

HOẠT TÍNH CHỐNG OXI HÓA VÀ ỨC CHẾ ENZYME POLYPHENOLOXIDASE CỦA MỘT SỐ LOẠI THỰC VẬT ĂN ĐƯỢC Ở VIỆT NAM

Nguyễn Xuân Duy^{1*} và Hồ Bá Vương²

¹Khoa Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Nha Trang

²Học viên lớp cao học CNSTH2012, Trường Đại học Nha Trang

Email*: duy.ntu.edu@gmail.com

Ngày gửi bài: 24.04.2013

Ngày chấp nhận: 12.06.2013

TÓM TẮT

Sáu loại thực vật ăn được ở Việt Nam được lựa chọn để nghiên cứu hoạt tính chống oxi hóa và ức chế enzyme polyphenoloxidase (PPO), gồm: Lá trà xanh (TX), lá trà không (TK), lá ổi (LO), lá khoai lang (KL), lá lốt (LL) và lá nhàu (LN). Hoạt tính chống oxi hóa được đánh giá dựa vào khả năng khử gốc tự do DPPH, năng lực khử và khả năng ức chế sự oxi hóa chất béo trên mô hình dầu-nước. Bên cạnh đó, hàm lượng polyphenol của sáu loại thực vật cũng được xác định. Kết quả nghiên cứu cho thấy cả sáu loại thực vật đều thể hiện khả năng chống oxi hóa thông qua các phép thử và khả năng chống oxi hóa phụ thuộc theo loài. Hàm lượng polyphenol của sáu loại thực vật khác nhau theo loài và dao động trong khoảng 11,73 đến 188,19 mg GAE/g chất khô. Hoạt tính ức chế PPO của sáu loại thực vật phụ thuộc theo loài, cao nhất thuộc về LO (64,77%), theo sau bởi TK (61,66%), TX (43,87%), LL (25,59%), LN (21,93%) và KL (21,42%).

Từ khóa: Chất chống oxi hóa, hoạt tính chống oxi hóa, polyphenoloxidase, hoạt tính ức chế polyphenoloxidase, thực vật ăn được.

Antioxidant Activity and Polyphenoloxidase Inhibitory Activity of Edible Plants in Vietnam

ABSTRACT

Leaves of six edible plants in Vietnam, including *Camellia sinensis*, *Piper betle*, *Psidium guajava*, *Ipomoea batatas*, *Piper lolot*, and *Morinda citrifolia* L. were selected to investigate antioxidant and polyphenoloxidase inhibitory activity. Antioxidative activities were evaluated by DPPH free radical scavenging capacity, reducing power capacity and inhibitory of lipid oxidation in oil-in-water model. In addition, polyphenol content in leaves of six edible plants were also determined. Research results indicated that all of plants had antioxidative activity via antioxidant tests and the antioxidant ability depended on species. Polyphenol contents were different from species to species. Their values varied from 11.73 to 188.19 mg GAE/g db. Polyphenoloxidase (PPO) inhibitory activity differed with species. *Psidium guajava* leaves had the highest activity of PPO inhibitory (64.77%), followed by *Piper betle* (61.66%), *Camellia sinensis* (43.87%), *Piper lolot* (25.59%), *Morinda citrifolia* (21.93%), and *Ipomoea batatas* (21.42%).

Keywords: Antioxidant, antioxidant activity, edible plant, polyphenoloxidase, polyphenoloxidase inhibitory.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thực vật là một nguồn chứa các chất chống oxi hóa tuyệt vời (Huda-Faujan và cộng sự, 2009). Các hợp chất polyphenol là những chất chống oxi hóa tự nhiên, được phát hiện phổ biến trong các loại thực vật ăn được và không ăn được. Chúng có nhiều chức năng sinh học bởi vì

chúng có khả năng trì hoãn hiệu quả quá trình oxi hóa và vì vậy góp phần cải thiện chất lượng và dinh dưỡng của thực phẩm (Marja và cộng sự, 1999). Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện cho thấy trong các phần của thực vật chứa nhiều các chất chống oxi hóa như: Phenolics, flavonoids, tanins, vitamins, quinines, coumarins, lignans, ligin (Cai và cộng sự, 2004;

Amarowicz và cộng sự, 2004). Vì vậy, thực vật sẽ là một nguồn nguyên liệu tốt để thu nhận và ứng dụng các chất có hoạt tính chống oxi hóa và hoạt tính sinh học.

