

BÃ TRÀ XANH - NGUỒN NGUYÊN LIỆU CÁC HỢP CHẤT SINH HỌC TIỀM NĂNG

DISCARDED GREEN TEA LEAVES: A POTENTIAL SOURCE OF BIOACTIVE COMPOUNDS

Khuất Thị Minh Tâm¹, Cao Thị Huệ², Hà Thị Dung^{1,*}

DOI: <http://doi.org/10.57001/huih5804.2025.195>

TÓM TẮT

Uống trà là văn hóa phổ biến của nhiều nước phương Đông, trong đó có Việt Nam. Bã trà được coi là phế phụ phẩm thải ra sau khi pha trà, phần lớn được thải trực tiếp vào môi trường gây ô nhiễm. Nhằm mục tiêu nâng cao giá trị của bã trà nghiên cứu hướng tới đánh giá hàm lượng các chất có hoạt tính sinh học còn lại trong bã trà xanh và đánh giá ảnh hưởng của các phương pháp tiền xử lý tới hàm lượng các chất. Kết quả thu được cho thấy trong bã trà có khả năng chống oxy hóa tương đương, hàm lượng polyphenol cao hơn 1,5 lần và hàm lượng flavonoid bằng 50% so với trà xanh nguyên liệu. Các phương pháp tiền xử lý được áp dụng cho bã trà xanh như xử lý bằng nhiệt độ nước nóng 121°C, kiềm ở 121°C và xử lý bằng sóng siêu âm. Đánh giá hàm lượng polyphenol, flavonoid, cũng như hoạt tính chống oxy hóa cho thấy phương pháp xử lý với kiềm NaOH 1% ở nhiệt độ cao cho kết quả tốt nhất. Điều này cho thấy bã trà xanh là một nguồn nguyên liệu các hợp chất sinh học giá rẻ và tiềm năng.

Từ khóa: Bã trà xanh, polyphenol, flavonoid, hoạt tính chống oxy hóa, chất khô hòa tan.

ABSTRACT

Drinking tea is a popular cultural practice in many Eastern countries, including Vietnam. Discarded tea leaves are considered a by-product after drinking tea, most of which are discharged directly into the environment, causing pollution. To increase the value of the discarded tea leaves, the study aimed to determine the content of bioactive compounds remaining in the discarded green tea leaves, as well as to evaluate the impact of pre-treatment methods on the content of these substances. The results showed that the discarded green tea leaves, when compared to dried green tea, possesses comparable antioxidant capacity, has polyphenol content 1.5-fold higher and flavonoid content equal to 50% of green tea. Therefore, the antioxidant activity of the discarded green tea leaves is not inferior to that of raw green tea. Treatment methods applied to discarded green tea leaves include high-temperature treatment with hot water, NaOH solutions, and ultrasonic treatment. Analyzing content of polyphenols, flavonoids, and antioxidant activity showed that the treatment with 1% NaOH at high temperature gave the best results. This suggests that discarded green tea leaves are a cheap and potential source of bioactive compounds.

Keywords: Green tea residues, polyphenol, flavonoid, antioxidant activity, soluble solids.

¹Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Khoa Hóa và Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi

*Email: dunght1@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 23/02/2025

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 21/5/2025

Ngày chấp nhận đăng: 28/5/2025

1. GIỚI THIỆU

Uống trà là một nét văn hóa của nhiều nước phương Đông. Các loại trà được sử dụng phổ biến gồm trà xanh, trà đen và trà trắng. Trà xanh là loại trà không lên men, trà đen là trà lên men hoàn toàn và trà ô long là trà lên men bán phần [1]. Trong khi trà đen và trà ô long lại được ưa

chuộng hơn ở các nước châu Âu và châu Mỹ, trà xanh được sử dụng phổ biến ở các nước châu Á, trong đó có Việt Nam [1]. Được biết đến là nguyên liệu có nhiều hợp chất có lợi cho sức khỏe trong trà xanh có chứa catechin, polyphenol, đặc biệt là epigallocatechin gallate (EGCG). EGCG là một chất chống oxy hóa mạnh, hỗ trợ ức chế sự

phát triển của tế bào ung thư mà không gây hại cho mô khỏe mạnh [1], giảm mức cholesterol LDL, ức chế sự hình thành bất thường của cục máu đông, giảm kết tập tiểu cầu, điều hòa lipid và ức chế sự tăng sinh và di chuyển của các tế bào cơ trơn [2]. Ngoài ra, trà xanh còn chứa tannin tạo vị chát cho trà, caffeine kích thích sự tỉnh táo, làm giảm cảm giác mệt mỏi và có tác dụng lợi tiểu, polysaccharides cũng có rất nhiều lợi ích cho sức khỏe: hạ đường huyết [3, 4], đảo ngược stress oxy hóa [5, 6], hoạt động chống khối u [7, 8], kích thích miễn dịch [9], điều hòa hệ vi khuẩn đường ruột [10-12]. Sự có mặt của các hợp chất có hoạt tính sinh học như polyphenols và flavonoids (catechin, epicatechin (EC), epigallocatechin (EGC), epicatechin gallate (ECG) and epigallocatechin gallate (EGCG)) trong trà xanh giúp chúng có tác dụng chống oxy hóa tốt [1]. Theo chứng minh, mỗi ngày uống 1 cốc trà giúp kéo dài tuổi thọ [13].

