ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ YẾU TỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN TÁCH CHIẾT POLYPHENOL KHÁNG OXY HÓA TỪ QUẢ CHUỐI HỘT

Lại Thị Ngọc Hà, Trần Thị Hoài*, Phan Văn Hiếu, Ngô Thị Huyền Trang

Khoa Công nghệ thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Email: hoaitran1403@gmail.com*

Ngày gửi bài: 12.04.2017 Ngày chấp nhận: 29.05.2017

TÓM TẮT

Điều kiện thích hợp cho tách chiết các hợp chất polyphenol kháng oxy hóa trong quả chuối hột sử dụng phương pháp trích ly lỏng rắn được nghiên cứu. Hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của quả chuối hột phụ thuộc vào loại và nồng độ dung môi, tỷ lệ dung môi/nguyên liệu, nhiệt độ và thời gian chiết. Điều kiện tối ưu cho quá trình tách chiết được xác định là axeton nồng độ 60% (*v/v*), tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1/30, nhiệt độ 40^{o}C và thời gian 60 phút. Với điều kiện này, hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của chuối hột cao, lần lượt là 15,47 ± 0,45 mg đương lượng axit gallic/g chất khô và 103,38 ± 3,65 μmol đương lượng trolox/g chất khô. Kết quả nghiên cứu này cho thấy chuối hột là một nguồn hoạt chất sinh học polyphenol kháng oxy hóa có thể ứng dụng trong công nghiệp thực phẩm và công nghiệp dược tương lai.

Từ khóa: Piceatannol, polyphenol, *Musa balbisiana* Colla, điều kiện tách chiết.

Effect of Some Technological Conditions on The Extraction of Phenolic Antioxidant Compounds from Seedy Banana

ABSTRACT

Appropriate conditions for the extraction of phenolic compounds and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) antioxidant activity of seedy banana (*Musa balbisiana*) were determined using the conventional liquid-solid method. Total phenolic content and antioxidant activity were influenced by type and concentration of solvent, solid/liquid ratio, temperature, and extraction time. The optimal conditions for the antioxidant phenolic extraction were as follows: acetone concentration 60% (*v/v*); solid/liquid ratio1/30; at 40^{o}C in 60 minutes. Seedy banana presented total phenolic content and DPPH scavenging activity of 15.47 ± 0.45 mg Acid gallic Equivalents per g of dry matter and 103.38 ± 3.65 μmol trolox equivalents per g of dry matter, respectively. This study showed that seedy banana may be considered as a potential source of nutraceuticals applicable in food and drug technologies in the future.

Keywords: piceatannol, polyphenol, *Musa balbisiana* Colla, extraction conditions.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chuối hột (*Musa balbisiana* Colla) là loài cây hoang dã có nguồn gốc từ các vùng gió mùa ở Đông Nam Á và Nam Á từ Sri Lanka đến Philippines (Ploetz *et al*., 2007). Đây là một trong hai loài chuối hoang dã có cấu trúc bộ gen khác nhau *Musa acuminata* (AA) và *Musa balbisiana* (BB) là bố mẹ của đa số loài Musa ăn được (Ploetz *et al*., 2007; Valmayor *et al*., 2000). *Musa balbisiana* mọc hoang dã và được trồng ở Assam (Ấn Độ) (Borborah *et al*., 2016), Thái Lan (Ploetz *et al*., 2007) và Việt Nam (Đỗ Huy Bích và cs., 2006). Loài này phát triển nhanh và chịu hạn (Ploetz *et al*., 2007). Ở Việt Nam, chuối hột đã được trồng từ lâu để lấy lá gói bánh và dùng cho mục đích y học. Theo Đỗ Huy Bích và cs. (2006), quả chuối xanh rất chát và được dùng để tẩy giun rất hiệu quả. Chúng còn có thể dùng để điều trị đau bụng mãn tính, loét dạ dày, da khô,

tiêu chảy và kiết ly. Quả chuối xanh và hạt quả chín có tác dụng tốt trong việc hòa tan sỏi đường tiết niệu (thận và bàng quang). Thân và quả chuối hột có thể được dùng để điều trị tiểu đường và tăng huyết áp.

