, Q. T., Nguyễn, H. L., Trần, L. M., Đinh, T. T., Nguyễn, X. T., & Đỗ, T. T. (2022). *Nghiên cứu hoạt chất sinh học từ chất chiết cà phê xanh cho ngành dược mỹ phẩm, vật liệu nano từ cà phê Robusta Đắk Lắk*. Tạp chí Phân tích Hóa, Lý và Sinh học, 27(3), 225 - 231.
- [11]. Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). *Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and polyphenols in foods and dietary supplements*. Journal of agricultural and food chemistry, 53(10), 4290 - 4302.
- [12]. Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). *The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals*. Food Chemistry, 64(4), 555 - 559.
- [13]. Sharma, O. P., & Bhat, T. K. (2009). *DPPH antioxidant assay revisited*. Food chemistry, 113(4), 1202 - 1205.

- [14]. Sayre, R. M., Agin, P. P., Levee, G. I., & Marlowe, E. (1979). *A Comparison of in Vivo and in Vitro Testing of Sunscreening Formulas*. Photochem Photobiol, 29(3), 559 - 566.
- [15]. Mansur, J. S., Breder, M. N. R., Mansur, M. C. A., & Azulay, R. D. (1986). *Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria*. An. Bras. Dermatol., 61, 121 - 124.
- [16]. Martuscelli, M., Esposito, L., Di Mattia, C.D., Ricci, A., Mastrocola, D. (2021). *Characterization of Coffee Silver Skin as Potential Food-Safe Ingredient*. Foods, 10, 1367.
- [17]. Zhang, Z., Poojary, M. M., Choudhary, A., Rai, D. K., Lund, M. N., Tiwari, B. K. (2020). *Ultrasound processing of coffee silver skin, brewer's spent grain and potato peel wastes for phenolic compounds and amino acids: A comparative study*. J. Food Sci. Technol, 58(6), 2273 - 2282.
- [18]. Esquivel, P., & Jiménez, V. M. (2012). *Functional properties of coffee and coffee by-products*. Food Research International, 46, 488 - 495.
- [19]. Ballesteros, L. F., Teixeira, J. A., & Mussatto, S. I. (2014). *Chemical, functional, and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin*. Food Bioprocess Technol, 7, 3493 - 3503.
- [20]. Narita, Y., & Inouye, K. (2012). *High antioxidant activity of coffee silverskin extracts obtained by the treatment of coffee silverskin with subcritical water*. Food chemistry, 135(3), 943 - 949.
- [21]. Buyong, N. L., & Nillian, E. (2023). *Physiochemical properties of Sarawak's adapted Liberica coffee silverskin utilizing varying solvents*. Food Science & Nutrition, 11, 6052 - 6059.
- [22]. Molyneux, P. (2004). *The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity*. J. Sci. Technol, 26(2) 211 - 219.
- [23]. Saada, M., Kasmi, M., & Ksouri, R. (2019). *Towards coffee processing by-products valorization: Phenolic compounds and antioxidant activity of spent coffee grounds and coffee silverskin*. International Journal of Biotech Trends and Technology, 9(2), 11 - 15.
- [24]. Dewanto, D. K., Finarti, Hermawan, R., Ndobe, S., Riyadi, P. H., Tanod, W. A. (2019). *Antioxidant activity of soft corals extracts from Palu Bay, Central Sulawesi, Indonesia*. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, 14(2), 163 - 178.
- [25]. Guerrero-Higareda, S., & Carrillo-Nieves, D. (2025). *Green extraction cascade of UV-absorbing compounds, alginate, and fucoidan from Sargassum using ethanol and natural deep eutectic solvents*. Heliyon, 11(2), e41810.
- [26]. Costa, S. C. C., Detoni, C. B., Branco, C. R. C., Botura, M. B., & Branco, A. (2015). *In vitro photoprotective effects of Marcetia taxifolia ethanolic extract and its potential for sunscreen formulations*. Revista Brasileira de Farmacognosia, 25(4), 413 - 418.
- [27]. Elias, M. L., Israeli, A. F., & Madan, R. (2023). *Caffeine in Skincare: Its Role in Skin Cancer, Sun Protection, and Cosmetics*. Indian Journal of Dermatology, 68(5), 546 - 550.
- [28]. Ortiz-Robledo, F., Araiza-Rosales, E., Herrera-Gamboa, J., Villanueva-Fierro, I., Torres-Fraga, K., & Pámanes-Carrasco, G. (2025). *Effect of fermentation with Aspergillus oryzae on the phytochemical and nutritional content of cereals*. Abanico Veterinario, 16, e2025.5.