



ẢNH HƯỞNG CỦA BIỆN PHÁP XỬ LÝ NGUYÊN LIỆU ĐẾN KHẢ NĂNG TRÍCH LY VÀ SỰ ỔN ĐỊNH ANTHOCYANIN TỪ BẮP CẢI TÍM (*BRASSICA OLERACEA*)

Dương Thị Phụng Liên¹ và Nguyễn Nhật Minh Phương¹

¹ Khoa Nông nghiệp & Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 26/9/2014

Ngày chấp nhận: 07/11/2014

Title:

Effects of material treatment on the extraction and stability of anthocyanin from purple cabbage (*Brassica oleracea*)

Từ khóa:

Bắp cải tím, anthocyanin, trích ly, sấy, lạnh đông, xử lý nhiệt

Keywords:

Purple cabbage, anthocyanins, extraction, drying, freezing, heating

ABSTRACT

The aim of the study was to assess the effects of raw material treatment methods on the concentration and stability of the anthocyanin extracts from purple cabbage. The ethanol solution (50%, v/v) added 1% HCl was used as solvent for extraction. Some treatment ways such as: drying, freezing, drying and freezing were applied to raw materials. In order to obtain the extract with the highest concentration of anthocyanins and the most stable one under variable conditions, purple cabbages were dried before extraction. The optimum drying temperature and moisture content of the material for drying process are 40°C and 15% respectively. Stability of anthocyanin extracts was significantly affected by heating at 95°C for 15 minutes (5.22–7.08% degradation) and exposure to light (2.50 – 4.56% degradation after 24 hours) in comparison with dark condition.

TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu là đánh giá hiệu quả của phương pháp xử lý nguyên liệu đến hàm lượng và sự ổn định của chiết xuất anthocyanin thu được từ bắp cải tím. Dung dịch ethanol (50%, v/v) thêm 1% HCl được sử dụng làm dung môi trích ly. Một số biện pháp xử lý như: sấy, đông lạnh, sấy kết hợp với đông lạnh đã được áp dụng đối với nguyên liệu. Để thu được chiết xuất có hàm lượng anthocyanin cao nhất và ổn định nhất với các điều kiện khác nhau bắp cải tím được sấy trước khi trích ly. Nhiệt độ sấy và độ ẩm của nguyên liệu tối ưu cho quá trình sấy lần lượt là 40°C và 15%. Tính ổn định của anthocyanin bị ảnh hưởng đáng kể bằng sự gia nhiệt ở 95°C trong 15 phút (phân hủy 5,22–7,08%) và tiếp xúc với ánh sáng (phân hủy 2,50 – 4,56% sau 24 giờ) khi so sánh với điều kiện giữ trong tối sau 24 giờ.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Bắp cải tím (*Brassica oleracea* var *capitata rubra*) bắt nguồn từ Tây bắc Châu Âu. Đến khoảng giữa thế kỷ XVI bắp cải tím đã trở thành loại rau quan trọng ở Châu Âu. Từ Châu Âu, bắp cải tím được trồng lan truyền rộng rãi ở nhiều nơi trên thế giới. Tại Việt Nam, bắp cải tím được trồng nhiều ở Đà Lạt. Bắp cải tím là một nguồn giàu anthocyanin. Anthocyanin của bắp cải tím được xác định bao gồm cyanidin-3,5-diglucoside và

cyanidin-3-sophoroside-5-glucoside, và sau cùng là các dạng được acyl hóa khác nhau (Dirby *et al.*, 2001; Jackman và Smith, 1992; Hrazdina *et al.*, 1977).

Anthocyanins, thuộc nhóm flavonoid, là sắc tố trong không bào thực vật tan trong nước chịu trách nhiệm về màu màu đỏ sáng, tím hoặc màu xanh của hoa, vỏ, hạt, quả và lá (Gross, 1987). Chúng xuất hiện hầu như trong các loại thực vật với hàm lượng và thành phần khác nhau tùy thuộc vào hai

yếu tố là nội tại và môi trường (Mohr *et al.*, 1995). Nguồn cung cấp anthocyanin chính trong quả ăn được là nho, anh đào, mận, mâm xôi, dâu tây, táo, đào, việt quất... Nhóm rau có chứa sắc tố anthocyanin là cà tím, bắp cải tím, tía tô... Cường độ và độ bền màu anthocyanin phụ thuộc vào nhiều yếu tố như thành phần cấu trúc, nồng độ chất màu, pH, nhiệt độ, ánh sáng, sự hiện diện của các chất màu khác, ion kim loại, enzyme, oxy, vitamin C, đường và SO₂,... (Mazza và Minitiati, 1993; Francis, 1989).