Việt Nam nằm ở vùng khí hậu nhiệt đới thuộc khu vực Đông Nam Á. Hệ thực vật vô cùng phong phú và đa dạng với xấp xỉ 2.500 loài thực vật đã được nhận diện (Chi, 1997). Nhiều loại thực vật trồng ở Việt Nam đã được sử dụng trong y học, dược liệu từ lâu đời vì những đặc tính sinh học đa dạng của nó (Doan và cộng sự, 1992; Nguyen và cộng sự, 2006; Nguyen và cộng sự, 2010; Hue và cộng sự, 2008). Thực vật dược liệu trồng ở Việt Nam cũng nhận được sự quan tâm đặc biệt của các nhà nghiên cứu trong vài thập kỷ qua (Yasuko và cộng sự, 2011). Có thể nói Việt Nam có nguồn thực vật dồi dào phục vụ tốt cho lĩnh vực thực phẩm cũng như dược phẩm. Mặc dù vậy, cho đến nay những nghiên cứu về thực vật trồng ở Việt Nam chủ yếu là khám phá các đặc tính sinh học phục vụ cho mục đích dược liệu. Những nghiên cứu này chỉ giới hạn trong một số loại thực vật dược liệu. Trong khi đó, nghiên cứu về hoạt tính chống oxi hóa và ức chế enzyme nâu hóa của thực vật ăn được trồng ở Việt Nam vẫn chưa được nghiên cứu một cách đầy đủ. Thông tin về hoạt tính chống oxi hóa và ức chế enzyme polyphenoloxidase của một số loại thực vật ăn được trồng ở Việt Nam vẫn còn rất hạn chế. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là xác định hoạt tính chống oxi hóa và ức chế enzyme polyphenoloxidase của một số loại thực vật ăn được trồng ở Việt Nam.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Sáu loại thực vật được tuyển chọn trong nghiên cứu dựa vào các tiêu chí: Dễ kiếm, rẻ, được trồng phổ biến ở Việt Nam và có thể ăn được, bao gồm: Lá trà xanh (*Camelliasinensis*), lá lốt (*Piper lolot*), lá nhàu (*Morinda citrifolia* L.), lá ổi (*Psidium guajava*), lá khoai lang (*Ipomoea batatas*) và lá trâu không (*Piper betle*). Tất cả các nguyên liệu được mua tại chợ ở địa phương TP.

Nha Trang trong tháng 3/2013, ở trạng thái tươi. Ngay sau khi mua, nguyên liệu được vận chuyển về phòng thí nghiệm không quá một giờ để tiến hành các xử lý tiếp theo.

2.2. Hóa chất

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), axit Gallic, L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA) mua từ Sigma Aldrich (USA). $K_3(Fe[CN]_6)$, $AlCl_3$, axit trichloroacetic (TCA), NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 , Na_2CO_3 , thuốc thử Folin-Ciocalteu, Tween 40, Ethanol đạt hạng phân tích của Merck (Đức), enzyme Tyrosinase của hãng Worthington, Biochemical Corporation (NJ, USA) chứa 836 U/mg DW tương đương với 100.000 đơn vị hoạt độ.

2.3. Chuẩn bị dịch chiết

Mỗi đối tượng thực vật sử dụng trong nghiên cứu có khối lượng khoảng 1,5-2kg tươi (mẫu lớn). Từ mẫu lớn, lấy ngẫu nhiên ba mẫu nhỏ cho mỗi loại nguyên liệu, quá trình chiết được thực hiện trên mỗi mẫu nhỏ, dịch chiết từ mỗi mẫu nhỏ được phân tích lặp lại ít nhất hai lần (2-3 lần). Kết quả báo cáo cuối cùng là giá trị trung bình từ các mẫu nhỏ, dùng để đánh giá kết quả cho mẫu lớn. Nguyên liệu tươi được băm nhỏ bằng máy cắt (Super Blender, MX - T2GN, Matsushita Electric Industrial Co., Ltd, Japan) trước khi tiến hành chiết. Nước được sử dụng làm dung môi chiết với tỉ lệ nguyên liệu/dung môi là 1/15 (w/v), nhiệt độ và thời gian chiết lần lượt là 90°C và 30 phút (Dương Thị Kim Nguyên và cộng sự, 2012). Quá trình chiết được thực hiện trong bể ổn nhiệt (Elma, S 300H, Elmasonic, Germany). Dịch lọc trong thu được sau quá trình ly tâm ở 4°C, tốc độ 5.000 rpm trong 15 phút (Centrifuge, Labentech, Mega 17R, Germany), được sử dụng để tiến hành các phân tích tiếp theo.

2.4. Xác định hàm lượng polyphenol

Hàm lượng polyphenol được xác định theo phương pháp của Singleton và cộng sự (1999). Kết quả được báo cáo bởi mg axit gallic tương đương (GAE)/g chất khô.