Mặc dù chuối hột đã được sử dụng từ lâu trong y học cổ truyền nhưng thành phần hóa học của nó, đặc biệt là các hoạt chất sinh học chưa được nghiên cứu nhiều. Chính vì vậy, nhiều hoạt động dược lý của chuối hột vẫn chưa được hiểu rõ. Tính đến nay, một số hoạt chất sinh học đã được xác định trong chuối hột bao gồm terpenoid (Musabalbisianes A, B và C) (Ali, 1992), sitosterol và stigmasterol (Bùi Mỹ Linh, 2006), cyclomusalenon (Đỗ Quốc Việt và cs., 2006), polyphenol (propelarginidin dimer) (Bùi Mỹ Linh, 2006) nhưng chúng không giải thích được tất cả các tác dụng của chuối hột trong y học cổ truyền Việt Nam. Gần đây, khảo sát ban đầu của chúng tôi cho thấy sự có mặt của hai polyphenol thuộc nhóm stilbene bao gồm piceatannol và resveratrol trong quả chuối hột với hàm lượng cao, gấp 30 - 70 lần so với nho đỏ, một nguồn stilbene chủ yếu trong chế độ ăn uống của con người. Điều quan trọng là hai hợp chất stilbene này thể hiện khả năng chống oxy hóa, chống lão hóa, chống ung thư, chống viêm và chống béo phì cao ngay cả khi nồng độ thấp (Kukreja *et al.*, 2014). Bên cạnh đó, vị chát của vỏ chuối và hạt chuối cho thấy có sự có mặt của một nhóm polyphenol khác là tannin. Việc định tên và xác định định lượng các hợp chất polyphenol trong chuối hột là cần thiết, góp phần tạo cơ sở cho giải thích các tính chất dược lý của chuối hột và phát triển các thực phẩm chức năng từ loại quả này.

Trong nghiên cứu phân tích định tên và định lượng sản phẩm trao đổi chất thứ cấp của thực vật nói chung và polyphenol nói riêng, việc tìm được điều kiện thích hợp cho quá trình tách chiết để thu được nhiều nhất và toàn vẹn nhất các hợp chất có trong nguyên liệu là việc làm đầu tiên và cần thiết. Mục đích của nghiên cứu này là xác định các điều kiện tách chiết thích hợp để phân tích các hợp chất polyphenol kháng oxy hóa của quả chuối hột. Điều kiện tối ưu sẽ được áp dụng trong tách chiết phân tích định tên và định lượng các polyphenol của quả chuối hột.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu và hóa chất

Quả chuối hột xanh, đã già được thu hái tại Nam Định vào tháng 8 năm 2016, thái lát và phơi nắng đến khô (độ ẩm 2%). Chuối sau đó được nghiền mịn và bảo quản trong túi nilon ở nhiệt độ 4°C. Các hóa chất dùng trong đề tài bao gồm thuốc thử Folin - Ciocalteu được mua của Merck (Đức), axit gallic, diphenypicrylhydrazyl (DPPH), axit 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethyl chroman-2-carboxylic (Trolox) được mua của Sigma (Đức). Các dung môi bao gồm methanol, ethanol, axeton và Na_2CO_3 được mua của Trung Quốc.

2.2. Tách chiết và phân tích polyphenol kháng oxy hóa

Nghiên cứu ảnh hưởng của các điều kiện tách chiết polyphenol kháng oxy hóa của quả chuối hột được thực hiện trên nguyên tắc khi nghiên cứu ảnh hưởng của yếu tố nào thì yếu tố đó thay đổi, các yếu tố còn lại giữ nguyên. Thí nghiệm sau kế thừa kết quả của thí nghiệm trước.

Bột chuối hột khô được tách chiết bằng các loại dung môi khác nhau (ethanol, methanol, axeton và nước), ở các nồng độ khác nhau (0 - 100%, *v/v*), với tỷ lệ dung môi/nguyên liệu (1/10 - 1/50), nhiệt độ (35 - 90°C) và thời gian tách chiết (15 - 120 phút) thay đổi (chiết 1 lần). Hỗn hợp nguyên liệu và dung môi sau đó được ly tâm bằng máy ly tâm Mikro 220R (Hettichzentrifugen, Đức) với tốc độ 6.000 vòng/phút trong 10 phút ở nhiệt độ 4°C. Dịch trong thu được đem xác định hàm lượng polyphenol tổng số bằng phương pháp Folin-Ciocalteu (Singleton and Rossi, 1965) với chất chuẩn là axit gallic. Khả năng kháng oxy hóa được xác định bằng phương pháp DPPH theo mô tả của Tabart *et al.* (2009) với chất chuẩn là Trolox.