Bên cạnh các tính năng màu sắc của họ, anthocyanins có gần đây đã thu hút sự quan tâm nhiều hơn do chúng còn là hợp chất có nhiều hoạt tính sinh học quý cho sức khỏe như khả năng chống oxy hóa, chống dị ứng, chống các tia phóng xạ, chống viêm, chống vi khuẩn, chống đông huyết tạo các bệnh mạch vành và có tác dụng bảo vệ tim mạch và thuốc giãn mạch vành (Puupponen-Pimiä *et al.*, 2001; Manach *et al.*, 2005).

Anthocyanins không có độc tính và không có bất kỳ giới hạn tối đa cho các ứng dụng trong thực phẩm. Chúng được ứng dụng rộng rãi trong các hoạt động sản xuất công nghiệp (Brasil, 2001).

Chất màu anthocyanin có thể được nghiên cứu dựa vào ảnh hưởng có lợi của chúng đối với sức khỏe con người (Motohashi *et al.*, 2008) và các ứng dụng của chúng như sự lựa chọn tiềm năng để thay thế màu sắc tự nhiên trong thực phẩm (Shipp *et al.*, 2010).

Anthocyanins là các phân tử cực với các nhóm hydroxyl, carboxyl, methoxyl và glycolyl liên kết với vòng thơm. Chúng có thể hoà tan trong nước tốt hơn trong các dung môi không phân cực và đặc điểm này sẽ giúp dễ dàng cho quá trình trích ly và phân tách (Harbone và Grayer, 1988). Axit hydrochloric pha loãng trong methanol thường được sử dụng để trích ly anthocyanin. Do methanol có đặc tính độc hại, các nhà khoa học thực phẩm thay thế bằng hỗn hợp ethanol trong nước và sử dụng như một dung môi trong công nghiệp thực phẩm, chúng được đánh giá tốt như methanol (Lapornik *et al.*, 2005).

Nhiều nghiên cứu về sử dụng các dung môi trích ly anthocyanin được nghiên cứu (Harbone and Grayer, 1988; Francis, 1989; Bridle and Timberlake, 1997; Montes *et al.*, 2005). Hầu hết các nghiên cứu thực hiện xác định anthocyanin trong một số nguyên liệu có nguồn gốc thực vật (Eichhorn và Winterhalter, 2005; Macz-Pop *et al.*, 2006. Baleiras Couto và Eiras-Dias, 2006). Nhóm

chất thuộc họ polyphenol có thể được trích từ nguyên liệu thực vật dạng sấy khô, lạnh đông hoặc dạng tươi (Jin Dai và Russell, 2010). Phần nghiên cứu được thực hiện nhằm khảo sát ảnh hưởng của quá trình xử lý bắp cải tím đến khả năng trích ly và độ bền màu anthocyanin từ nguyên liệu này. Bên cạnh đó, ảnh hưởng của việc xử lý nhiệt và ánh sáng đến độ bền màu anthocyanin cũng được khảo sát.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1 Chuẩn bị nguyên liệu

Bắp cải tím (*Brassica oleracea*) tươi được mua từ siêu thị Metro Hưng Lợi, Cần Thơ. Bắp cải tím tươi được tách từng bẹ, rửa sạch để ráo và nghiền đạt kích thước < 5 mm. Cân mỗi mẫu 20 g cho vào từng túi để xử lý.

2.2 Phương pháp thí nghiệm

2.2.1 Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của việc xử lý nguyên liệu bắp cải tím bằng khả năng trích ly và độ bền màu anthocyanin được bố trí theo một nhân tố. Các phương pháp xử lý nguyên liệu khảo sát bao gồm: sấy nguyên liệu 40°C đến độ ẩm 20%, lạnh đông ở nhiệt độ -15°C trong 24 giờ (Huỳnh Thị Kim Cúc *et al.*, 2005) và sấy nguyên liệu 40°C đến 20% ẩm độ và lạnh đông tiếp ở -15°C trong 24 giờ.

Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng quá trình sấy đến khả năng trích ly anthocyanin được bố trí theo phương pháp giai thừa với hai nhân tố là nhiệt độ sấy (15, 40, 50°C) và độ ẩm nguyên liệu sau sấy (15, 20, 25%).

Dùng dung môi ethanol (50%, v/v) có thêm 1% HCl trích ly, dịch trích được xác định hàm lượng anthocyanin. Cho dịch trích vào các ống nghiệm có nắp đậy, giữ ở các điều kiện như đặt trong phòng bật đèn trong 24 giờ, đặt trong túi chắn sáng trong 24 giờ và đun ở 95°C trong 15 phút. Xác định lại hàm lượng anthocyanin và tính tổn thất trong các điều kiện giữ mẫu.