2.5. Xác định hoạt tính chống oxi hóa

2.5.1. Khả năng khử gốc tự do DPPH

Khả năng khử gốc tự do DPPH được xác định theo phương pháp của Fu và cộng sự (2002) với một vài hiệu chỉnh nhỏ. Khoảng 20 μ l đến 140 μ l dịch chiết trộn với nước cất để đạt thể tích tổng cộng 3ml. Sau đó thêm 1ml dung dịch DPPH 0,2mM, lắc đều và để yên trong bóng tối 30 phút. Độ hấp thu quang học được đo ở bước sóng 517nm (Spectrophotometer, Carry 50, Varian, Australia). Khả năng khử gốc tự do DPPH được xác định theo công thức sau: DPPH (%) = $100 \times (A_{CT} - A_{SP})/A_{CT}$. Trong đó: A_{CT} : Độ hấp thu quang học của mẫu trắng không chứa dịch chiết; A_{SP} : Độ hấp thu quang học của mẫu có chứa dịch chiết. Kết quả báo cáo bởi giá trị IC_{50} là nồng độ của dịch chiết khử được 50% gốc tự do DPPH ở điều kiện xác định. Giá trị IC_{50} càng thấp thì hoạt tính khử gốc tự do DPPH càng cao.

2.5.2. Năng lực khử

Năng lực khử được xác định theo phương pháp của Oyaizu (1986) với một vài hiệu chỉnh nhỏ. Nhiều thể tích khác nhau của dịch chiết được trộn với đệm phosphate pH = 6,6 để đạt thể tích cuối cùng 1,5ml trước khi thêm 0,5 ml $K_3(Fe[CN]_6)$ 1%. Hỗn hợp được ủ ở 50°C trong 20 phút, sau đó thêm 0,5ml TCA 10% và 2 ml nước cất, cuối cùng 0,4ml $AlCl_3$ 0,1% được thêm vào. Độ hấp thu quang học được xác định tại bước sóng 700nm. Độ hấp thu quang học càng cao thì năng lực khử càng mạnh. Kết quả được tính toán bởi giá trị IC_{50} , là lượng mẫu làm tăng độ hấp thu quang học lên 0,50.

2.6. Xác định khả năng chống oxi hóa trên mô hình dầu-nước

Hệ nhũ tương dầu-nước được chuẩn bị gồm: 10% dầu Olive, 85% nước và 0,5% Tween 40. Hỗn hợp được đồng hóa ở tốc độ 10.000rpm trong 5 phút (IKA, T18B, Ultra - Turax, Germany). Chính xác 2ml dịch chiết được trộn đều với 10ml hệ nhũ tương dầu-nước chứa trong ống nhựa 50ml có nắp đậy, đặt trong tủ ổn nhiệt ở 50°C, quá trình oxi hóa chất béo được quan sát

hàng ngày. Hàm lượng hydroperoxide được xác định theo phương pháp của Richards và Hultin (2002). Hàm lượng hydroperoxide được xác định trên dịch chiết chất béo theo phương pháp của Bligh and Dyer (1959). Kết quả tính toán hàm lượng hydroperoxide từ đường chuẩn Cumene hydroperoxide (HPO) nồng độ từ 0-120 nmol/ml.

2.7. Xác định hoạt tính ức chế enzyme polyphenoloxidase bởi dịch chiết

Hoạt tính ức chế enzyme polyphenoloxidase được thực hiện theo phương pháp của Fu và cộng sự (2005) với một vài hiệu chỉnh nhỏ. Nhiều thể tích dịch chiết khác nhau được trộn với dung dịch đệm phosphate pH = 6,6 để đạt thể tích cuối cùng 2,8ml. Sau đó, 0,05ml enzyme PPO (1 mg/ml) được thêm vào, giữ hỗn hợp 2 phút ở nhiệt độ phòng trước khi thêm 0,2ml L-DOPA (0,4 mg/ml). Độ hấp thu quang học được xác định sau mỗi 0,5 phút ở bước sóng 475nm.

