

ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ XỬ LÝ NHIỆT VÀ MỘT SỐ LOẠI ĐƯỜNG ĐỐI VỚI HÀM LƯỢNG ANTHOCYANIN VÀ TÍNH KHÁNG OXY HÓA CỦA DỊCH DẦU TÂM

Châu Trần Diễm Ái¹, Phan Ngọc Hòa¹,
Nguyễn Thị Quỳnh Lê¹, Nguyễn Ngọc Uyên¹

TÓM TẮT

Hàm lượng anthocyanin trong dịch dầu tâm được khảo sát trong suốt thời gian xử lý nhiệt và ở các chế độ xử lý nhiệt khác nhau nhằm đánh giá tác động của nhiệt độ đến sự thoái hóa anthocyanin. Quá trình biến đổi của hàm lượng anthocyanin bởi nhiệt độ theo thời gian ở chế độ xử lý nhiệt dịch dầu tâm không bổ sung đường là phản ứng bậc nhất, tuân theo phương trình Arrhenius. Khả năng chống oxy hóa của anthocyanin trong dầu tâm bị biến đổi dưới tác dụng của nhiệt độ trong quá trình xử lý nhiệt. Việc bổ sung đường glucose, trehalose, saccharose với hàm lượng 10% vào dịch ép dầu tâm có tác dụng bảo vệ anthocyanin trong dịch dầu tâm, trong đó trehalose có khả năng bảo vệ anthocyanin tốt hơn. Khả năng kháng oxy hóa của dịch dầu tâm giảm khi tăng nhiệt độ xử lý nhiệt. Ở nhiệt độ dưới 70°C, khả năng kháng oxy hóa của dịch dầu tâm giảm theo thời gian tuy nhiên dưới chế độ xử lý nhiệt ở nhiệt độ cao (80°C, 90°C) có sự phục hồi khả năng kháng oxy hóa.

Từ khóa: Anthocyanin, dầu tâm, DPPH, FRAP, kháng oxy hóa, trehalose.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trái dâu tằm là một nguồn nguyên liệu giàu hợp chất phenolic và có khả năng chống oxy hóa cao. Trong đó, anthocyanin là hợp chất phenolic có hàm lượng cao nhất trong trái dâu tằm. Dầu tâm có thể được dùng chế biến thành các loại sản phẩm đa dạng như nước ép dâu tằm, nước ép dâu tằm có đặc, rượu dâu tằm, mứt jam... Trong quá trình chế biến, nhà sản xuất thường áp dụng các quá trình xử lý nhiệt như thanh trùng hay tiệt trùng để tiêu diệt vi sinh vật, tăng thời gian bảo quản cho sản phẩm. Trong khi đó, anthocyanin là một sắc tố có thể bị biến đổi dưới tác dụng của nhiệt độ. Nghiên cứu đã công bố chứng minh nhiệt độ có ảnh hưởng rất lớn đến độ bền của anthocyanin, hàm lượng anthocyanin trong nguyên liệu giảm tùy theo mức độ xử lý nhiệt. Việc cân đối mức độ tiệt trùng và hàm lượng chất dinh dưỡng, chất kháng oxy hóa được nghiên cứu nhằm đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm đồng thời giữ lại các chất dinh dưỡng và các chất có hoạt tính sinh học là cần thiết [1]. Trong nghiên cứu này, sự thay đổi hàm lượng anthocyanin trong dịch dầu tâm và hoạt tính kháng oxy hóa của dầu tâm dưới ảnh hưởng của các chế độ xử lý nhiệt được khảo sát. Đồng thời sự ảnh hưởng của việc bổ sung các loại đường đến quy luật biến đổi của hàm lượng anthocyanin được khảo sát.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Dầu tâm (*Morus alba* L) được thu hoạch từ vườn ở Lâm Đồng và vận chuyển về phòng thí nghiệm. Dầu tâm tươi được xử lý làm sạch được phân phối vào các bao bì nhựa chịu nhiệt lạnh và được cấp đông ở -20°C. Nguyên liệu được rã đông trong không khí tự nhiên và được ép tách bã, thu dịch dầu tâm trước khi thí nghiệm. Các hóa chất phân tích được sử dụng trong nghiên cứu đạt tiêu chuẩn phân tích. Đường trehalose được cung cấp bởi Công ty Nagase, Nhật Bản.