2.3. Xử lý thống kê

Mỗi thí nghiệm được thực hiện ba lần và kết quả được xử lý bằng phần mềm SAS 9.0. Hàm lượng polyphenol tổng số và khả năng kháng oxy hóa của chuối hột thu được tại mỗi điều kiện tách chiết khác nhau được biểu diễn bằng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Phân tích ANOVA một yếu tố được thực hiện. Chuẩn Duncan được dùng để so sánh các trung bình. Sự khác biệt giữa các trung bình có ý nghĩa khi $p < 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của loại dung môi

Tiến hành tách chiết các hợp chất polyphenol kháng oxy hóa của chuối hột bằng các dung môi ethanol 70% *v/v*, methanol 70% *v/v*, axeton 70% *v/v* và bằng nước. Tỷ lệ nguyên liệu/dung môi là 1/20, nhiệt độ và thời gian chiết lần lượt là 40°C và 60 phút. Dịch chiết thu được sau ly tâm được phân tích hàm lượng polyphenol tổng số và khả năng kháng oxy hóa. Kết quả được chỉ ra ở bảng 1.

Kết quả xử lý thống kê cho thấy loại dung môi ảnh hưởng có ý nghĩa đến hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa chiết được từ quả chuối hột ($p < 0,0001$). Nước cho hàm lượng polyphenol tổng số và khả năng kháng oxy hóa thấp nhất, lần lượt là 2,80 ± 0,48 mg GAE/g CK và 19,32 ± 0,25 µmol TE/g CK. Điều này phù hợp với nghiên cứu của Meneses *et al.* (2013) khi tách chiết các hợp chất polyphenol kháng oxy hóa trong phụ phẩm của sản xuất bia. Nhóm nghiên cứu này đã chỉ ra rằng trong số các dung môi phân cực, nước cho hiệu quả tách chiết nhỏ nhất. Bên cạnh đó, một số tác giả đã khẳng định việc sử dụng hỗn hợp dung môi luôn cho hiệu quả tách chiết cao hơn so với việc sử dụng một loại dung môi tinh khiết (Chan *et al.*, 2009). Trong số các dung môi sử dụng ở nghiên cứu này, axeton 70% *v/v* là dung môi hiệu quả nhất, cho hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa cao hơn nước lần lượt là 4,89 và 5,24 lần. Hỗn hợp axeton/nước đã được chứng minh là dung môi tốt nhất để tách chiết polyphenol từ phụ phẩm chế biến xoài (Dorta *et al.*, 2012), nho (Vatai *et al.*, 2009) hay từ vỏ quả chuối (González-Montelongo *et al.*, 2010). Tsamo *et al.* (2015) đã dùng hỗn hợp axeton/nước để tách chiết sau đó định tên và định lượng các hợp chất polyphenol trong vỏ và thịt quả của 9 giống chuối châu Phi. Với mục tiêu tách được nhiều nhất có thể các hợp chất polyphenol kháng oxy hóa từ chuối hột để sau đó phân tích thành phần polyphenol, axeton được chọn làm dung môi dùng trong các thí nghiệm sau.

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ dung môi

Trong thí nghiệm này, polyphenol chuối hột được chiết bằng axeton với các nồng độ khác nhau. Tỷ lệ nguyên liệu/dung môi, nhiệt độ và thời gian chiết giống như thí nghiệm trước. Kết quả phân tích hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa được chỉ ra ở bảng 2. Từ số liệu bảng 2 cho thấy nồng độ axeton ảnh hưởng có ý nghĩa đến hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của chuối hột ($p < 0,0001$). Hai đại lượng này tăng khi nồng độ axeton tăng

Bảng 1. Ảnh hưởng của loại dung môi đến tách chiết polyphenol kháng oxy hóa của quả chuối hột

Dung môi	Polyphenol (mg GAE/g CK)	Kháng oxy hóa (µmol TE/g CK)
Nước	$2,80 \pm 0,48^{c}$	$19,32 \pm 0,25^{c}$
Methanol 70%	$9,83 \pm 0,48^{b}$	$60,97 \pm 4,25^{b}$
Ethanol 70%	$9,55 \pm 0,17^{b}$	$57,07 \pm 1,38^{b}$
Axeton 70%	$13,69 \pm 0,54^{a}$	$101,20 \pm 3,75^{a}$

Ghi chú: GAE: Acid gallic Equivalent; TE: Trolox Equivalent; CK: Chất khô. Trong cùng một cột, số liệu mang các chữ cái khác nhau thì khác nhau với mức ý nghĩa $p < 0,05$.