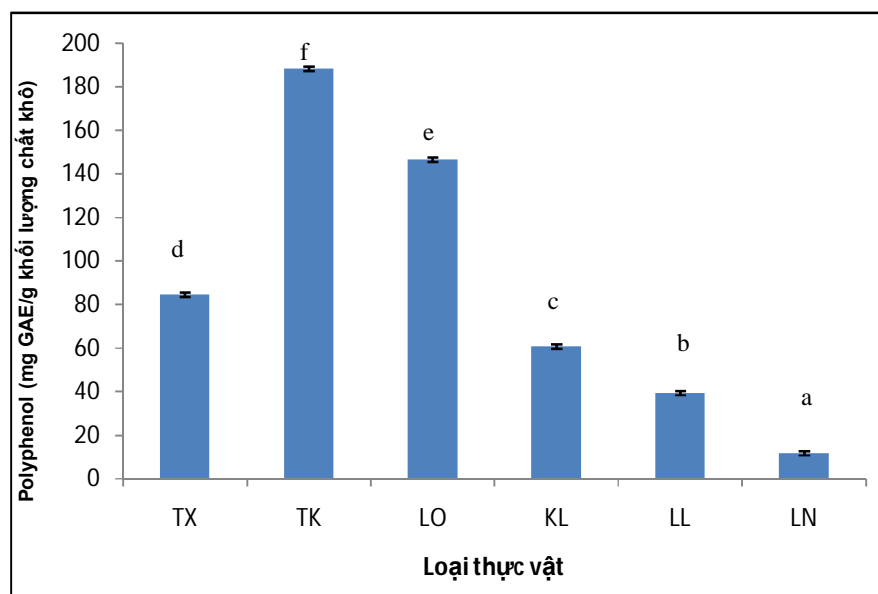
2.8. Phương pháp xử lý số liệu

Các phân tích được tiến hành lặp lại để đảm bảo thực hiện phân tích ANOVA. Hàm lượng polyphenol, giá trị IC_{50} của khả năng khử gốc tự do DPPH, năng lực khử, mức độ oxi hóa chất béo và khả năng ức chế enzyme PPO được thực hiện ít nhất hai lần lặp lại. Số liệu được phân tích trên phần mềm Statistica 8.0 (Stasoft, Tulsa, Ok, USA). Kiểm định Tukey được thực hiện sau phân tích ANOVA để đánh giá sự khác nhau của các giá trị với mức ý nghĩa $P < 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hàm lượng polyphenol

Hàm lượng polyphenol của sáu loại thực vật được tuyển chọn được trình bày trong Hình 1. Kết quả cho thấy hàm lượng polyphenol phụ thuộc theo loài ($P < 0,05$). Trong số sáu loại thực vật được nghiên cứu thì lá Tràu không (TK) có hàm lượng polyphenol cao nhất (188,19mg GAE/g chất khô), theo sau bởi lá ổi (LO) và lá trà xanh (TX) với hàm lượng tương ứng là 146,5 và 84,5mg GAE/g chất khô. Lá nhàu (LN), lá lốt (LL) và lá khoai lang (KL) có hàm lượng



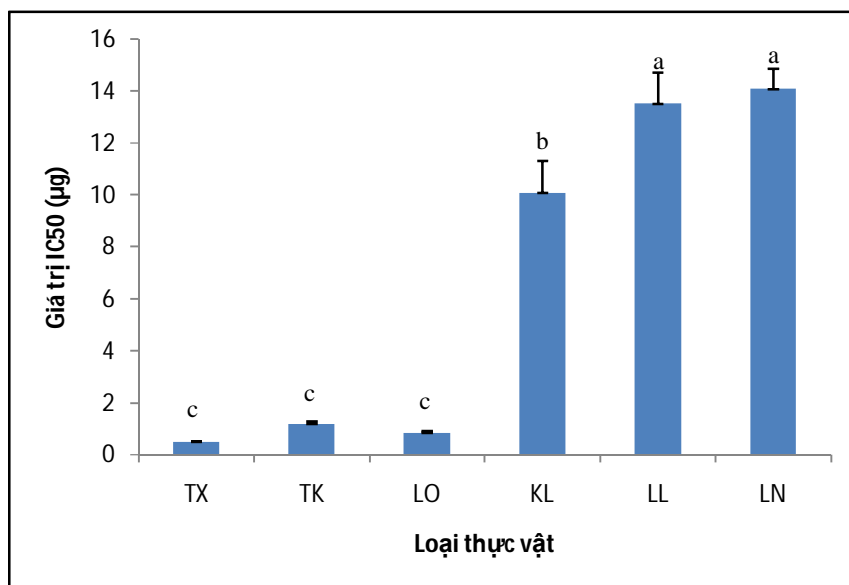
Hình 1. Hàm lượng polyphenol của sáu loại thực vật được tuyển chọn (Chữ cái trên cột khác nhau chỉ ra sự khác nhau có ý nghĩa $P < 0,05$)

polyphenol thấp nhất, giá trị của chúng tương ứng là 11,7; 39,3 và 60,7mg GAE/g chất khô. Trương và cộng sự (2007) đã công bố hàm lượng polyphenol của lá ổi, lá trà xanh, lá khoai lang và lá lốt lần lượt là 122,8; 84,8; 68,4 và 19,6mg GAE/g chất khô. Kết quả nghiên cứu của Marja và cộng sự (1999) khi nghiên cứu hàm lượng polyphenol của 92 loại thực vật ăn được và không ăn được đã báo cáo rằng hàm lượng polyphenol của chúng cũng phụ thuộc vào loài và giá trị dao động khá rộng trong khoảng từ 0,2 đến 155,3mg GAE/g chất khô. Theo nhóm tác giả này những loại thực vật có hàm lượng polyphenol lớn hơn 20mg GAE/g chất khô thì có hoạt tính chống oxi hóa mạnh. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy hầu hết các loại thực vật được tuyển chọn trong nghiên cứu (ngoại trừ LN) đều có hàm lượng polyphenol cao hơn mức khuyến cáo của Marja và cộng sự (1999) từ 1,97 đến 9,41 lần.