Với các lợi ích cho sức khỏe như trên, nhu cầu sử dụng trà ngày càng tăng, đặc biệt là trà xanh, trung bình tiêu thụ khoảng 18–20 tỷ cốc trà/ngày trên toàn cầu [2, 14]. Năm 2020, thị trường trà toàn cầu trị giá gần 200 tỷ USD, với lượng tiêu thụ trà khoảng 6,3 triệu tấn. Thị trường trà dự kiến sẽ trị giá hơn 318 tỷ USD vào năm 2025, với mức tiêu thụ tăng lên 7,4 triệu tấn [2, 14]. Với tình hình thị trường ngày một tăng lên như vậy đồng nghĩa với việc lượng bã trà thải ra ngoài môi trường càng lớn. Theo báo cáo, khoảng 90% lá trà trở thành bã trà sau khi chế biến và tiêu thụ [2]. Trên thế giới thải ra trung bình 420.000 tấn bã trà mỗi năm chủ yếu là ở các nước Trung Quốc, Ấn Độ, Thổ Nhĩ Kỳ... [2]. Bã trà thải ra ngoài môi trường gây ô nhiễm môi trường, ảnh hưởng tới cảnh quan [15], trong khi đó trong bã trà vẫn còn chứa nhiều các hợp chất có hoạt tính sinh học cao. Điều này đã được Zhou và cộng sự đã chứng minh trong nghiên cứu lên men trà Kombucha với bã trà làm tăng đáng kể hoạt tính chống oxy hóa và hàm lượng polyphenol tổng số của đồ uống kombucha [16].

Trong khi đó, tại Việt Nam các nghiên cứu phần lớn tập trung vào nghiên cứu trà xanh, thành phần của trà xanh và lợi ích với sức khỏe [17, 18]. Tuy nhiên các nghiên cứu về bã trà, cụ thể là bã trà xanh trong nước hiện còn hạn chế. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này nhằm phân tích hàm lượng polyphenol, flavonoid tổng số còn lại trong bã trà, cũng như đánh giá ảnh hưởng của các phương pháp xử lý hóa học và vật lý tới việc trích ly các hợp chất có hoạt tính sinh học cao, cũng như hoạt tính oxy hóa tổng số trong dịch chiết bã trà xanh của Việt Nam.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Trà xanh Tân Cương TC 02 (*Camellia sinensis*) được thu mua tại siêu thị Thành Đô, quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội. Trà đạt tiêu chuẩn chất lượng FDA - ISO - OCOP - VIETGAP.

2.2. Các phương pháp xử lý nguyên liệu

Bã trà xanh thu bằng cách pha trà xanh với nước sôi 95°C theo tỷ lệ 1:10, sau đó ủ trong 20 phút ở cùng nhiệt độ và gạn bỏ nước. Quy trình pha trà thu bã được thực hiện 2 lần, bã trà thu được tiếp tục được sấy khô ở nhiệt độ 70°C trong thời gian 12 giờ và nghiền nhỏ thu bột, bảo quản ở điều kiện khô, thoáng.

Thu dịch chiết: Mẫu (trà xanh nguyên liệu hoặc bã trà xanh sau khi pha) được chiết với ethanol 95% với thể tích ethanol gấp ba lần so với nguyên liệu, kết hợp với siêu âm ở 50°C. Sau đó lọc để loại bỏ cặn. Quá trình trích ly được thực hiện ba lần, sau đó toàn bộ dịch chiết được thu gom, đo tổng thể tích, và tiến hành các phân tích tiếp theo.

Xử lý bột bã trà xanh bằng các phương pháp vật lý, hóa học như sau: Mẫu 1 (xử lý với nước ở nhiệt độ cao): 25 gam bột bã trà xanh bổ sung thêm 250ml nước cất được xử lý ở 121°C trong 1 giờ. Mẫu 2 (xử lý siêu âm): 25 gam bột bã trà bổ sung thêm 250ml nước cất được xử lý với sóng siêu âm ở 50°C trong 30 phút. Mẫu 3 (xử lý với kiềm ở nhiệt độ cao): 25 gam bột bã trà bổ sung thêm 250ml dung dịch NaOH 1%, để ở nhiệt độ 121°C, 1 giờ. Các mẫu sau khi xử lý được để nguội tới nhiệt độ phòng, rồi đem đi ly tâm lấy dịch lọc và phân tích các chỉ số.