2.2.2 Phương pháp trích ly và xác định hàm lượng anthocyanin:

Mỗi túi 20 g nguyên liệu sau khi xử lý được sử dụng để trích ly. Ngâm mẫu trong dung môi gồm ethanol – nước (tỷ lệ 1:1) có chứa 1% HCl (Huỳnh Thị Kim Cúc *et al.*, 2005). Tỷ lệ nguyên liệu: dung môi sử dụng 1:10. Quá trình trích được thực hiện ở 40°C trong 40 phút, sau khi lọc thu được dịch trích. Xác định anthocyanin trong dịch trích theo phương pháp pH vi sai (Giusti và Wrolstad, 2000), dựa trên

nguyên tắc chất màu anthocyanin thay đổi theo pH. Tại pH = 1 các anthocyanin tồn tại ở dạng oxonium hoặc flavium có độ hấp thụ cực đại, tại pH = 4,5 thì chúng lại ở dạng carbinol không màu. Phương pháp pH vì sai cho phép xác định hàm lượng anthocyanin tổng số chính xác và nhanh chóng, thậm chí khi có sự hiện diện của các hợp chất can thiệp khác (Gabriela *et al.*, 2010).

Mẫu được pha loãng trong hai dung dịch đệm: đệm kali clorua 0,025 M (pH 1.0) và đệm natri axetat 0,4 M (pH 4.5). Tất cả các phép đo độ hấp thụ bằng máy đo quang phổ được thực hiện ở bước sóng 520 nm và 700 nm (Gabriela *et al.*, 2010).

Xác định lượng anthocyanin theo công thức:

$$a = \frac{A.M.K.V}{\epsilon.l}; g$$

Trong đó: A = (A_{520nm-pH=1} - A_{700nm-pH=1}) - (A_{520nm-pH=4,5} - A_{700nm-pH=4,5})

A_{520nm}, A_{700nm}: Độ hấp thụ tại bước sóng 520 và 700 nm, ở pH = 1 và pH = 4.5

a: Lượng anthocyanin (g); M: Khối lượng phân tử của anthocyanin, được biểu diễn qua cyanidin 3-glucozide (449.2 g/mol); l: Chiều dày cuvet (1cm);

K: Độ pha loãng; V: Thể tích dịch chiết (l); ε: Hệ số hấp thụ phân tử, (25.740 mol⁻¹ cm⁻¹ tại λ = 520 nm) (Gabriela *et al.*, 2010).

$$\text{Phần trăm anthocyanin} = a \times 100\% / [m \times (100 - w) \times 10^{-2}]$$

Trong đó, a: Lượng anthocyanin (g); m: Khối lượng nguyên liệu ban đầu (g); w: Độ ẩm nguyên liệu (%) (Huỳnh Thị Kim Cúc *et al.*, 2005).

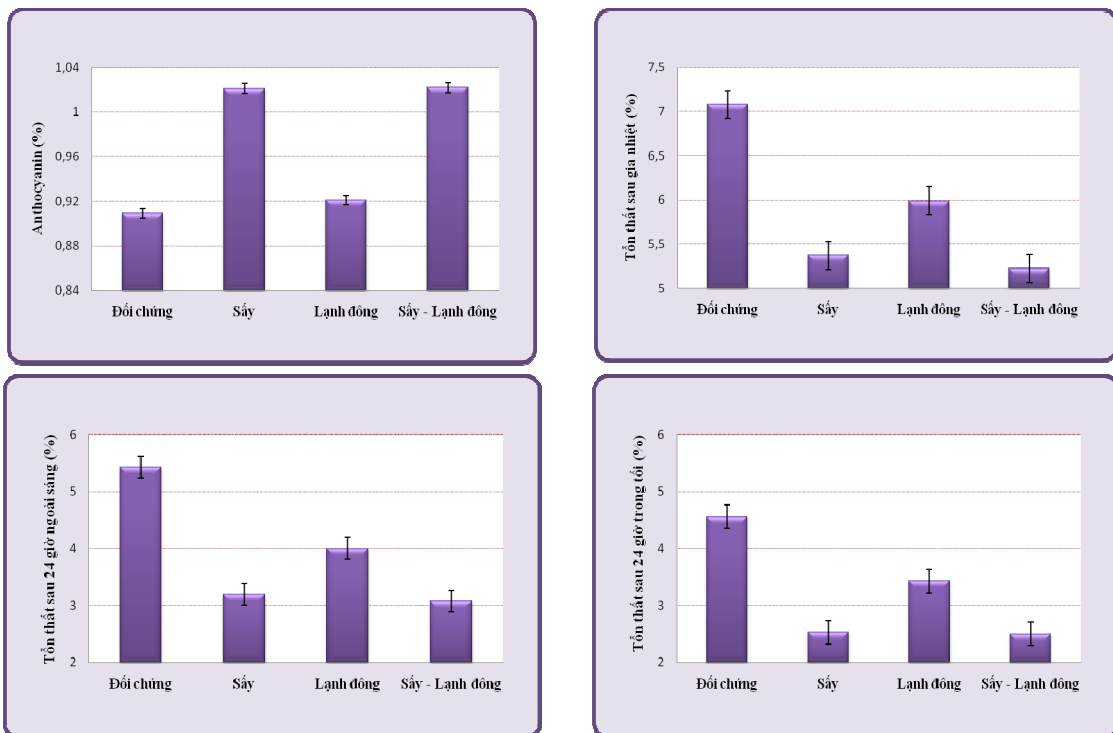
2.2.3 Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được xử lý theo phương pháp phân tích phương sai bằng chương trình STATGRAPHICS Centurion XVI.I. Đồ thị được xây dựng bằng chương trình Microsoft Excel 2007 và STATGRAPHICS Centurion XVI.I.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Ảnh hưởng của biện pháp xử lý bắp cải tím đến khả năng trích ly và độ bền màu anthocyanin