Quá trình xử lý nhiệt cho dịch dầu tâm: dịch dầu tâm sau khi ép được phối trộn theo các loại đường trehalose, glucose, sucrose với nồng độ 0%, 10%, sau đó được phân phối vào các ống nghiệm với đường kính trong 18 mm, chiều dày ống nghiệm 1 mm, nhiệt độ tại tâm dung dịch được xác định và theo dõi bằng đầu đo nhiệt độ loại T. Điều kiện truyền nhiệt được xem là ổn định.

Hoạt tính kháng oxy hóa của dịch dầu tâm được phân tích bằng hai phương pháp DPPH và FRAP [2], [3]. Anthocyanin định lượng và được chuyển đổi thành đương lượng cyanidin-3-glucoside xác định theo phương pháp pH vi sai.

Quá trình biến đổi hàm lượng của anthocyanin thông thường được biểu diễn bởi phương trình phân ứng bậc 1 [4]:

$$C = C_0 \times \exp(\pm k_1 \times t) \quad (2)$$

Trong đó: C là hàm lượng anthocyanin (VTM C) tại thời điểm khảo sát; C₀: hàm lượng anthocyanin

¹ Trường Đại học Bách khoa – Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh

(VTM C) tại thời điểm $t = 0$; k_p : hằng số tốc độ phản ứng bậc 1.

Nhiệt độ ảnh hưởng đến tốc độ suy thoái của anthocyanin được thể hiện bằng phương trình động học Arrhenius:

$$\ln k = \ln A_0 - E_a/RT \quad (3)$$

Trong đó: k : hằng số tốc độ phản ứng (min^{-1}) tìm được ở phương trình 1; A_0 : hằng số; R : hằng số khí lý tưởng ($8,314 \text{ J/mol.K}$); T : nhiệt độ phản ứng (K); E_a : năng lượng phản ứng. (kJ/mol).

Vitamin C (ascorbic acid) trong dịch dầu tằm được phân tích sử dụng phản ứng với molybdophosphoric acid tạo phức chất phosphomolybdenum. Kết quả đưa ra dưới dạng mg/L .

Phương pháp xử lý số liệu: Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần và kết quả là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại. Việc đánh giá sự khác biệt giữa các mẫu thí nghiệm được thực hiện bằng phương pháp thống kê ANOVA (Analysis Of Variance) ($\alpha = 0,05$) bởi phần mềm Statgraphic Centution 18 - X64. Các phép tính toán được tiến hành trên phần mềm Microsoft Excel phiên bản 2013.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Thành phần hóa học và đặc tính hóa lý của dịch dầu tằm nguyên liệu

Bảng 1. Đặc tính hóa lý của dịch ép trái dâu tằm

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Nồng độ chất khô	%	$8,533 \pm 0,19$
pH		$3,67 \pm 0,03$
Hàm lượng đường tổng	g/L	$68,78 \pm 1,31$
Hàm lượng đường khử	g/L	$63,108 \pm 1,61$
Hàm lượng acid ascorbic	mg/L	$369 \pm 1,20$
Hàm lượng anthocyanin tổng	mg/L	$569,24 \pm 7,43$
Khả năng kháng oxy hóa theo FRAP	$\mu\text{mol TEAC/g}$	$36,76 \pm 2,37$
Khả năng kháng oxy hóa theo DPPH	$\mu\text{mol TEAC/g}$	$48,81 \pm 4,72$