2.3. Các phương pháp phân tích

Phương pháp xác định hàm lượng chất khô của mẫu

Hàm lượng chất khô được tính dựa trên hàm lượng mẫu còn lại sau khi loại bỏ độ ẩm. Độ ẩm của mẫu được xác định bằng phương pháp sấy khô tới khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105°C [19].

Phương pháp xác định hàm lượng polyphenol

Hàm lượng polyphenol tổng được xác định: lần lượt cho 1mL dịch chiết mẫu vào 2,5mL thuốc thử Folin-Ciocalteu, thêm tiếp vào 2mL dung dịch Na₂CO₃ 2%. Sau 45 phút phản ứng ở nhiệt độ phòng, độ hấp thụ (OD) được xác định bằng máy đo quang phổ (BioSpectrometer Basic, Eppendorf, Đức) ở bước sóng 765nm. Hàm lượng polyphenol tổng số được xác định dựa vào đường chuẩn của axit gallic (GAE) với dãy nồng độ từ 200 - 1000µg/mL và được biểu diễn với giá trị mgGAE trên 1g chất khô (CK) hay mgGAE/gCK [20].

Phương pháp xác định hàm lượng flavonoid

Hàm lượng flavonoid tổng được xác định theo mô tả trong nghiên cứu của Ajegoro và Okoh [21]. Cụ thể, cho

0,5mL dịch chiết mẫu vào 1,5mL MeOH, thêm tiếp AlCl_3 10% và để phản ứng trong 6 phút. Cuối cùng, hỗn hợp được thêm vào 0,1mL CH_3COOK 1M và nước cất. Sau 45 phút ổn định ở nhiệt độ phòng, tiến hành xác định độ hấp thụ bằng máy đo quang phổ (BioSpectrometer Basic, Eppendorf, Đức) ở bước sóng 415nm. Hàm lượng flavonoid tổng số được xác định dựa trên đường chuẩn quercetin (QE) với dãy nồng độ từ 20 - 100 $\mu\text{g/mL}$. Kết quả được biểu diễn với giá trị mgQE trên 1g chất khô (CK) hay mgQE/gCK.

Phương pháp xác định hoạt tính chống oxy hóa tổng số

Hoạt tính chống oxy hóa tổng của các dịch chiết được thực hiện theo phương pháp phosphomolybdenum [22]. Cụ thể, cho 0,2mL mỗi dung dịch chiết mẫu với 2mL dung dịch phản ứng (0,6M H_2SO_4 , 28mM sodium phosphate và 4mM ammonium molybdate). Đóng nắp ống và ủ ở nhiệt độ 95°C trong thời gian 90 phút. Sau đó làm nguội tới nhiệt độ phòng, và đo nồng độ hấp thụ ở bước sóng 760nm bằng máy đo quang (BioSpectrometer Basic, Eppendorf, Đức). Hoạt tính chống oxy hóa được xác định dựa vào đường chuẩn của axit ascorbic hay vitamin C (VTMC) nồng độ 10 - 40 $\mu\text{g/mL}$ và được biểu diễn với giá trị mgVTMC trên 1g chất khô (CK) hay mgVTMC/gCK.

Phương pháp xử lý số liệu

Mỗi thí nghiệm trong nghiên cứu đều làm lặp lại 3 lần. Số liệu được xử lý sử dụng phần mềm Microsoft Excel 2021.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần hóa học của nguyên liệu trà xanh và bã trà xanh

Thành phần hóa học cũng như hàm lượng các hoạt chất có hoạt tính sinh học cao có mặt trong trà xanh như polyphenol, flavonoid bị thay đổi sau quá trình pha trà. Nghiên cứu đã thực hiện đánh giá hàm lượng đường khử, protein, polyphenol, flavonoid tổng số, cũng như hoạt tính chống oxy hóa trong trà xanh nguyên liệu và bã trà xanh thu được sau khi pha trà. Kết quả được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Thành phần của trà xanh và bã trà xanh Tân Cương, Thái Nguyên

Chỉ tiêu hóa lý	Trà xanh nguyên liệu	Bã trà xanh
Hàm lượng polyphenol tổng (mgGAE/gCK)	177,58 $\pm$ 23,45 ^a	279,56 $\pm$ 12,78 ^a
Hàm lượng flavonoid (mgQE/gCK)	3,44 $\pm$ 0,16	1,62 $\pm$ 0,21
Hàm lượng oxy hóa tổng (mgVTMC/gCK)	7,69 $\pm$ 0,87	7,26 $\pm$ 0,22

Ghi chú: Chữ cái "a" thể hiện sự khác biệt khi thực hiện phân tích phương sai ANOVA