Hàm lượng anthocyanin thu được từ các mẫu nguyên liệu tươi, sấy, lạnh đông và kết hợp sấy với lạnh đông, phần trăm tồn thất anthocyanin của các mẫu trên khi gia nhiệt, giữ ở điều kiện sáng và tối được biểu diễn trên đồ thị Hình 1 và 2.



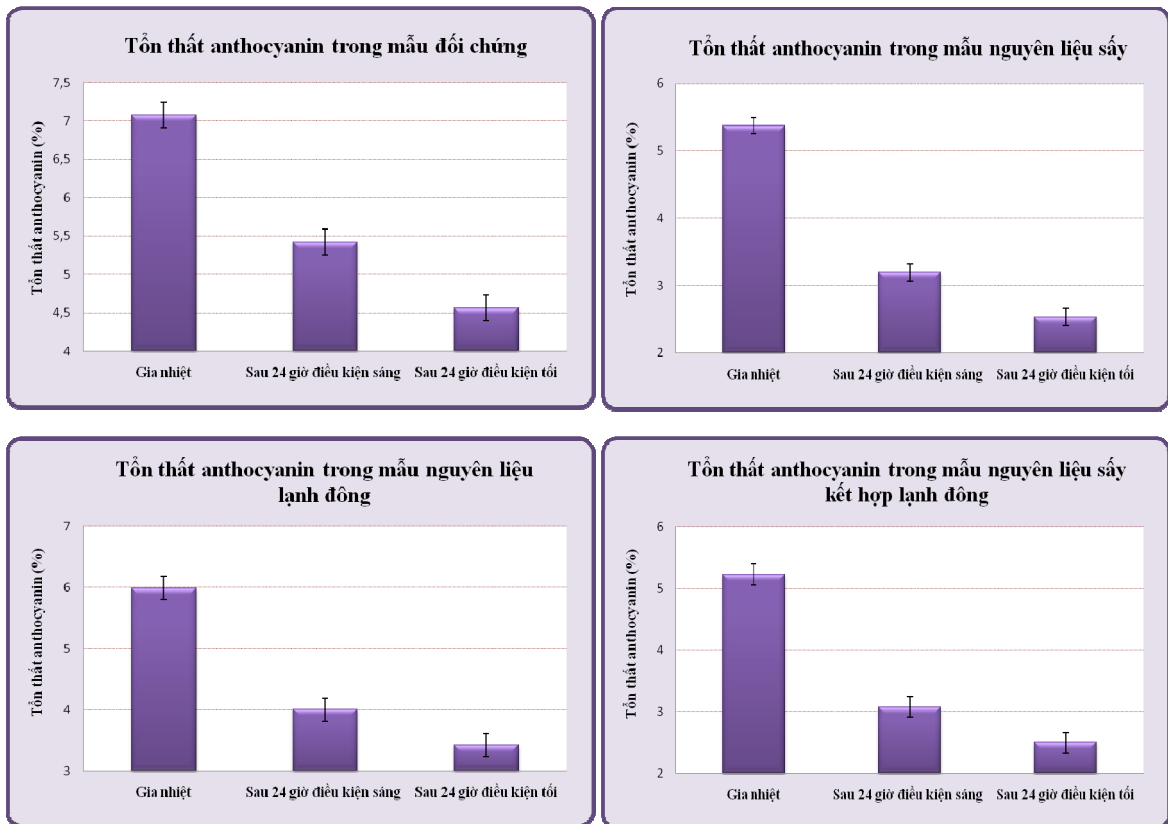
Hình 1: Hàm lượng anthocyanin từ các mẫu nguyên liệu xử lý khác nhau và tồn thất anthocyanin của các mẫu sau quá trình gia nhiệt, giữ ở điều kiện sáng và tối