Bảng 2. Ảnh hưởng của nồng độ dung môi đến tách chiết polyphenol kháng oxy hóa của quả chuối hột

Nồng độ axeton (%, *v/v*)	Polyphenol (mg GAE/g CK)	Kháng oxy hóa (μmol TE/g CK)
0	2,74 ± 0,47^{f}	18,94 ± 0,25^{f}
20	10,53 ± 1,10^{d}	49,97 ± 4,76^{d}
40	14,11 ± 0,59^{b}	86,07 ± 1,69^{b}
60	16,08 ± 0,36^{a}	101,90 ± 1,57^{a}
70	13,69 ± 0,54^{bc}	101,20 ± 3,57^{a}
80	12,88 ± 0,40^{c}	78,93 ± 2,41^{c}
100	5,74 ± 0,27^{e}	28,13 ± 2,53^{e}

Ghi chú: Trong cùng một cột, số liệu mang các chữ cái khác nhau thì khác nhau với mức ý nghĩa $p < 0,05$.
GAE: Acid gallic Equivalent; TE: Trolox Equivalent; CK: Chất khô.

từ 0 - 60%, đạt cực đại tại 60% sau đó giảm khi nồng độ axeton tiếp tục tăng. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Meneses *et al.* (2013) khi nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ axeton đến hiệu quả tách chiết polyphenol kháng oxy hóa từ bã bia cũng cho thấy axeton 60% cho hiệu quả tách chiết cao nhất đạt hàm lượng polyphenol tổng số là 9,9 mg GAE/g và khả năng kháng oxy hóa 18,53%.

Matsui *et al.* (2010) cũng đã chỉ ra rằng axeton 70% cho phép tách chiết được nhiều nhất piceatannol, một polyphenol có hoạt tính sinh học mạnh từ hạt chanh leo. Ảnh hưởng của nồng độ dung môi đến hiệu quả tách chiết polyphenol từ hạt sim cũng được chứng minh trong nghiên cứu của Lai *et al.* (2014). Trên thực tế, nồng độ dung môi quyết định tính phân cực của dung môi nên quyết định sự trích ly polyphenol từ nguyên liệu theo đúng nguyên tắc "like dissolve like", có nghĩa là các dung môi cho phép tách chiết các hợp chất có cùng độ phân cực với nó (Chew *et al.*, 2011; Kossah *et al.*, 2010; Lai *et al.*, 2014). Điều này cũng cho thấy các polyphenol trong chuối hột có độ phân cực tương ứng với axeton 60% *v/v*.

4.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ dung môi/nguyên liệu

Polyphenol của chuối hột được tách chiết bằng axeton 60% *v/v* ở nhiệt độ 40°C trong 60 phút với các tỷ lệ nguyên liệu/dung môi khác nhau. Kết quả phân tích hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết được giới thiệu ở bảng 3.

Tỷ lệ nguyên liệu trên dung môi ảnh hưởng có ý nghĩa đến hàm lượng polyphenol tổng số ($p < 0,0001$) nhưng ảnh hưởng không có ý nghĩa đến khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết ($p =$

Bảng 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu/dung môi đến tách chiết polyphenol kháng oxy hóa của quả chuối hột

Tỷ lệ nguyên liệu/dung môi	Polyphenol (mg GAE/g CK)	Kháng oxy hóa (μmol TE/g CK)
1/10	13,86 ± 0,16^{c}	88,27 ± 4,32^{b}
1/20	15,49 ± 0,28^{b}	101,90 ± 1,57^{ab}
1/30	16,12 ± 0,14^{b}	108,71 ± 9,05^{a}
1/40	17,12 ± 0,39^{a}	97,58 ± 2,48^{ab}
1/50	17,57 ± 0,90^{a}	98,33 ± 16,77^{ab}

Ghi chú: Trong cùng một cột, số liệu mang các chữ cái khác nhau thì khác nhau với mức ý nghĩa $p < 0,05$.
GAE: Acid gallic Equivalent; TE: Trolox Equivalent; CK: Chất khô.