Đặc trưng hóa lý của dịch dầu tằm nguyên liệu được khảo sát trước khi tiến hành các thí nghiệm xử lý nhiệt. Kết quả được trình bày ở bảng 1 cho thấy, nồng độ chất khô của dịch dầu tằm khoảng 8,5% thấp hơn với các nghiên cứu trước trên quả dâu tằm tươi. Nồng độ chất khô của dầu tằm trắng (*M. alba*) được báo cáo vào khoảng 29,5% [5] và 18,8% [6]. Giá trị pH của các loại quả mọng nhỏ như mâm xôi, dâu tây và

Việt quất được báo cáo vào khoảng 2,65 - 4 [5]. Giá trị pH của dịch dầu tằm nghiên cứu đo được vào khoảng 3,67 nằm trong khoảng giá trị trên và tương đồng với kết quả của Imrao Khan và cộng sự trên dầu tằm trắng là 3,35 [6]. Hàm lượng đường tổng và hàm lượng đường khử của dịch dầu tằm nằm trong khoảng giá trị đường tổng của các loại quả mọng là 3,88 - 14,15% và khoảng giá trị đường khử là 3,88 - 10,47%, thấp hơn so với dầu tằm đen có hàm lượng đường tổng 127,18 g/kg và đường khử là 12,45 g/kg [7].

Hàm lượng acid ascorbic của mẫu nằm trong khoảng giá trị vitamin C của quả mọng và cao hơn so với kết quả nghiên cứu của Escrisli và Orhan (2007) trên dầu tằm trắng là 224 mg/L [5]. Hàm lượng anthocyanin tổng thu được là 569,24 mg/L cao hơn so với hàm lượng anthocyanin tổng của dầu tằm đỏ (*M. rubra*) là 193,85 mg/kg [7]. Giá trị hàm lượng acid ascorbic và hàm lượng anthocyanin tổng cho thấy dầu tằm là một nguồn giàu các chất chống oxy hóa tự nhiên. Sự khác nhau về các giá trị khảo sát so với các nghiên cứu trước có thể do các yếu tố như giống, loài, tình trạng môi trường và điều kiện chăm sóc trong quá trình cây phát triển.

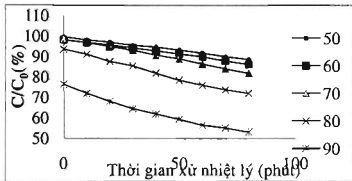
3.2. Khả năng kháng oxy hóa của dịch dầu tằm

Khả năng chống oxy hóa của mẫu được xác định theo hai phương pháp FRAP - định lượng hoạt tính chống oxy hóa dựa trên khả năng cho điện tử của chất chống oxy hóa và phương pháp DPPH - định lượng hoạt tính chống oxy hóa dựa trên khả năng quét gốc tự do. Khả năng chống oxy hóa của dịch dầu tằm theo phương pháp FRAP là 36,76 $\mu\text{mol TEAC/g}$, gần như tương đồng với nghiên cứu trên dầu tằm tím là 33,9 $\mu\text{mol TEAC/g}$ [7]. Khả năng chống oxy hóa xác định theo phương pháp DPPH là khoảng 48,81 $\mu\text{mol TEAC/g}$, cao hơn so với phương pháp FRAP. Các nghiên cứu về khả năng chống oxy hóa đối với dầu tằm đỏ và dầu tằm đen bằng hai phương pháp DPPH và FRAP cũng thu được kết quả của phương pháp DPPH cao hơn [5]. Các hợp chất phenolic đóng vai trò chính trong việc tạo nên hoạt tính chống oxy hóa tốt cho dịch dầu tằm. Chúng có khuynh hướng chuyển electron hoặc nguyên tử hydrogen cho gốc tự do. Các hợp chất phenolic bao gồm flavonoid, chẳng hạn như anthocyanins (tức là cyanidin glucosides và pelargonidin glucosides), flavonols (quercetin, kaempferol, myricetin), flavanols (catechins và epicatechin) [8]. Trong đó, đối với dầu tằm anthocyanin đóng vai trò quan trọng

trong các hợp chất phenolic. Ngoài ra, acid ascorbic cũng có thể là một chất chống oxy hóa mạnh khi tồn tại với một lượng đáng kể trong quả tươi. Acid ascorbic là vitamin hòa tan trong nước với các tính khử tốt, được biết đến bởi hoạt tính chống oxy hóa cao nhờ sự trung hòa các gốc tự do và các dạng oxy hoạt động khác [8].