Thể hiện qua giá trị trung bình và LSD

Đồ thị Hình 1 cho thấy dịch trích từ nguyên liệu sau sấy và sau lạnh đông đều cho hàm lượng anthocyanin tăng khác biệt có ý nghĩa so với hàm lượng anthocyanin trích từ nguyên liệu tươi. Tuy nhiên, anthocyanin trích từ nguyên liệu sấy có giá trị vượt trội so với dịch trích từ nguyên liệu lạnh đông. Đồng thời sự kết hợp quá trình sấy và lạnh đông trên nguyên liệu không làm gia tăng hàm lượng anthocyanin trong dịch trích. Mức độ phá vỡ tế bào và kích thước nguyên liệu là một trong những yếu tố được đánh giá là có ảnh hưởng đến khả năng trích ly (Cacace và Mazza, 2003). Quá trình sấy và quá trình đông lạnh đều gây ra sự phá vỡ cấu trúc tế bào tạo điều kiện cho dung môi và nguyên liệu tiếp xúc tốt hơn, do đó làm tăng khả năng trích ly. Martina *et al.* (2008) đã đưa ra kết luận quá trình lạnh đông cà rốt làm tăng đáng kể khả năng trích ly carotene. Quá trình sấy làm giảm độ ẩm nguyên liệu do đó làm tăng diện tích tiếp xúc của nguyên liệu cũng như làm tăng tỷ lệ dung môi sử dụng với nguyên liệu do đó cho hiệu quả trích ly vượt trội so với quá trình lạnh đông nguyên

liệu. Weiguang và Wetzstein (2011) đã đưa ra kết quả sấy bằng tủ sấy ở 40°C và phơi nắng nguyên liệu thảo mộc đều làm tăng hàm lượng polyphenol trong dịch trích ly so với dịch trích từ thảo mộc tươi. Nhiều nghiên cứu trích ly chất có hoạt tính sinh học từ thực vật đã chọn phương án sấy nguyên liệu trước khi trích ly vì nhiều lý do như làm giảm độ ẩm nguyên liệu (Müller and Heindl, 2006), thuận lợi cho quá trình trích ly (Marur and Sodex, 1995), và bảo quản nguyên liệu cũng như giảm khối lượng cho hệ thống trích ly (Afoakwah *et al.*, 2012), đồng thời cho hiệu suất trích các chất có hoạt tính sinh học cao nhất (Bridi *et al.*, 2006).

Không chỉ cho hàm lượng anthocyanin trong dịch trích cao, nguyên liệu sau sấy còn cho tỷ lệ tồn thất anthocyanin thấp có ý nghĩa khi so sánh với dịch trích từ nguyên liệu tươi và nguyên liệu lạnh đông (Hình 1). Từ kết quả trên biện pháp sấy nguyên liệu trước khi trích ly anthocyanin có nhiều ưu điểm nên tiếp tục khảo sát các yếu tố liên quan đến quá trình sấy nguyên liệu.



Hình 2: Tồn thất anthocyanin khi gia nhiệt, giữ ở điều kiện sáng và tối của dịch trích từ các mẫu nguyên liệu tươi và qua sấy, lạnh đông, sấy kết hợp với lạnh đông