0,1715). Hàm lượng polyphenol chiết được tăng lên khi tỷ lệ nguyên liệu/dung môi tăng từ 1/10 đến 1/40 nhưng sau đó không đổi. Điều này là do lượng dung môi dùng với tỷ lệ 1/40 đã đủ để tách chiết các hợp chất polyphenol trong chuối hột. Tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1/30 cho dịch chiết polyphenol có khả năng kháng oxy hóa cao nhất. Ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu/dung môi đã được chỉ ra trong nghiên cứu của Radojkovic *et al.* (2012) khi tách chiết polyphenol từ lá cây dâu tằm. Theo đó, bình phương của tỷ lệ nguyên liệu/dung môi ảnh hưởng có ý nghĩa đến hàm lượng polyphenol ($p = 0.0008$) và flavonoid ($p < 0,0001$) tổng số của lá dâu tằm nhưng không ảnh hưởng có ý nghĩa đến khả năng kháng oxy hóa ($p = 0,1510$). Rajha *et al.* (2014) cũng đã xây dựng được mô hình bậc hai mô tả ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu/dung môi và kích thước nguyên liệu đến khả năng tách chiết polyphenol từ phụ phẩm chế biến nho với $R^2 = 0,84$. Với mục đích của nghiên cứu là tìm điều kiện thích hợp để tách chiết nhiều nhất polyphenol kháng oxy hóa từ chuối hột, tỷ lệ nguyên liệu/dung môi là 1/30 được lựa chọn để dùng cho các thí nghiệm tiếp theo.

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ tách chiết

Nhiệt độ là yếu tố ảnh hưởng rất mạnh mẽ đến quá trình tách chiết các hợp chất thứ cấp nói chung và các hợp chất polyphenol kháng oxy hóa nói riêng. Khi nhiệt độ tăng làm tăng tốc độ khuếch tán và do đó tăng lượng polyphenol chiết được từ nguyên liệu. Tuy nhiên, nếu nhiệt độ tăng lên quá cao sẽ dẫn đến sự phá hủy các hợp chất polyphenol đã được chiết vào dung môi hay vẫn còn ở trong nguyên liệu (Chan *et al.*, 2009). Trong thí nghiệm này, polyphenol của chuối hột được tách chiết bằng axeton 60% *v/v* với tỷ lệ nguyên liệu/dung môi là 1/30, trong 60 phút ở các nhiệt độ khác nhau. Kết quả được chỉ ra ở bảng 4.

Kết quả xử lý thống kê cho thấy nhiệt độ ảnh hưởng có ý nghĩa đến hàm lượng polyphenol tổng số và khả năng kháng oxy hóa của chuối hột ($p < 0,0001$). Khi nhiệt độ tách chiết tăng từ 35°C đến 70°C, hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa biến động không nhiều. Tuy nhiên, khi nhiệt độ tăng từ 70°C đến 90°C, có sự tăng đột biến hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết. Điều này có thể do dưới tác dụng của nhiệt độ cao trong thời gian dài (60 phút), một số các hợp chất cao phân tử như polysaccharid (ví dụ như tinh bột), tannin ngưng tụ hay tannin thủy phân bị phân giải hoặc một số các hợp chất bị biến đổi làm tăng lượng hợp chất khử trong môi trường dẫn đến tăng kết quả test Folin-Ciocalteu và DPPH. Việc phân giải các hợp chất như tannin sẽ ảnh hưởng đến tính chính xác của việc định tên và định lượng các hợp chất polyphenol trong dịch chiết chuối hột sau này. Thêm vào đó, việc xử lý mẫu ở nhiệt độ cao sẽ làm chiết nhiều các tạp chất từ chuối vào dịch chiết, gây khó khăn cho việc định tên và định

Bảng 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến tách chiết polyphenol kháng oxy hóa của quả chuối hột