3.3. Ảnh hưởng của quá trình gia nhiệt đến hàm lượng anthocyanin tổng trong dịch ép dầu tầm không bổ sung đường

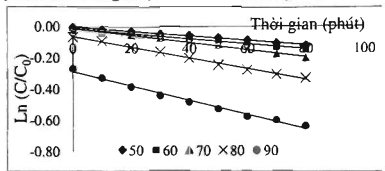
Mẫu dịch ép dầu tầm sau khi xử lý nhiệt được đem đi xác định hàm lượng anthocyanin tổng theo phương pháp pH vi sai. Nhìn chung, việc gia nhiệt dịch ép dầu tầm không bổ sung đường làm hàm lượng anthocyanin tổng giảm dần khi tăng nhiệt độ và thời gian gia nhiệt. Nhiệt độ tăng càng cao, hàm lượng anthocyanin tổng giảm càng mạnh. Hình 1 cho thấy ở nhiệt độ 50°C, 60°C và 70°C sau khi gia nhiệt trong vòng 80 phút thì hàm lượng anthocyanin tổng giảm lần lượt so với mẫu ban đầu là 11,68%, 13,97% và 18,35%. Khi tăng nhiệt độ lên 80°C và 90°C, độ giảm tăng mạnh hơn ở 80°C giảm 28,11%, và ở 90°C giảm 47,07%. Ở 90°C, đường biểu diễn hàm lượng anthocyanin có độ dốc cao hơn các nhiệt độ khác thể hiện sự suy thoái nhiệt của anthocyanin tăng mạnh.



Hình 1. Sự thay đổi hàm lượng anthocyanin của dịch dầu tầm không bổ sung đường trong quá trình xử lý nhiệt

Sự suy giảm hàm lượng anthocyanin tổng chủ yếu là do quá trình oxy hóa, sự phân tách các liên kết cộng hóa trị hoặc do các phản ứng oxy hóa tăng thêm trong quá trình xử lý nhiệt. Sự suy thoái nhiệt của anthocyanin có thể dẫn đến nhiều kết quả khác nhau tùy thuộc vào bản chất và độ khác nghiệt của chế độ xử lý nhiệt. Sự suy giảm anthocyanin cũng có liên quan đến cấu trúc và sự hiện diện của các hợp chất hữu cơ. Tốc độ suy giảm của anthocyanin tăng trong quá trình chế biến và bảo quản khi nhiệt độ tăng [9]. Kết quả thí nghiệm có sự tương đồng với các nghiên cứu trước đây. Theo một nghiên cứu của

Kara S. và Ercelebi E (2013) [11], hàm lượng anthocyanin tổng của nước dầu tầm cô đặc cũng giảm dần khi tăng nhiệt độ và thời gian xử lý nhiệt.



Hình 2. Sự thay đổi hàm lượng anthocyanin của dịch dầu tầm không bổ sung đường khi xử lý nhiệt theo Arrhenius

Việc nghiên cứu sự biến đổi của hàm lượng anthocyanin tổng trên nước dầu tây cũng cho thấy có sự biến đổi tương tự. Trong khi đó, việc sử dụng tia gamma để chiếu xạ tiệt trùng trong khoảng liều từ 0 đến 10 kGy, tốc độ 1,43 kGy/giờ sử dụng thiết bị chiếu xạ Gamma cell-220 làm cho hàm lượng anthocyanin trong dịch quả giảm đi đáng kể. Hàm lượng anthocyanin trong dịch quả giảm khi tăng liều chiếu xạ, cụ thể, liều chiếu xạ 0,5 và 10 kGy làm giảm lần lượt là 20% và 90%. Đồng thời liều chiếu xạ 2 kGy đủ vô hoạt vi sinh vật nhưng làm mất đi 43,5% lượng anthocyanin [11].