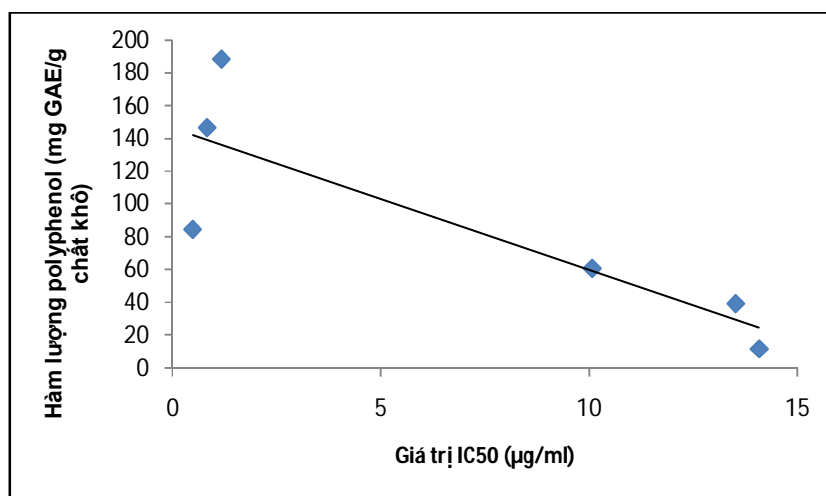
3.2. Khả năng khử gốc tự do DPPH

Khả năng khử gốc tự do DPPH là một trong những phép phân tích để đánh giá hoạt tính chống oxi hóa trong vitro thường sử dụng nhất trong nghiên cứu, có đến 90% các nghiên cứu về

chất chống oxi hóa sử dụng phép phân tích này (Joon-Kwan và Takayuki, 2009). Khả năng khử gốc tự do DPPH của dịch chiết từ sáu loại thực vật tuyển chọn được thể hiện trong hình 2. Kết quả cho thấy hoạt tính chống oxi hóa của lá trà xanh (TX), lá ổi (LO) và lá trầu không (TK) cao hơn đáng kể so với lá khoai lang (KL), lá lốt (LL) và lá nhàu (LN), $P < 0,05$. Phân tích thống kê cho thấy hoạt tính chống oxi hóa của TX, TK và LO không khác biệt đáng kể ($P > 0,05$). Giá trị IC₅₀ của chúng lần lượt là 0,49; 0,84 và 1,18 μ g chất khô/ml. KL có hoạt tính chống oxi hóa cao hơn LL và LN với giá trị IC₅₀ là 10,08 so với LL và LN là 13,52 và 14,08 μ g chất khô/ml. Mối liên quan giữa hoạt tính chống oxi hóa thể hiện qua khả năng khử gốc tự do DPPH với hàm lượng polyphenol được trình bày trong hình 3. Phân tích tương quan hồi qui cho thấy hệ số $R^2 = 0,716$ chỉ ra mối tương quan chặt chẽ giữa hàm lượng polyphenol với khả năng khử gốc tự do DPPH. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả công bố bởi Trương và cộng sự (2007). Cũng từ kết quả này cho thấy polyphenol là thành phần chính góp phần tạo nên khả năng chống oxi hóa của các thực vật được tuyển chọn trong nghiên cứu.



Hình 2. Năng lực khử gốc tự do DPPH của sáu loại thực vật được tuyển chọn (Chữ cái trên cột khác nhau chỉ ra sự khác nhau có ý nghĩa $P < 0,05$)

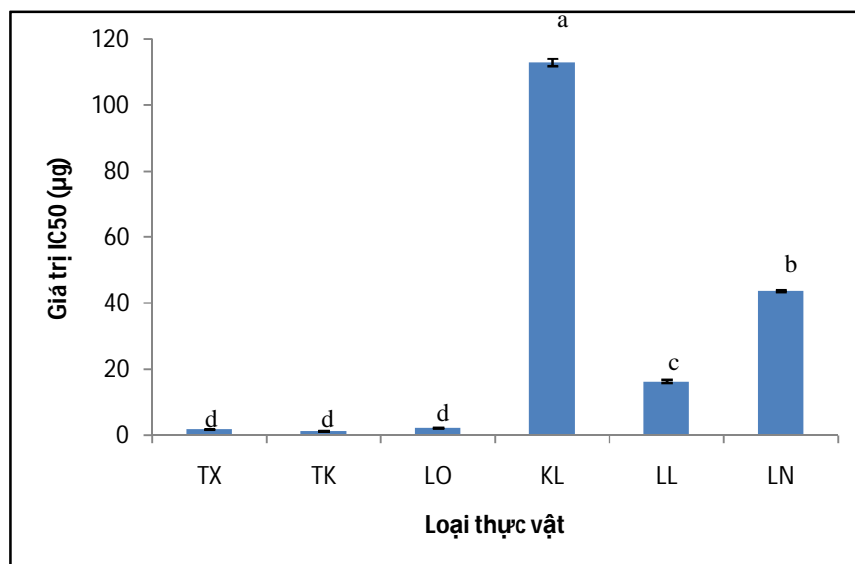


Hình 3. Mối liên quan giữa khả năng thu gốc tự do DPPH với hàm lượng polyphenol

3.3. Năng lực khử

Năng lực khử cũng là một phép phân tích nhằm đánh giá khả năng chống oxi hóa trong *vitro*. Hình 4 trình bày kết quả đánh giá năng lực khử của dịch chiết từ sáu loại thực vật tuyển chọn. Kết quả cho thấy năng lực khử thể hiện qua giá trị IC₅₀ của lá trà xanh (TX), lá trà không (TK) và lá ổi (LO) thấp hơn đáng kể so với ba loại lá còn lại ($P < 0,05$), điều đó cũng có