Trà xanh được biết đến là loại trà chứa hàm lượng các hoạt chất có hoạt tính sinh học như polyphenol và flavonoid cao nhất so với trà đen và trà Oolong [23]. Kết quả đánh giá hàm lượng polyphenol tổng có trong trà xanh nguyên liệu và bã trà xanh Tân Cương, Thái Nguyên thu được sau quá trình ủ trà thu được lần lượt là 177,58 $\pm$ 23,45mgGAE/gCK và 279,56 $\pm$ 12,78mgGAE/gCK. Trong một nghiên cứu khác Đinh Thị Hương và đồng tác giả cũng đã chứng minh hàm lượng polyphenol được tìm thấy cao nhất trong sản phẩm trà xanh Thái Nguyên (139,06mg GAE/g) [17], trong khi đó nghiên cứu của Roshanak và cộng sự với hàm lượng polyphenol trong trà xanh nằm trong khoảng 109 - 209mgGAE/gCK tùy thuộc vào điều kiện sấy và phương pháp sấy [24]. Điều này cho thấy sự tương đồng về kết quả hàm lượng polyphenol trong trà xanh nguyên liệu giữa các nghiên cứu, khẳng định sự tin cậy của kết quả thu được. Bên cạnh đó, khi so sánh, có thể thấy hàm lượng polyphenol trong bã trà xanh cao hơn đáng kể so hàm lượng polyphenol trong nguyên liệu trà xanh ban đầu ($p < 0,05$). Sự tăng hàm lượng polyphenol trong bã trà cũng được tìm thấy trong nghiên cứu của Abraham và cộng sự khi nghiên cứu về bã trà đen [25]. Điều này có thể lý giải do tác động của việc ủ trà giúp làm mềm thành tế bào, giúp giải phóng các phenolic dạng liên kết trong thành tế bào. Đây là các nhóm phenolic có liên kết cộng hóa trị với các chất trong thành tế bào bao gồm pectin, cellulose, arabinoxylan và protein cấu trúc và chiếm một lượng tương đối lớn (20 - 60% trong rau, trái cây và đậu/hạt) so với các hợp chất phenolic dạng tự do trong nguyên liệu thực vật [26-29]. Đặc biệt, trong nghiên cứu của Huang và cộng sự, bằng phương pháp HPLC-ESI-MS/MS đã chứng minh được trong bã trà xanh có chứa các hợp chất phenolic dạng liên kết với chất xơ của thành tế bào bao gồm axit gallic, axit 3-O-methyl gallic, p-axit coumaric, axit caffeic, và flavonoid và các dẫn xuất như epigallocatechin, naringenin, myricetin, rutin, epicatechin, kaempferol 7-O- β -D-glucoside, quercetin, apigenin và hesperetin. Trong đó, axit gallic, p-axit coumaric và epicatechin, thành phần tạo nên vị đắng của trà, chiếm hàm lượng nhiều hơn cả [28].

Bên cạnh polyphenol, flavonoid cũng được biết đến là nhóm các chất có khả năng chống oxy hóa bằng cách tạo thành phức hợp với các ion kim loại do đó ức chế quá trình oxy hóa lipid [30]. Từ kết quả thu được cho thấy, hàm lượng flavonoid trong bã trà đo được 1,62 $\pm$ 0,21mgQE/gCK, giảm khoảng 50% so với hàm lượng có trong trà xanh nguyên liệu đo được 3,44 $\pm$ 0,16mgQE/gCK. Sự giảm 50% hàm lượng flavonoid của bã

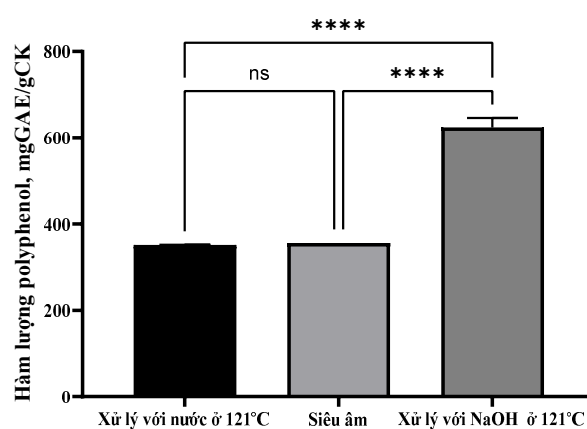
trà so với nguyên liệu ban đầu cũng được chứng minh trong nghiên cứu của Nadiyah và Uthumporn [23]. Sự giảm này có thể lý giải do quá trình ủ trà đã lấy đi một lượng lớn các flavonoid hòa tan, vẫn còn một lượng khá lớn các flavonoid còn lại trong gian bào thực vật [28]. Điều này cho thấy bã trà xanh vẫn còn một lượng lớn các hợp chất có khả năng chống oxy hóa. Hoạt tính chống oxy hóa đo được trong trà xanh nguyên liệu và bã trà xanh lần lượt là $7,69 \pm 0,87\text{mgVTMC/gCK}$ và $7,26 \pm 0,21\text{mgVTMC/gCK}$. Có thể thấy bã trà xanh là nguồn nguyên liệu chống oxy hóa tiềm năng không thua kém so với nguyên liệu. Hàm lượng các nhóm chất phenolic, flavonoid cũng như hoạt tính chống oxy hóa có thể tiếp tục thay đổi khi áp dụng các phương pháp xử lý khác nhau tác động vào thành tế bào thực vật.