Hình 2 cho thấy sự suy giảm anthocyanin trong quá trình xử lý nhiệt của dịch dầu tầm không bổ sung đường tuân theo phản ứng bậc nhất, các phương trình tìm được đều có hệ số tương quan $R^2 \geq 0,95$. Các nghiên cứu về sự suy giảm hàm lượng anthocyanin tổng trong quá trình xử lý nhiệt đối với nước dầu tây [11], nước cherry cô đặc [12], nước quả mâm xôi (Wang và Xu, 2007); nước dầu tầm cô đặc 43°Brix [10] đều đưa ra quy luật biến đổi hàm lượng anthocyanin là tuân theo phương trình bậc nhất với hệ số bậc phản ứng như trong bảng 2.

Bảng 2. Các giá trị k, $t_{1/2}$ và E_a của dịch dầu tầm không bổ sung đường

Nhiệt độ (°C)	k (phút ⁻¹)	$t_{1/2}$ (giờ)	E_a (kJ/mol)
50	0,0014	8,252	45,846
60	0,0019	6,080	
70	0,0027	4,279	
80	0,0047	2,458	
90	0,0095	1,216	

Với k: hằng số tốc độ phản ứng; $t_{1/2}$: thời gian hàm lượng anthocyanin giảm đi một nửa; E_a : Năng lượng phản ứng

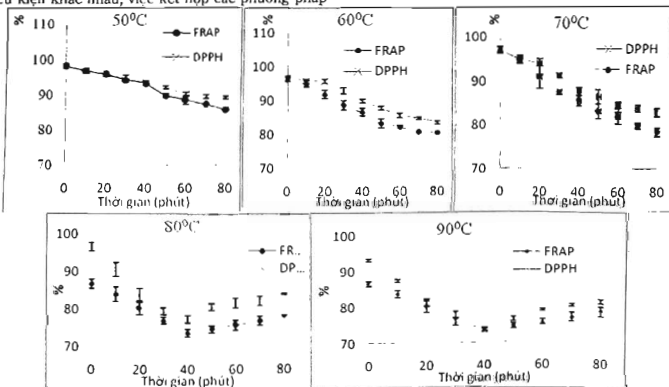
Bảng 2 cho thấy giá trị $t_{1/2}$ đối với sự suy giảm anthocyanin ở 50°C, 60°C, 70°C, 80°C lần lượt là khoảng 8,2; 6,1; 4,3; 2,5 giờ và ở 90°C chỉ còn khoảng 1,2 giờ. Như vậy, có thể thấy khi nhiệt độ tăng giá trị $t_{1/2}$ giảm dần cho thấy tốc độ phản ứng phân hủy diễn ra càng nhanh phù hợp với việc giá trị hằng số tốc độ phản ứng k tăng. Theo một số nghiên cứu trước, năng lượng hoạt hóa phản ứng của nước đầu tằm có đặc ở 60°C, 70°C và 80°C là $E_a = 46,32$ kJ/mol (Kara và Erçelebi, 2013) tương tự với kết quả nghiên cứu thu được và đối với nước ép quả mâm xôi 8,9^o Brix là $E_a = 58, 95$ kJ/mol [13]. Giá trị năng lượng phản ứng khác nhau có thể do sự khác nhau về nồng độ chất hòa tan [12] và sự thay đổi thành phần trong mẫu trong quá trình xử lý [14].