Nhiệt độ (°C)	Polyphenol (mg GAE/g CK)	Kháng oxy hóa (μmol TE/g CK)
Nhiệt độ phòng (35°C)	$14,8 \pm 0,93^{d}$	$81,02 \pm 5,98^{d}$
40	$15,64 \pm 0,15^{cd}$	$92,22 \pm 1,57^{c}$
50	$15,86 \pm 0,37^{cd}$	$93,20 \pm 2,40^{c}$
60	$16,11 \pm 0,61^{cd}$	$97,25 \pm 1,93^{c}$
70	$16,67 \pm 0,11^{c}$	$100,04 \pm 2,80^{c}$
80	$18,76 \pm 0,83^{b}$	$128,66 \pm 3,54^{b}$
90	$25,28 \pm 1,24^{a}$	$198,15 \pm 9,18^{a}$

Ghi chú: Trong cùng một cột, số liệu mang các chữ cái khác nhau thì khác nhau với mức ý nghĩa $p < 0,05$.
GAE: Acid gallic Equivalent; TE: Trolox Equivalent; CK: Chất khô.

3.5. Ảnh hưởng của thời gian chiết

Để xác định ảnh hưởng của thời gian đến quá trình tách chiết polyphenol kháng oxy hóa từ quả chuối hột, tiến hành chiết polyphenol bằng axeton 60%, tỷ lệ dung môi/nguyên liệu 1/30 ở nhiệt độ 40°C trong các khoảng thời gian khác nhau. Kết quả được chỉ ra ở bảng 5.

lượng bằng sắc ký lỏng ghép khối phổ sau này. Để đảm bảo đạt được mục đích của nghiên cứu là tách chiết đầy đủ và nguyên vẹn các hợp chất polyphenol trong chuối hột phục vụ công việc định tên sau này, nhiệt độ 40°C được chọn để tách chiết polyphenol kháng oxy hóa từ chuối hột. Nhiệt độ 40°C cũng được dùng để chiết tách các hợp chất polyphenol từ vỏ và thịt quả chuối của 9 giống chuối trong nghiên cứu của Tsamo *et al.* (2015). Dịch chiết của 9 giống chuối này sau đó được phân tích bằng HPLC-ESI-HR-MS và HPLC-DAD để định tên và định lượng các hợp chất polyphenol thành phần.

Kết quả bảng 5 cho thấy thời gian chiết ảnh hưởng có ý nghĩa đến hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của chuối hột ($p = 0,0074$ và $0,0015$). Khi thời gian chiết tăng từ 15 đến 60 phút, hàm lượng polyphenol tăng từ $14,50 \pm 0,41$ lên $15,47 \pm 0,45$ mg GAE/g CK. Đối với khả năng kháng oxy hóa, khi thời gian chiết tăng từ 15 đến 30 phút, chỉ số này tăng từ $84,148 \pm 5,27$ đến $100,61 \pm 2,25$ µmol TE/g CK, sau đó khi thời gian chiết tiếp tục tăng lên từ 30 đến 120 phút, khả năng kháng oxy hóa không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Điều này cho thấy thời gian chiết 60 phút cho phép chiết hầu hết các hợp chất polyphenol kháng oxy hóa trong quả chuối hột.

Ảnh hưởng của thời gian đến khả năng tách chiết polyphenol từ thực vật cũng đã được chỉ ra trong nhiều nghiên cứu. Bharathi *et al.* (2011) khi xây dựng mô hình mô tả quá trình tách chiết polyphenol từ lá cây *Avicennia marina* cho thấy thời gian ảnh hưởng có ý nghĩa đến hàm lượng polyphenol. Hàm lượng polyphenol đạt cực đại khi chiết trong 36,53 phút, sau đó khi tăng thời gian chiết, hàm lượng polyphenol giảm. Trong nghiên cứu của Rajha *et al.* (2014), thời gian chiết ảnh hưởng âm đến hàm lượng polyphenol tổng số có nghĩa là khi thời gian chiết tăng, hàm lượng polyphenol giảm. Điều này do nhiệt độ chiết đặt ở giá trị cao (94°C). Ở nhiệt độ cao, thời gian chiết kéo dài làm phân hủy các hợp chất polyphenol và giảm hàm lượng polyphenol tổng trong mẫu (Rajha *et al.*, 2014). Trong nghiên cứu này, sự giảm hàm lượng polyphenol không quan sát thấy khi thời gian tăng lên đến 120 phút là do nhiệt độ chiết 40°C dùng trong nghiên cứu này không gây nên sự phân hủy các hợp chất polyphenol.