nghĩa là dịch chiết từ ba loại lá này có hoạt tính chống oxi hóa cao hơn đáng kể so với ba loại lá còn lại. Giá trị IC₅₀ của chúng lần lượt là 1,94; 1,40 và 2,28µg chất khô/ml. Lá lốt (LL, IC₅₀ = 16,45µg chất khô/ml) có hoạt tính chống oxi hóa cao hơn lá nhàu (LN, IC₅₀ = 43,84µg chất khô/ml) và lá khoai lang (KL, IC₅₀ = 112,99µg chất khô/ml) có năng lực khử thấp nhất.



Hình 4. Năng lực khử của sáu loại thực vật được tuyển chọn
(Chữ cái trên cột khác nhau chỉ ra sự khác nhau có ý nghĩa $P < 0,05$)

3.4. Khả năng hạn chế sự oxi hóa chất béo trên mô hình dầu-nước

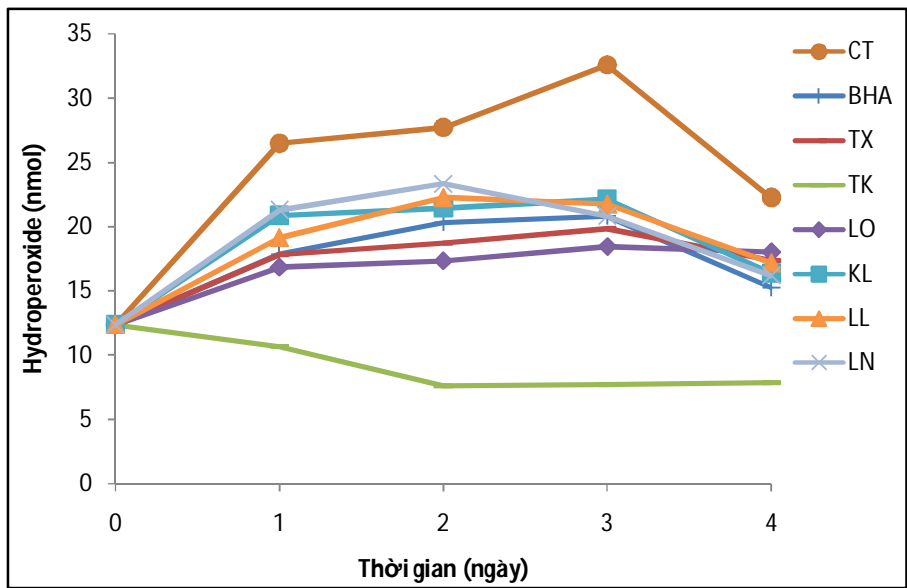
Dịch chiết từ lá trà không (TK) ức chế đáng kể sự hình thành hydroperoxide trong mô hình dầu-nước ($P < 0,05$) so với dịch chiết từ năm loại lá còn lại (Hình 5). Hàm lượng hydroperoxides (HPO) của mẫu TK sau 4 ngày bảo quản là 7,86nmol HPO. Trong khi đó giá trị này của năm mẫu dịch chiết năm loại lá còn lại dao động trong khoảng 16,18-17,36nmol HPO. Hàm lượng HPO của mẫu đối chứng (CT) và mẫu BHA sau 4 ngày bảo quản lần lượt là 22,25 và 15,25nmol. Kết quả cũng cho thấy hiệu quả ức chế sự oxi hóa chất béo của TK cao hơn đáng kể ($P < 0,05$) so với BHA ở nồng độ 100 µg/ml.

Hui-Yin và Gow-Chin (2007) đã báo cáo rằng dịch chiết trong nước của lá ổi có thể ức chế 94,4-96,2% trong mô hình axit linoleic ở nồng độ 100 µg/ml. Lakshmi và cộng sự (2006) cũng đã báo cáo rằng dịch chiết ethanol của lá trà không có khả năng hạn chế sự oxi hóa chất béo tốt hơn BHA trong mô hình dầu dừa và dầu cọ. Kết quả nghiên cứu của Nabasree và Bratati (2004) đã chỉ ra rằng dịch chiết trong nước của lá trà không có tiềm năng ức chế sự oxi hóa chất béo tốt hơn lá trà xanh.