3.4. Sự thay đổi khả năng kháng oxy hóa của dịch đầu tằm không bổ sung đường trong quá trình xử lý nhiệt

Các chất chống oxy hoá có các tính chất hóa lý khác nhau, vì chúng có thể hoạt động theo các cơ chế khác nhau trong các phương pháp phân tích và điều kiện khác nhau, việc kết hợp các phương pháp

phân tích sẽ cho một kết quả mô tả khả năng kháng oxy hóa tốt hơn. Trong nghiên cứu này, khả năng kháng oxy hóa của dịch đầu tằm dưới tác động của các chế độ xử lý nhiệt khác nhau được khảo sát bằng hai phương pháp FRAP và DPPH. Kết quả được thể hiện ở hình 3 cho thấy, ở các nhiệt độ 50°C, 60°C và 70°C sự thay đổi hàm lượng anthocyanin có sự tương quan dương và tương quan mạnh với cả hai phương pháp xác định hoạt tính chống oxy hóa DPPH và FRAP ($r > 0,98$; $p < 0,05$). Ở 80°C và 90°C, hệ số tương quan giảm đối với cả hai phương pháp ($r = 0,6 - 0,8$; $p < 0,05$). Bảng 3 cho thấy hệ số tương quan của phương pháp FRAP và hàm lượng anthocyanin tổng cao hơn so với phương pháp DPPH ở các nhiệt độ.

Kết quả phân tích bằng hai phương pháp DPPH và FRAP cũng có sự tương quan mạnh ($r > 0,94$; $p < 0,05$). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước đây [15] xác định khả năng chống oxy hoá của nước trái cây bằng hai phương pháp DPPH và FRAP ($r = 0,922$).



a-b: các giá trị có ký tự khác nhau tại cùng một thời điểm thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Hình 3. Sự biến đổi của hoạt tính chống oxy hóa của dịch đầu tằm ép qua quá trình xử lý nhiệt theo hai phương pháp DPPH và FRAP

Hoạt tính chống oxy hóa được xác định bằng phương pháp FRAP có xu hướng giảm nhanh hơn so với phương pháp DPPH. Ở các nhiệt độ 50°C và 60°C, sự khác biệt giữa hai phương pháp là không đáng kể ở khoảng thời gian từ 0 đến 40 phút. Ở 70°C, từ 0 đến

20 phút, hai phương pháp cho giá trị xấp xỉ nhau. Ở nhiệt độ cao hơn và thời gian xử lý nhiệt dài hơn, thì khả năng chống oxy hóa của mẫu theo phương pháp FRAP giảm nhiều hơn. Sự khác nhau giữa hai

phương pháp là do độ nhạy khác nhau của các phương pháp phân tích đối với thành phần của mẫu.

Ở 80°C và 90°C, hoạt tính chống oxy hóa của dịch ép đầu tầm không biến đổi theo quy luật ở các nhiệt độ 50°C, 60°C và 70°C. Hoạt tính chống oxy hóa giảm dần trong thời gian xử lý nhiệt ở 40 phút. Sau 50 phút xử lý nhiệt hoạt tính chống oxy hóa lại có xu hướng tăng trở lại. Sau 80 phút xử lý nhiệt, khả năng bắt gốc tự do còn lại so với ban đầu lần lượt ở 80°C và 90°C là khoảng 83,983% và 81,182%; cao hơn so với giá trị ở 40 phút. Việc giảm hoạt tính chống oxy hóa của dịch ép đầu tầm sau quá trình xử lý nhiệt có thể được giải thích bởi sự giảm các hợp chất có khả năng chống oxy hóa ban đầu như các hợp chất phenolic mà anthocyanin chiếm phần lớn, acid ascorbic [1]. Việc tăng hoặc duy trì hoạt động chống oxy hóa sau 40 phút xử lý nhiệt có thể là do có sự hình thành các hợp chất mới có khả năng chống oxy hóa, mặc dù hàm lượng các chất chống oxy hóa tự nhiên ban đầu giảm đáng kể do xử lý nhiệt. Qua quá trình xử lý nhiệt kéo dài, sự giảm hoạt tính chống oxy hóa có thể được phục hồi thậm chí là tăng do sự hình thành các hợp chất MRPs có hoạt tính chống oxy hóa mạnh. Tuy nhiên, chỉ khi quá trình xử lý nhiệt ở nhiệt độ cao được áp dụng, sự phục hồi khả năng chống oxy hóa mới xảy ra trong một khoảng thời gian. Hoạt động chống oxy hóa của MRPs chủ yếu là do các hợp chất cao phân tử có màu nâu, được hình thành trong giai đoạn tiến triển của phản ứng. Sự hình thành các hợp chất MRPs phụ thuộc vào cường độ và thời gian xử lý nhiệt [16], [17].