3.2. Hàm lượng polyphenol thay đổi khi xử lý bằng các phương pháp khác nhau

Từ các kết quả trên, có thể thấy rằng hàm lượng các hợp chất polyphenol và flavonoid trong bã trà vẫn còn rất đáng kể. Tuy nhiên, với các nguyên liệu giàu chất xơ, việc phá vỡ thành tế bào bằng các phương pháp vật lý và hóa học hỗ trợ tạo điều kiện thuận lợi trong khai thác tối đa tiềm năng của bã trà là vô cùng cần thiết. Holtzaple và cộng sự đã chứng minh rằng xử lý bằng hơi nước ở nhiệt độ cao 260°C là một phương pháp tiên xử lý trước hiệu quả trước khi bổ sung enzyme do phương pháp này giúp tăng diện tích bề mặt của xenluloza gỗ [31], nhưng trong nghiên cứu này chúng tôi không áp dụng nhiệt độ cao như vậy vì các hợp chất phenolic chứa trong trà xanh như catechin và epicatechin đã được chứng minh là bị phá hủy ở nhiệt độ cao hơn 150°C [32]. Các phương pháp xử lý nhiệt độ cao trong nghiên cứu này đều áp dụng xử lý ở 121°C trong 1 giờ. Hàm lượng polyphenol thu được khi xử lý bằng các phương pháp khác nhau được biểu diễn trong hình 1.

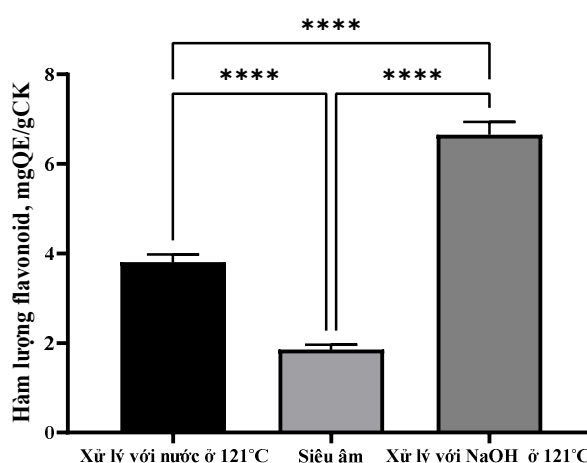
Từ kết quả thu được cho thấy, so với hàm lượng polyphenol trong bã trà xanh ($279,56 \pm 12,78\text{mgGAE/gCK}$), xử lý bã trà với rung siêu âm, với nước nóng 121°C hoặc với kiềm 121°C đều làm tăng đáng kể hàm lượng polyphenol được trích xuất ($352 - 623\text{mgGAE/gCK}$). Trong các phương pháp, có thể nhận thấy rằng, xử lý với kiềm thu được hàm lượng polyphenol cao nhất đạt $623,86 \pm 22,01\text{mgGAE/gCK}$, cao hơn đáng kể so với các phương pháp còn lại ($p < 0,05$). Xử lý bằng kiềm được chứng minh hiệu quả trong việc loại bỏ thành phần lignin trong thành tế bào, giúp cấu trúc của thành tế bào xốp hơn, rỗng hơn, hỗ trợ quá trình trích xuất các hợp chất ra khỏi tế bào thực vật [33]. Nghiên cứu của Lin và cộng sự đã chứng minh trong quá trình xử lý kiềm, các

polyphenol như axit gallic, (+)-galocatechin và epicatechin vẫn được giữ lại trong bã trà, trong khi các polyphenol khác như axit caffeic 3-O-glucuronide, diosmetin 7-O-beta-D-glucuronopyranoside và 8-hydroxyluteolin 8-glucoside 3'-sulfate được trích ly ra dịch chiết. Đây là sản phẩm của quá trình thủy phân liên kết cộng hóa trị giữa các hợp chất phenolic và polysaccharides. Bên cạnh đó, quá trình chiết xuất kiềm cũng tạo ra tannin 2-O-(4-hydroxycinnamoyl)-1-O-galloyl-beta-D-glucopyranoside do thủy phân lignin [33]. Xử lý với kiềm ở nhiệt độ cao cũng được chứng minh là phương pháp có hiệu quả trong việc thu hồi polyphenol từ các nguyên liệu thực vật như rơm rạ của lúa mỳ [34].