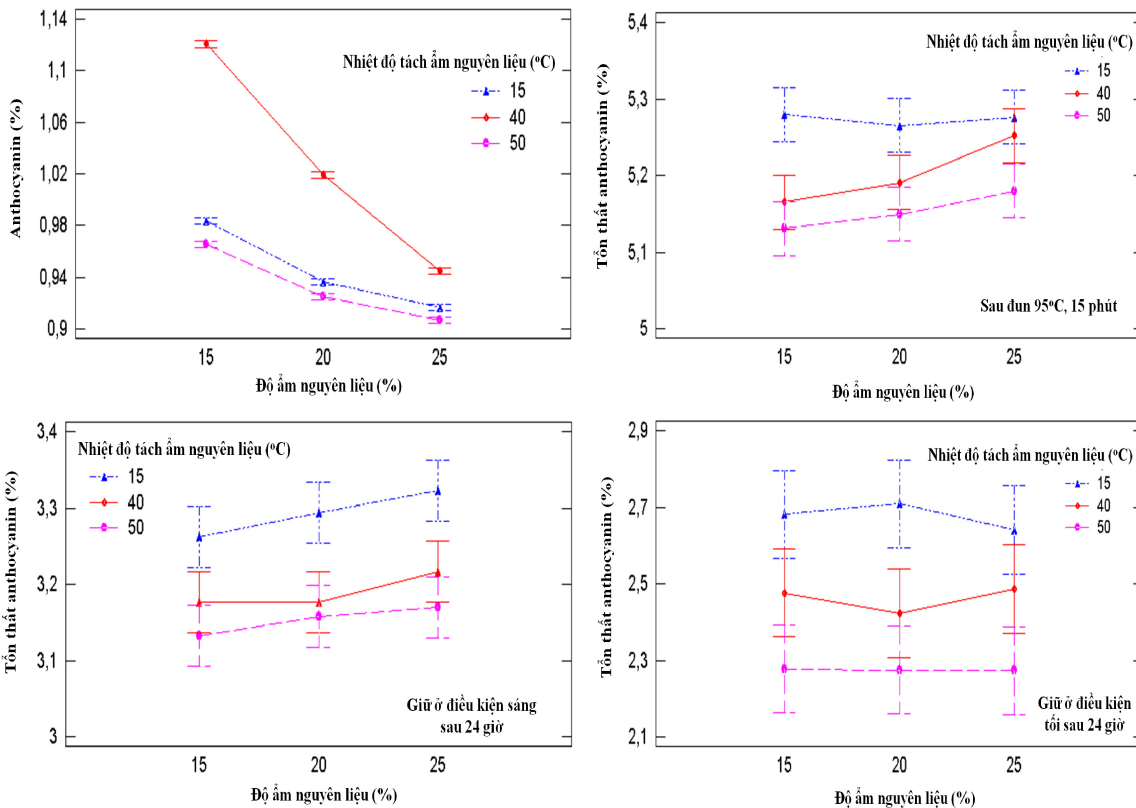
Thể hiện qua giá trị trung bình và LSD

Kết quả từ Hình 2 cho thấy gia nhiệt và bị chiếu sáng gây tổn thất anthocyanin khác biệt ý nghĩa so với giữ ở điều kiện tối. Nhiệt độ và ánh sáng là các nhân tố ảnh hưởng đến sự phân hủy chất màu anthocyanin (Mazza và Minitiati, 1993; Francis, 1989). Nhiệt độ cao gây phân hủy anthocyanin được lý giải do sự thủy phân của cấu trúc glycoside có tác động bảo vệ đối với anthocyanin không ổn định. Nhiệt độ càng cao sự phân hủy anthocyanin càng nhiều (Laleh *et al.*, 2006). Chiếu sáng là nhân tố thúc đẩy sự phân hủy chất màu anthocyanin

(Palamidis và Markakis, 1975). Tuy nhiên, sự phân hủy anthocyanin do chiếu sáng thấp hơn có ý nghĩa so với sự phân hủy do tác động nhiệt độ (Hình 2).

3.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ tách ẩm và độ ẩm nguyên liệu đến khả năng trích ly anthocyanin từ bắp cải tím

Kết quả ảnh hưởng của nhiệt độ tách ẩm và độ ẩm nguyên liệu đến khả năng trích ly và tổn thất chất màu anthocyanin qua các quá trình xử lý như gia nhiệt, giữ ở điều kiện sáng và tối được thể hiện trên đồ thị Hình 3.



Hình 3: Ảnh hưởng của nhiệt độ tách ẩm nguyên liệu, độ ẩm nguyên liệu đến hàm lượng anthocyanin và tổn thất anthocyanin sau đun nóng, giữ ở điều kiện sáng và tối

Thể hiện qua giá trị trung bình và LSD, $p = 0,05$

Nhiệt độ tối thích cho quá trình sấy nguyên liệu cần phải được khảo sát vì quá trình phân hủy của các chất xảy ra ở nhiệt độ cao (Müller và Heindl, 2006). Kết quả từ Hình 3 cho thấy nhiệt độ sấy nguyên liệu 40°C cho hàm lượng anthocyanin trong dịch trích cao khác biệt so với tách ẩm ở nhiệt độ 15 và 50°C. Sự phá vỡ thành và màng tế bào do quá trình sấy có thể đóng vai trò quan trọng trong sự gia tăng hàm lượng polyphenol trong dịch trích (Weiguang và Wetzstein, 2011). Kết quả nghiên cứu của Anwar *et al.* (2013) đã xác định sấy

bông cải bằng tủ sấy với nhiệt độ 40°C cho hàm lượng polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa trong dịch trích cao nhất so với sấy bằng không khí ở 25°C và phơi nắng. Kết quả từ nghiên cứu này trùng khớp với một số kết quả nghiên cứu trước đây đã đưa ra kết luận nhiệt độ sấy nguyên liệu thực vật thích hợp trước khi trích ly các chất có hoạt tính sinh học là 40°C (Weiguang và Wetzstein, 2011; Anwar *et al.*, 2013; Miesan and Mohamed, 2001; Bocco *et al.*, 1998). Katsube *et al.* (2009) kết luận rằng sấy lá dâu ở nhiệt độ dưới

60°C không làm giảm hàm lượng polyphenol trong dịch trích, tuy nhiên sấy với nhiệt độ trên 60°C làm giảm đáng kể hàm lượng polyphenol trong dịch trích. Nhiệt độ tách ẩm nguyên liệu đường như không khác biệt đáng kể khi so sánh tổn thất anthocyanin trong quá trình gia nhiệt và chiếu sáng (Hình 3).