Bảng 3. Hệ số tương quan giữa hàm lượng anthocyanin tổng và hai phương pháp, hệ số tương quan giữa hai phương pháp DPPH và FRAP

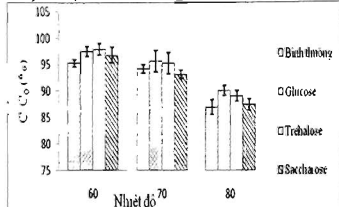
Nhiệt độ (°C)	TAN x AA (DPPH)	TAN x AA (FRAP)	DPPH x FRAP
50	0,988	0,990	0,992
60	0,980	0,986	0,978
70	0,980	0,995	0,994
80	0,624	0,753	0,943
90	0,663	0,778	0,965

TAN x AN: Hàm lượng anthocyanin tổng x hoạt tính chống oxy hóa

3.5. Ảnh hưởng của việc bổ sung đường đến hàm lượng anthocyanin của dịch ép đầu tầm trong quá trình gia nhiệt

Mẫu dịch ép đầu tầm bổ sung các loại đường sau khi thanh trùng ở các chế độ sẽ được xác định hàm

lượng anthocyanin tổng theo phương pháp pH vi sai. Kết quả được thể hiện trong hình 4.



Hình 4. Sự thay đổi hàm lượng anthocyanin của dịch ép đầu tầm bổ sung đường trong xử lý nhiệt

Sau khi thanh trùng các dịch ép đầu tầm bổ sung đường hàm lượng anthocyanin tổng cũng có sự suy giảm (< 100%). Tuy nhiên, sự suy giảm ở các dịch ép đầu tầm có bổ sung đường là thấp hơn so với mẫu không bổ sung đường. Cả ba loại đường glucose, trehalose và saccharose đều có khả năng hạn chế sự suy giảm hàm lượng anthocyanin. Bảo vệ vòng flavylum khỏi sự tấn công của nước là giải pháp cần thiết để duy trì cường độ màu. Đường có khả năng giảm hoạt độ nước và các phân tử đường có thể liên kết hiệu quả với nước, bằng cách đó đường có thể bảo vệ anthocyanin khỏi sự tấn công của các phân tử nước và tăng sự ổn định của anthocyanin [18]. Hình 4 cho thấy hiệu quả bảo vệ anthocyanin giữa các loại đường khác nhau là khác nhau. Các mẫu bổ sung đường glucose và trehalose ở các nhiệt độ đều có hàm lượng anthocyanin cao hơn so với mẫu bổ sung đường saccharose. Đối với đường saccharose, ở 60°C mẫu bổ sung đường có hàm lượng anthocyanin còn lại là 96,44% cao hơn so với mẫu không bổ sung đường (95,33%), tuy nhiên ở 70°C và 80°C thì không có sự khác biệt đáng kể giữa mẫu không bổ sung đường và mẫu bổ sung đường. Đối với mẫu bổ sung đường glucose và trehalose thì ở 60°C, mẫu bổ sung đường trehalose có hàm lượng anthocyanin cao hơn so với mẫu bổ sung glucose, còn ở 70°C và 80°C thì cho kết quả ngược lại. Kết quả thu được có sự tương đồng với nghiên cứu của Kopjar và Pilizota [18] khi bổ sung 10% đường vào nước ép quả mâm xôi đen. Kết quả nghiên cứu trên nước ép mâm xôi đen cho thấy cả ba loại đường glucose, trehalose và saccharose đều có khả năng bảo vệ anthocyanin khỏi tác dụng của nhiệt độ. Cả ba loại đường ở 50°C đều giúp tăng sự ổn định của anthocyanin. Tuy nhiên, ở