Hình 1. Sự thay đổi hàm lượng polyphenol khi xử lý bã trà xanh bằng các phương pháp khác nhau (ns - $p > 0,05$; **** $p < 0,001$, phân tích phương sai ANOVA)

3.3. Hàm lượng flavonoid thay đổi khi xử lý bằng các phương pháp khác nhau



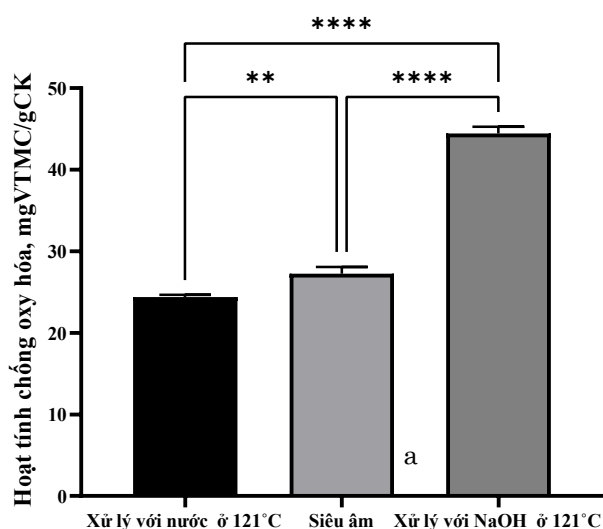
Hình 2. Sự thay đổi hàm lượng flavonoid khi xử lý bã trà xanh bằng các phương pháp khác nhau (**** $p < 0,001$, phân tích phương sai ANOVA)

Tương tự polyphenol, hàm lượng flavonoid thu được nằm trong khoảng từ $1,85 - 6,65\text{mgQE/gCK}$ tùy thuộc vào

phương pháp xử lý (hình 2), cao hơn so với hàm lượng flavonoid trong nguyên liệu bã trà ban đầu ($1,62 \pm 0,21\text{mgQE/gCK}$) (bảng 1). Bên cạnh đó nhận thấy, hàm lượng flavonoid cũng được thu hồi nhiều nhất khi xử lý mẫu ở nhiệt độ cao trong môi trường kiềm. Điều này tiếp tục khẳng định hiệu quả xử lý của kiềm, giúp phá vỡ thành tế bào, giúp giải phóng các flavonoid trong gian bào.

3.4. Hoạt tính chống oxy hóa tổng số thay đổi khi xử lý bằng các phương pháp khác nhau

Từ kết quả thu được trong hình 3, các phương pháp xử lý với nước nóng 121°C , rung siêu âm hoặc với kiềm ở 121°C đều làm tăng đáng kể hoạt tính chống oxy hóa tổng số so với trà nguyên liệu ($7,69 \pm 0,87\text{mgVTMC/gCK}$) và bã trà ($7,26 \pm 0,22\text{mgVTMC/gCK}$). Trong các phương pháp, xử lý với kiềm ở nhiệt độ cao cho kết quả cao nhất với hoạt tính chống oxy hóa tổng số đạt $95,39 \pm 7,41\text{mgVTMC/gCK}$, cao hơn 3 lần so với các phương pháp còn lại. Kết quả này tỷ lệ với hàm lượng polyphenol và flavonoid thu được cao nhất bằng phương pháp xử lý kiềm do kiềm giúp phá vỡ liên kết lignin - polyphenol hoặc protein - polyphenol của tế bào từ đó giải phóng các hoạt chất ra ngoài, tăng hoạt tính chống oxy hóa. Với hoạt tính chống oxy hóa cao như vậy, có thể khẳng định đây chính là một nguồn hoạt chất sinh học quý giá cho các ngành công nghiệp khác như thực phẩm và dược phẩm. Nhằm khai thác tối đa tiềm năng của loại nguyên liệu quý giá nhưng còn bị lãng phí này, cùng với đảm bảo an toàn cho người sử dụng, các phương pháp xử lý bã trà ứng dụng các tác nhân hóa học hoặc sinh học thân thiện với môi trường và sức khỏe cần được nghiên cứu thêm.



Hình 3. Sự thay đổi hoạt tính chống oxy hóa tổng số sau khi xử lý bã trà xanh bằng các phương pháp khác nhau (** $p < 0,01$; **** $p < 0,001$, phân tích phương sai ANOVA)