Độ ẩm nguyên liệu sau sấy cũng có ảnh hưởng đến khả năng trích ly anthocyanin. Độ ẩm nguyên liệu thấp (15%) cho hàm lượng anthocyanin trong dịch trích cao nhất và khác biệt có ý nghĩa so với trích nguyên liệu có độ ẩm 20 và 25% (Hình 3). Anthocyanin thuộc nhóm polyphenol có khuynh hướng suy thoái trong nước, nên một lượng nước dư trong nguyên liệu có thể là yếu tố quan trọng cho phép dự đoán khả năng ổn định của sản phẩm sau sấy (Meterc *et al.*, 2007). Độ ẩm nguyên liệu sau sấy đến 15% không chỉ thu được hàm lượng anthocyanin cao trong dịch trích mà còn ít tổn thất anthocyanin trong quá trình gia nhiệt và chiếu sáng khi so với trích từ nguyên liệu có độ ẩm cao hơn (20 và 25%) (Hình 3). Việc giảm độ ẩm nguyên liệu xuống thấp hơn 15% rất khó khăn và phải kéo dài thời gian sấy không mang lại hiệu quả kinh tế.

4 KẾT LUẬN

Biện pháp lạnh đông nguyên liệu có cải thiện khả năng trích ly anthocyanin so với trích từ nguyên liệu tươi nhưng không hiệu quả bằng biện pháp sấy nguyên liệu. Việc kết hợp quá trình sấy và lạnh đông không tác động đáng kể đến khả năng trích anthocyanin so với trích từ nguyên liệu chỉ xử lý bằng biện pháp sấy. Sấy bắp cải tím bằng tủ sấy với nhiệt độ 40°C đến độ ẩm 15% là biện pháp xử lý hiệu quả trong việc trích ly anthocyanin và cho hàm lượng anthocyanin trong bắp cải tím tương ứng là $1,12 \pm 0,002\%$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Anwar F., Kalsoom U., Sultana B., Mushtaq M., Mehmood T. and Arshad H.A. 2013. Effect of drying method and extraction solvent on the total phenolics and antioxidant activity of cauliflower (*Brassica oleracea* L.) extracts. *International Food Research Journal* 20(2): 653-659.
2. Afoakwa A.N., Owusu, J., Adomako, C. & Teye E. 2012. Microwave assisted extraction (MAE) of antioxidant constituents in plant materials. *Global Journal of Bioscience and Biotechnology*. VOL.1 (2) 2012: 132-140 ISSN 2278 – 9103.

3. Baleiras-Couto, M.M., Eiras-Dias, J.E. 2006. Detection and identification of grape varieties in must and wine using nuclear and chloroplast microsatellite markers. *Analytica Chimica Acta*, 563, 283–291.
4. Bocco A., M-E. Cuvelier, H. Richard and C. Berset. 1998. Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. *J. Agric. Food Chem.* 46: 2123-2129.
5. Brasil. 2001. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada nº 34. Aprova o regulamento técnico sobre uso de aditivos alimentares. *Diário Oficial da União, Brasília*.
6. Bridle P.; Timberlake, C. F. 1997. Anthocyanins as natural food colour-selected aspects, *Food Chem.*, 58, 103–109.
7. Bridi T. J., Brijesh, S., Daswani, P. G. 2006. Approaches towards the preclinical tasting and standardization of medicinal plants. The Foundation for Medical Research, Mumbai.
8. Cacace J. E. and Mazza G. 2003. Optimization of extraction of anthocyanins from black currants with aqueous ethanol. *Journal of Food Science* 68: 209-215.
9. Dirby M., Westergaard N., Stapelfeldt H. 2001 Light and heat sensitivity of red cabbage extract in soft drink model systems. *Food Chem.*, 72, 431–437.
10. Eichhorn S., Winterhalter P. 2005 Anthocyanins from pigmented potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties, *Food Research International*, 38, 943–948.
11. Francis F. 1989. Food colourants: Anthocyanin. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 28: 273 – 314.
12. Gabriela STANCIU, Simona LUPȘOR, Constanța SAVA and Sabina ZĂGAN. 2010. Spectrophotometric study on stability of anthocyanins extracts from black grapes skins. *Ovidius University Annals of Chemistry* Volume 21, Number 1, pp. 101-104.
13. Gross J. 1987. *Pigments in Fruits*. London: Academic Press.
14. Giusti M. M. and Wrolstad R. E. 2000. *Characterization and Measurement of Antocyanins by UV-Visible Spectroscopy*, John Wiley & Sons, Inc.
15. Harbone J. B., Grayer R. J. 1988. *The anthocyanins*. In–*The Flavonoids*. Ed. J.B.