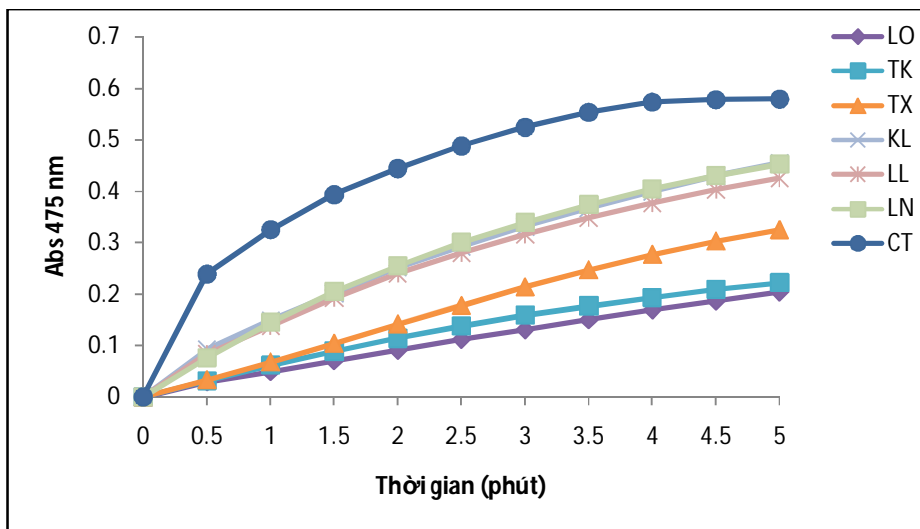
3.5. Hoạt tính ức chế enzyme polyphenoloxidase

Enzyme polyphenoloxidase (PPO) là một loại enzyme gây hiện tượng biến đen cho một số loại rau, quả và giáp xác (tôm, ghẹ), gây nên những tổn thất chất lượng không mong muốn cho nguyên liệu và sản phẩm thực phẩm. Chính vì vậy, nghiên cứu ức chế enzyme này đã nhận được sự quan tâm đặc biệt từ các nhà nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu hoạt tính ức chế PPO của dịch chiết từ sáu loại thực vật đều thể hiện khả năng ức chế PPO đáng kể ($P < 0,05$) so với mẫu đối chứng (CT). Dịch chiết từ LO thể hiện khả năng ức chế hoạt tính PPO cao nhất 64,77%, theo sau bởi dịch chiết từ TK (61,66%), TX (43,87%), LL (25,59%), LN (21,93%) và KL (21,42%) (Hình 6). Khả năng ức chế hoạt tính PPO của các dịch chiết có thể được lý giải là do trong dịch chiết chứa các polyphenol, đặc biệt là các flavonoid, những chất này có khả năng tạo phức hợp với đồng trong trung tâm hoạt động của PPO. Vì vậy, chúng có khả năng ức chế PPO (Donghyun và cộng sự, 2006).

Những phát hiện này về khả năng ức chế enzyme PPO có thể là những công bố đầu tiên



Hình 5. Sự ức chế hình thành hydroperoxide của dịch chiết từ sáu loại thực vật được tuyển chọn trong mô hình dầu-nước



Hình 6. Hoạt tính ức chế enzyme polyphenoloxidase của sáu loại thực vật được tuyển chọn

về khả năng ức chế hoạt tính PPO từ một số loại thực vật ăn được ở Việt Nam. Kết quả này cũng mở ra tiềm năng sử dụng dịch chiết từ một số loại thực vật trong việc hạn chế sự biến đen của một số loại rau quả, trái cây và trong một số loại giáp xác.

4. KẾT LUẬN

Hàm lượng polyphenol, hoạt tính chống oxy hóa và hoạt tính ức chế enzyme polyphenoloxidase của sáu loại thực vật ăn được trồng ở Việt Nam phụ thuộc theo loài. Hàm lượng polyphenol dao động từ 11,73-188,19mg