4. KẾT LUẬN

Với các kết quả thu được ở trên cho thấy, hàm lượng các hợp chất polyphenol và flavonoid trong bã trà xanh còn trên 50% so với trà xanh nguyên liệu, do vậy hoạt tính chống oxy hóa trong bã trà xanh cũng tương đối cao. Khi tiếp tục xử lý bã trà xanh bằng nước nóng ở 121°C , kiềm ở 121°C và siêu âm, hàm lượng các hợp chất này tiếp tục được giải phóng ra ngoài. Hàm lượng polyphenol đạt cao nhất là $623,86 \pm 22,01\text{mgGAE/gCK}$, hàm lượng flavonoid đạt cao nhất là $6,65 \pm 0,29\text{mgGAE/gCK}$, và hoạt tính chống oxy hóa tổng số đạt $95,39 \pm 7,41\text{mgVTMC/gCK}$ với phương pháp xử lý kiềm ở 121°C . Điều này cho thấy bã trà xanh là một nguồn nguyên liệu các hợp chất sinh học giá rẻ và tiềm năng, cần tiếp tục được nghiên cứu sâu hơn sử dụng các phương pháp thân thiện với môi trường hơn nhằm làm nguyên liệu ứng dụng trong các ngành công nghiệp thực phẩm và dược phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Sinija V.R., Mishra, H.N., "Green tea: Health benefits," *Journal of Nutritional & Environmental Medicine*, 17(4), 232-242, 2008.
- [2]. Miao S., Wei Y., Chen J., Wei X., "Extraction methods, physiological activities and high value applications of tea residue and its active components: a review," *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(33), 12150-12168, 2003.
- [3]. Li S., Chen H., Wang J., Wang X., Hu B., Lv F., "Involvement of the PI3K/Akt signal pathway in the hypoglycemic effects of tea polysaccharides on diabetic mice," *International Journal of Biological Macromolecules*, 81, 967-974, 2015.
- [4]. Xu P., Wu J., Zhang Y., Chen H., Wang, Y., "Physicochemical characterization of puerh tea polysaccharides and their antioxidant and α -glucosidase inhibition," *Journal of Functional Foods*, 6, 545-554, 2014.
- [5]. Yan Y., Ren Y., Li X., Zhang X., Guo H., Han Y., Hu J., "A polysaccharide from green tea (*Camellia sinensis* L.) protects human retinal endothelial cells against hydrogen peroxide-induced oxidative injury and apoptosis," *International Journal of Biological Macromolecules*, 115, 600-607, 2018.
- [6]. Yang X., Huang M., Qin C., Lv B., Mao Q., Liu Z., "Structural characterization and evaluation of the antioxidant activities of polysaccharides extracted from Qingzhuan brick tea," *International Journal of Biological Macromolecules*, 101, 768-775, 2017.
- [7]. Cheng L., Chen L., Yang Q., Wang Y., Wei, X., "Antitumor activity of Se-containing tea polysaccharides against sarcoma 180 and comparison with regular tea polysaccharides and Se-yeast," *International Journal of Biological Macromolecules*, 120, 853-858, 2018.
- [8]. Liu L.Q., Li H.S., Nie S.P., Shen M.Y., Hu J.L., Xie M.Y., "Tea polysaccharide prevents colitis-associated carcinogenesis in mice by inhibiting

the proliferation and invasion of tumor cells," *International journal of molecular sciences*, 19(2), 506, 2018.

[9]. Park H.R., Hwang D., Suh H.J., Yu K.W., Kim T.Y., Shin K.S., "Antitumor and antimetastatic activities of rhamnogalacturonan-II-type polysaccharide isolated from mature leaves of green tea via activation of macrophages and natural killer cells," *International Journal of Biological Macromolecules*, 99, 179-186, 2017.

[10]. Chen G., Xie M., Wan P., Chen D., Ye H., Chen L., Zeng X., Liu Z., "Digestion under saliva, simulated gastric and small intestinal conditions and fermentation in vitro by human intestinal microbiota of polysaccharides from Fuzhuan brick tea," *Food Chemistry*, 244, 331-339, 2018.

[11]. Wang M., Chen G., Chen D., Ye H., Sun Y., Zeng X., Liu Z., "Purified fraction of polysaccharides from Fuzhuan brick tea modulates the composition and metabolism of gut microbiota in anaerobic fermentation in vitro," *International Journal of Biological Macromolecules*, 140, 858-870, 2019.

[12]. Xu A., Lai W., Chen P., Awasthi M.K., Chen X., Wang Y., Xu, P., "A comprehensive review on polysaccharide conjugates derived from tea leaves: Composition, structure, function and application," *Trends in Food Science & Technology*, 114, 83-99, 2021.

[13]. Hà P.T.T., Tuấn V.Đ., Hùng N.L.X., Hùng P.A., Sơn P.H., Mai L.Q., Hằng T.T.M., Anh P.T.V., Mạnh N., Khải T.T.C., Loan L.M., "Nghiên cứu quá trình sinh trưởng và năng suất chè vù đông tại khu trồng chè ở Hòa Lạc, Thạch Thất, Hà Nội," *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 768, 78-87, 2024.

[14]. Debnath B., Haldar D., Purkait M.K., "Environmental remediation by tea waste and its derivative products: A review on present status and technological advancements," *Chemosphere*, 300, 134480, 2022.

[15]. Wang H., Xu C., "Utilization of tea grounds as feedstuff for ruminant," *Journal of animal science and biotechnology*, 4, 1-6, 2013.

[16]. Zhou D.D., Saimaiti A., Luo M., Huang S.Y., Xiong R.G., Shang A., Gan R.Y., Li H.B., "Fermentation with tea residues enhances antioxidant activities and polyphenol contents in kombucha beverages," *Antioxidants*, 11(1), 155, 2022.