Xuất phát từ kết quả các thí nghiệm trong nghiên cứu này, điều kiện thích hợp nhất để tách chiết các hợp chất polyphenol từ quả chuối hột là: axeton 60% *v/v*, tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1/30, nhiệt độ 40°C và thời gian 60 phút. Hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của chuối hột chiết ở điều kiện này lần lượt

Bảng 5. Ảnh hưởng của thời gian đến tách chiết polyphenol kháng oxy hóa của quả chuối hột

Thời gian (phút)	Polyphenol (mg GAE/g CK)	Kháng oxy hóa (µmol TE/g CK)
15	$14,50 \pm 0,41^{c}$	$84,148 \pm 5,27^{b}$
30	$14,97 \pm 0,33^{bc}$	$100,61 \pm 2,25^{a}$
45	$15,00 \pm 0,16^{bc}$	$95,40 \pm 2,81^{a}$
60	$15,47 \pm 0,45^{ab}$	$103,38 \pm 3,65^{a}$
90	$15,48 \pm 0,23^{ab}$	$100,28 \pm 6,71^{a}$
120	$15,68 \pm 0,27^{a}$	$99,26 \pm 1,69^{a}$

Ghi chú: Trong cùng một cột, số liệu mang các chữ cái khác nhau thì khác nhau với mức ý nghĩa $p < 0,05$.
GAE: Acid gallic Equivalent; TE: Trolox Equivalent; CK: Chất khô.

là 15,47 ± 0,45 mg GAE/g CK và 103,38 ± 3,65 µmol TE/g CK. Kết quả này cho thấy hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của quả chuối hột cao hơn so với quả mơ, bơ, chuối thông thường, nho đỏ và tương đương với một số loại táo, đào (Wu *et al*., 2004). Điều này cho thấy chuối hột là nguồn polyphenol kháng oxy hóa mới cần nghiên cứu, khai thác và ứng dụng trong tương lai.

4. KẾT LUẬN

Các yếu tố loại và nồng độ dung môi, tỷ lệ nguyên liệu/dung môi, nhiệt độ và thời gian chiết ảnh hưởng có ý nghĩa đến quá trình tách chiết polyphenol kháng oxy hóa từ quả chuối hột. Điều kiện thích hợp nhất để tách chiết phân tích polyphenol kháng oxy hóa từ chuối hột là axeton 60% *v/v*, tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1/30, nhiệt độ 40°C và thời gian 60 phút. Kết quả phân tích dịch chiết thu được tại điều kiện này cho thấy quả chuối hột giàu polyphenol kháng oxy hóa. Việc nghiên cứu, khai thác và ứng dụng quả chuối hột trong tương lai như nguồn các hoạt chất sinh học polyphenol là cần thiết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Ali M. (1992). Neo-clerodane diterpenoids from *Musa balbisiana* seeds. Phytochemistry, 31(6): 2173-2175.

Bharathi V., J. Patterson, R. Rajendiran (2011). Optimization of extraction of phenolic compounds from *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh using response surface methodology. World Acad. Sci. Eng. Technol., 56: 1191-1195.

Borborah K., S. K. Borthukur, B. Tanti (2016). *Musa balbisiana* Colla-Taxonomy, Traditional knowledge and economic potentialities of the plant in Assam, India. Indian Journal of Traditional Knowledge, 15(1): 116-120.

Bùi Mỹ Linh (2006). Nghiên cứu tác dụng của ba dược liệu hướng tác dụng điều trị sỏi thận Chuối hột - Kim tiền thảo - Rau om. Luận án tiến sỹ dược học. Đại học Y Dược thành phố Hồ Chí Minh.

Chan S. W., C. Y. Lee, C. F. Yap, W. M. Wan Aida, C. W. Ho (2009). Optimisation of extraction conditions for phenolic compounds from limau purut (*Citrus hystrix*) peels. Int. Food Res. J., 16: 203-213.

Chew K.K., S. Y. Ng, M. Z. Khoo, W. M. Wan Aida, Ho C. W. (2011). Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Centella asiatica* extracts. Int. Food Res. J., 18: 571-578.

Dorta E., M. G. Lobo, M. Gonzalez (2012). Reutilization of mango byproducts: Study of the effect of extraction solvent and temperature on their antioxidant properties. J. Food Sci., 71: C80-C88.