GAE/g chất khô. Hoạt tính chống oxi hóa dựa vào khả năng thu gốc tự do DPPH (IC₅₀) thay đổi từ 0,49-14,08μg chất khô/ml, đối với năng lực khử là 1,94-112,99μg chất khô/ml. Tất cả sáu loại thực vật đều thể hiện sự ức chế quá trình hình thành hydroperoxide trên mô hình dầu-nước. Hoạt tính ức chế enzyme polyphenoloxidase xếp theo thứ tự giảm dần như sau: LO > TK > TX > LL > LN > KL. Những kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy dịch chiết từ các loại thực vật ăn được là nguồn chất chống oxi hóa và chất ức chế polyphenoloxidase tự nhiên và có tiềm năng sử dụng trong lĩnh vực thực phẩm. Do đó, các nghiên cứu tiếp theo nên tập trung vào việc tối ưu hóa quá trình chiết và ứng dụng dịch chiết từ các loại thực vật ăn được.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Dương Thị Kim Nguyên, Nguyễn Xuân Duy và Nguyễn Anh Tuấn (2012). Ảnh hưởng của điều kiện chiết lá Trà xanh và sử dụng dịch chiết để hạn chế biến đen ở tôm và oxi hóa chất béo ở cá. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 8: 67-74.
- Amarowicz, R., Peggb, R. B., Rahimi-Moghaddam, P., Barl, B., Weil, J. A. (2004). Free-radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies. *Food Chemistry*, 84: 551-562.
- Bligh, E. G. and Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917.
- Banskota, A. H., Tezuka, Y., Le T. Q., Kodata, S. (2003). Chemical constituents and biological activities of Vietnamese medicinal plants. *Curr Top Med. Chem.*, 3: 227-248.
- Cai, Y., Luo, Q., Sun, M., Corke, H. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sci.*, 74: 2157-2184.
- Chi, V. V. (1997). Dictionary of Vietnamese Medicinal Plants. Medical Publishing House, Hanoi.
- Doan, D. D., Nguyen, N. H., Doan, H. K., Nguyen, T. L., Phan, T. S., Van D. N. (1992). Studies on the individual and combined diuretic effects of four Vietnamese traditional herb remedies (*Zea mays*, *Imperata cylindrical*, *Plantago major* and *Orthosiphon stamineus*). *J. Ethnopharmacol*, 36: 225-231.
- Donghyun Kim, Jiyeoun Park, Jinhee Kim, Cheolkyu Han, Jeonghyeoky Yoon, Namdo Kim, Jinho Seo and Choongwan Lee (2006). Flavonoids as Mushroom Tyrosinase Inhibitors: A Fluorescence Quenching Study. *J. Agric. Food Chem.*, 54: 935-941.
- Fu, H., Y. and Shieh, D., E. (2002). Antioxidant and free radical scavenging activities of edible mushrooms. *Journal of Food Lipid*, 9: 35-46.
- Fu, B., Li, H., Wang, X., Lee, F. S. C., and Cui, S. (2005). Isolation and identification of flavonoids in licorice and a study of their inhibitory effects on tyrosinase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 7408-7414.
- Hui-Yin Chen and Gow-Chin Yen (2007). Antioxidant activity and free radical-scavenging capacity of extracts from guava (*Psidium guajava* L.) leaves. *Food Chemistry*, 101: 686-694.
- Huda-Faujan, N., Noriham, A., Norrakiah, A. S., Babji, A. S. (2009). Antioxidant activity of plants methanolic extracts containing phenolic compounds. *African Journal of Biotechnology*, 8(3): 484-489.
- Hue, N. D., Cam, H. H. T., Mai, H. L., Erik, H. P., Ole, V. (2008). Bioactivities and chemical constituents of a Vietnamese medicinal plant Che Vang, *Jasminum subtripplinerve* Blume (*Oleaceae*). *Nat. Prod. Res.*, 22: 942-949.
- Joon-Kwan Moon and Takayuki Shibamoto (2009). Antioxidant assays for plant and food components: Reviews. *J. Agric. Food Chem.*, 57: 1655-1666.
- Lakshmi Arambewela, Menuka Arawwawala and Damisha Rajapaksa (2006). Piper beetle: a potential natural antioxidant. *International Journal of Food Science and Technology*, 4: 10-14.
- Marja, P. Kahkonen, Anu, I. H., Heikki, J. V., Jussi-Pekka, R., Kalevi, P., Tytti, S. K., Marina, H. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.*, 47: 3954-3961.
- Mark, P. Richards and Herbert, O. Hultin (2002). Contributions of blood and blood components to lipid oxidation in fish muscle. *J. Agric. Food Chem.*, 50: 555-564.
- Nabasree Dasgupta and Bratati De (2004). Antioxidant activity of Piper beetle L. leaf extract in vitro. *Food Chemistry*, 88, 219-224.
- Nguyen, A. T., Fontaine, J., Malonne, H., Vanhaelen, M., Dubois, J., Pham, T. K. (2006). Cytotoxicity of five plants used as anticancer remedies in Vietnamese traditional medicine. *Rec. Prog. Med. Plants*, 15: 137-147.
- Nguyen, B. T., Trung, T. N., Ha, D. T., Nguyen, M. K., Hung, T. V., Hien, T. T. (2010). Screening of Vietnamese medicinal plants for cytotoxic activity. *Nat. Prod. Sci.*, 16: 43-49.

- Oyaizu, M. (1986). Antioxidative activity of browning products of glucosamine fractionated by organic solvent and thin-layer chroma-tography. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 35: 771-775.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. (1999). Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Method Enzymol* 299: 152-78.
- Truong Tuyet Mai, Nghiem Nguyet Thu, Pham Gia Tien and Nguyen Van Chuyen (2007). Alpha-Glucosidase inhibitory and antioxidant activities of Vietnamese edible plants and relationships with polyphenol contents. *J. Nutr Sci Vitaminol*, 53: pp. 267-276.
- Yasuko, S., Joo-Kwan, M., Truong, T.M., Nghiem, N.T., Eri, A., Keiko, Y., Yuzuru, O., Takayuki, S. (2011). Antioxidant/anti-inflammatory activities and total phenolic content of extracts obtained from plants grown in Vietnam. *J. Agric. Food Chem.*, 91: 2259-2264.