[17]. Đinh T. H., Nguyễn V. C., "Khảo sát sự tương quan giữa hoạt tính chống oxy hóa và hàm lượng polyphenol toàn phần của một số loại trà," *Tạp chí Khoa học Yersin - Chuyên đề Khoa học Công nghệ*, 19, 1-10, 2024.

[18]. Hoàng T. C., Bùi M. H., Nguyễn T. L. T., Bùi T. K. L., "Khảo sát hoạt tính kháng oxy hóa của catechin chiết xuất từ lá trà xanh," *Tạp chí Khoa học Đại học Thủ Dầu Một*, 6(49), 33-41, 2020.

[19]. AOAC, *Official Methods of Analysis of AOAC Intl.* 12th ed. Method 984.23, 920.39, 942.05, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, 2020.

[20]. Ha-Thi D., Cao T.H., Tran Y.D.T., Mac T.V., "Bioactivity-maximized herbal tea formulation from banana leaf and other *Musa acuminata* AAA by-products using D-optimal mixture design," *Applied Food Research*, 4(2), 100593, 2024.

[21]. Aiyegoro O.A., Okoh A.I., "Preliminary phytochemical screening and in vitro antioxidant activities of the aqueous extract of *Helichrysum longifolium* DC," *BMC complementary and Alternative Medicine*, 10, 1-8, 2010.

[22]. Umamaheswari M., Chatterjee T.K., "In vitro antioxidant activities of the fractions of *Coccinia grandis* L. leaf extract. African Journal of Traditional," *Complementary and Alternative Medicines*, 5(1), 61-73, 2008.

[23]. Nadiyah N.I., Uthumporn U., "Determination of phenolic and antioxidant properties in tea and spent tea under various extraction method and determination of catechins, caffeine and gallic acid by HPLC," *Behaviour*, 11(12), 10-18517, 2015.

[24]. Roshanak S., Rahimmalek M., Goli S.A.H., "Evaluation of seven different drying treatments in respect to total flavonoid, phenolic, vitamin C content, chlorophyll, antioxidant activity and color of green tea (*Camellia sinensis* or *C. assamica*) leaves," *Journal of food science and technology*, 53, 721-729, 2016.

[25]. Abraham A.M., Alnemari R.M., Brüßler J., Keck C.M., "Improved antioxidant capacity of black tea waste utilizing PlantCrystals," *Molecules*, 26(3), 592, 2021.

[26]. Mehari B., Chandravanshi B.S., Redi-Abshiro M., Combrinck S., McCrindle R., Atlabachew M., "Polyphenol contents of green coffee beans from different regions of Ethiopia," *International Journal of Food Properties*, 24(1), 17-27, 2021.

[27]. Shahidi F., Hossain A., "Importance of insoluble-bound phenolics to the antioxidant potential is dictated by source material," *Antioxidants*, 12(1), 203, 2023.

[28]. Huang H., Chen J., Hu X., Chen Y., Xie J., Ao T., Wang H., Xie J., Yu Q., "Elucidation of the interaction effect between dietary fiber and bound polyphenol components on the anti-hyperglycemic activity of tea residue dietary fiber," *Food & Function*, 13(5), 2710-2728, 2022.

[29]. Si J., Xie J., Zheng B., Xie J., Chen Y., Yang C., Sun N., Wang Y., Hu X., Yu Q., "Release characteristic of bound polyphenols from tea residues insoluble dietary fiber by mixed solid-state fermentation with cellulose degrading strains CZ-6 and CZ-7," *Food Research International*, 173, 113319, 2023.

[30]. Lee J., Koo N., Min D.B., "Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals," *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 3(1), 21-33, 2004.

[31]. Holtzaple M.T., Humphrey A.E., Taylor J.D., "Energy requirements for the size reduction of poplar and aspen wood," *Biotechnology and Bioengineering*, 33(2), 207-210, 1989.

[32]. Palma M., Piñeiro Z., Barroso C.G., "Stability of phenolic compounds during extraction with superheated solvents," *Journal of Chromatography A*, 921(2), 169-174, 2001.

[33]. Lin Z., Wei H., Zhang Y., Liu P., Liu Y., Huang Z., Lv X., Zhang Y., Zhang, C., "Improving emulsification properties of alkaline protein extract from green tea residue by enzymatic methods," *Current Research in Food Science*, 5, 1235-1242, 2022.

[34]. Arslan C., Javed M., Sattar A., Ilyas F., Tariq W., Gillani, S.H., "Optimizing the Effect of Chemical Pretreatment on Lignocellulosic Properties of Wheat Straw," *Journal of Wastes and Biomass Management*, 2(2), 28-32, 2020.

AUTHORS INFORMATION

Khuat Thi Minh Tam¹, Cao Thi Hue², Ha Thi Dzung¹

¹Faculty of Chemical Technology, Hanoi University of Industry, Vietnam

²Faculty of Chemistry and Environment, Thuyloi University, Vietnam