Đỗ Huy Bích, Đặng Quang Trung, Bùi Xuân Chương, Nguyễn Thượng Dong, Đỗ Trung Đàm, Phạm Văn Hiển, Vũ Ngọc Lộ, Phạm Duy Mai, Phạm Kim Mãn, Đoàn Thị Nhu, Nguyễn Tập, Trần Toàn (2006). Cây thuốc và động vật làm thuốc ở Việt Nam. Chuối hột. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, trang 463.

Đỗ Quốc Việt, Trần Văn Sung, Phạm Gia Điền (2006). Tổng hợp một số dẫn xuất của cyclomusalenone tách từ quả chuối hột *Musa balbisiana* Colla. Tạp chí Hóa học, 44(6): 749-752.

González-Montelongo R., M. G. Lobo, M. González (2010). Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. Food Chem., 119: 1030-1039.

Kossah R., C. Nsabimana, H. Zhang, W. Chen (2010). Optimization of extraction of polyphenols from Syrian sumac (*Rhus coriaria* L.) and Chinese sumac (*Rhus typhina* L.) fruits. Res. J. Phytochem., 4(3): 146-153.

Kukreja A., N. Wadhwa, A. Tiwari (2014). Therapeutic role of resveratrol and piceatannol in disease prevention. J Blood Disorders Transf., 5: 240.

Lai T.N.H., M. C. André, R. Chirinos, T. B. T. Nguyen, Y. Larondelle, H. Rogez (2014). Optimisation of extraction of piceatannol from *Rhodomyrtus tomentosa* seeds using response surface methodology. Sep. Purify. Tech., 134: 139-146.

Matsui Y., M. Kamei, K. Sugiyama (2012). Piceatannol-containing composition and method of producing piceatannol-containing composition, Google Patents, URL http://www.google.com/patents/US20120004322.

Meneses G.T.N., S. Martins, A. J. Teixeira, I. S. Mussatto (2013). Influence of extraction solvents on the recovery of antioxidant phenolic compounds from brewer's spent grains. Sep. purif. technol., 108: 152-158.

Meneses G.T.N., S. Martins, A. J. Teixeira, I. S. Mussatto (2013). Influence of extraction solvents on the recovery of antioxidant phenolic compounds from brewer's spent grains. Sep. Purif. Tech., 108: 152-158.

Ploetz R.C., A. K. Kepler, J. Daniells, S. C. Nelson (2007). Banana and plantain-an overview with emphasis on Pacific island cultivars. Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. www.traditionaltree.org.

Radojković M., Z. Zeković, S. Jokić, S. Vidović, Z. Lepojević, Milošević S. (2012). Optimization of solid-liquid extraction of antioxidants from black mulberry leaves by response surface methodology. Food Technol. Biotechnol., 50(2): 167-176.

Rajha N. H., E. N. Darra, Z. Hobaika, N. Boussetta, E. Vorobiev, G. R. Maroun, N. Louka (2014). Extraction of total phenolic compounds, flavonoids, anthocyanins and tannins from grape byproducts by response surface methodology. Influence of solid-liquid ratio, particle size, time, temperature and solvent mixtures on the optimization process. Food. Nutr. Sci., 5: 397-409.

Singleton V. L and J. A. J. Rossi (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Viticult., 16: 144-158.

Tabart J., C. Kevers, J. Pincemail, O. J. Defraigne, J. Dommes (2009). Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. Food Chem., 113: 1226-1233.

Tsamo P. V. C., F. M. Herent, K. Tomekpe, H. T. Emaga, J. Quetin-Leclercq, H. Rogez, Y. Larondelle, C. Andre (2015). Phenolic profiling in the pulp and peel of nine plantain cultivars (Musa sp.). Food Chem., 167: 197-204.

Valmayor R. V., S. H. Jamaluddin, B. Silayoi, S. Kusumo, L. D. Danh, O. C. Pascua, R. R. C. Espino (2000). Banana cultivar names and synonyms in Southeast Asia. International Network for the Improvement of Banana and Plantain (INIBAP), Montpellier - France.

Vatai T., M. Škerget, Z. Knez (2009). Extraction of phenolic compounds from elder berry and different grape marc varieties organic solvents and/or supercritical carbon dioxide. J. Food Eng., 90(2): 246-254.

Wu X., L. Gu, J. Holden, B. D. Haytowitz, E. S. Gebhardt, G. Beecher, L. R. Prior (2004). Development of a database for total antioxidant capacity in foods: a preliminary study. J. Food Comp. Anal., 17: 407-422