- Harborne. London: Chapman and Hall Ltd, pp. 1–20.
16. Hrazdina G.; Iredale H.; Mattick L.R. 1977. Anthocyanin composition of Brassica oleracea cv. Red Danish. *Phytochemistry*, 16(2), 297-299.
 17. Huỳnh Thị Kim Cúc, Phạm Châu Huỳnh, Nguyễn Thị Lan, Trần Khôi Nguyên, 2005. Xác định hàm lượng anthocyanin trong một số nguyên liệu rau quả bằng phương pháp pH vi sai. *Tạp chí Khoa học & Công nghệ, Đại học Đà Nẵng*, số 4(12).
 18. Jackman R.L. Smith J.L. 1992. Anthocyanins and betalains. In: Hendry, G.A.F. and Houghton, J.D. *Natural Food Colorants*. London: Blackie Academic, pp. 183-241.
 19. Jin Dai, and Russell J. Mumper. 2010. Review: Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules* 15, 7313-7352. ISSN 1420-3049.
 20. Katsube T., Tsurunaga Y., Sugiyama M., Furuno T. and Yamasaki Y. 2009. Effect of air-drying temperature on antioxidant capacity and stability of polyphenolic compounds in mulberry (*Morus alba* L.) leaves. *Food Chemistry* 113: 964–969.
 21. Lapornik B., Prosek M., Wondra A.G. 2005. Comparison of extracts prepared from plant byproducts using different solvents and extraction time. *Journal of Food Engineering*, 71 214–222.
 22. Leleh G. H., Frydoonfar H., Heidary R., Jamei R. and Zare S. 2006. The effect of light, temperature, pH and species on stability of anthocyanin pigments in four berberis species. *Pakistan Journal of Nutrition* 5 (1): 90–92, ISSN 1680–5194.
 23. Macz-Pop, G.A., Rivas-Gonzalo, J.C., Pe´rez-Alonso, J.J., Gonza´lez-Parama´s, A.M. 2006. Natural occurrence of free anthocyanin aglycones in beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 94, 448–456.
 24. Manach C., Mazur A., Scalbert A. 2005. Polyphenols and prevention of cardiovascular diseases. *Current Opinion in Lipidology*, v.16, n.1, p.77–84.
 25. Martina Fikselová, Stanislav Šilhár, Ján Marecek and Helena Francákhvá. 2008. Extraction of Carrot (*Daucus carota* L.) Carotenes under Different Conditions. *Czech J. Food Sci.*, 26: 268–274.
 26. Marur C. J., Sodek L. 1995. Microwave drying of plant material for biochemical analysis. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 7(1): 111 – 114.
 27. Mazza G. and E. Minitiati. 1993. Introduction, in *Anthocyanin in fruits, vegetables, and grains* (pp 1 – 28). Boca raton, FL: CRC Press (Chapter 1).
 28. Meterc D., Petermenn N., Weidner E. 2007. Extract of green tea by drying with a high pressure spray process. *Hem. Ind.* 61(5): 222–228.
 29. Miean K. H. and S. Mohamed. 2001. Flavonoid (Myricetin, Quercetin, Kaempferol, Luteolin, and Apigenin) content of edible tropical plants. *J. Agric. Food Chem.* 49: 3106-3112.
 30. Mohr H., Schopfer P. Biosynthetic Metabolism, In: *Plant Physiology*. 1995. pp. 275-284, 4th Ed. Springer, New York.
 31. Montes C., Vicario I.M., Raymundo M., Fett R., Heredia F.J. 2005. Application of tristimulus colorimetry to optimize the extraction of anthocyanins from Jaboticaba (*Myrcia Jaboticaba* Berg. *Food Research International*, 38, 983–988.
 32. Motohashi N., Sakagami H. 2008. Functionality of anthocyanins as alternative medicine. *Top Heterocycl. Chem.*, 15, 1.
 33. Müller J. Heindl A. 2006. Drying of medicinal plants, In: Bogers R. J., Craker L. E., Lange D. (Eds), *Medicinal and Aromatic plants*. Springer, Wageninggen, pp. 237 – 252.
 34. Palamidis N. and Markekis T. 1975. Structure of anthocyanin. *Journal of Food Science* 40: 104.
 35. Puupponen – Pimiã, R. *et al.* 2001. Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *Journal of applied Microbiology*, v. 90, n. 4, p.494–507.
 36. Shipp J., El-Sayed M. Abdel-Aal. 2010. Food applications and physiological effects of anthocyanins as functional food ingredients: *The Open Food Science Journal* 4(7).
 37. Weiguang Yi and Hazel Y. Wetzstein. 2011. Effects of Drying and Extraction Conditions on the Biochemical Activity of Selected Herbs. *Hort Science* 46(1): 70–73.