70°C và ở 90°C chỉ có trehalose và glucose có tác dụng bảo vệ anthocyanin [18]. Các phân tử đường có khả năng liên kết bảo vệ trên bề mặt cấu trúc phân tử do chúng có khả năng hình thành liên kết hydro còn gọi là "giả thuyết thay thế nước". Trong hai loại disaccharide được sử dụng thì trehalose có khả năng bảo vệ anthocyanin tốt hơn. Trehalose có năng lượng tự do thấp để kích hoạt liên kết glycosidic nên cấu trúc trehalose rất ổn định khi thủy phân so với saccharose [19]. Không như các disaccharides khác, trehalose không có liên kết hydro nội phân tử trực tiếp, cả bốn liên kết nội đều được liên kết thông qua hai phân tử nước, tạo thành một phân tử cấu trúc dihydrate. Sự sắp xếp đó tạo cho phân tử có một sự linh động đặc biệt xung quanh các liên kết disaccharide cho phép chúng có thể liên kết chặt chẽ hơn với các bề mặt không đều của các đại phân tử so với các disaccharide khác [20]. Trehalose có tác dụng vượt trội trong việc phá hủy mạng lưới các phân tử nước và làm chậm sự tấn công của nó [21]. Ngoài ra, 5-hydroxy methyl furfural (HMF) là một sản phẩm thoái hóa của phản ứng Maillard và caramel. HMF tồn tại ở mức độ cao có thể ảnh hưởng đến sự ổn định của anthocyanin, điều đó cũng có thể giải thích cho việc bổ sung trehalose và glucose làm tăng tính ổn định của anthocyanin. Nghiên cứu của Sadilova Stutzing và cs. (2019) [22] cho thấy mẫu bổ sung glucose có hàm lượng HMF thấp nhất.

4. KẾT LUẬN

Dịch quả dâu tằm có hàm lượng anthocyanin, hàm lượng vitamin C và khả năng kháng oxy hóa cao. Các chế độ xử lý nhiệt khác nhau ảnh hưởng không đồng bộ đến khả năng kháng oxy hóa của dịch dâu tằm. Quá trình thanh trùng nhiệt làm giảm hàm lượng anthocyanin trong dịch dâu tằm theo phương trình bậc một Arrhenius, từ đó cho phép dự đoán hàm lượng anthocyanin trong quá trình xử lý nhiệt nhằm mục đích thanh trùng. Các loại đường trehalose, glucose và saccharose có khả năng bảo vệ anthocyanin ở mức độ khác nhau. Kết quả nghiên cứu có thể là bước khởi đầu cho các nghiên cứu về ảnh hưởng của nồng độ các loại đường đến hàm lượng anthocyanin trong dịch dâu tằm nhằm tạo cơ sở khoa học cho các quá trình tiệt trùng và thanh trùng trong thực tế sản xuất cũng như các công bố chất lượng. Ảnh hưởng của nồng độ các loại đường và nồng độ chất khô của dịch quả được kiến nghị trong các nghiên cứu kế tiếp. Ngoài ra, việc nghiên cứu khả năng bảo vệ anthocyanin của các loại đường

cũng được đề nghị triển khai cho các phương pháp tiệt trùng khác như chiếu xạ...

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này thể hiện một số kết quả của đề tài nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ đề tài mã số C2017-2037.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Arancibia-Avila, P., et al. (2012) The influence of different time durations of thermal processing on berries quality. *Food Control* 26(2): 587-593.
2. Brand-Williams, W., et al. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology* 28(1). 25-30.
3. Benzie, I. F. and J. J. Strain (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry* 239(1): 70-76.
4. Ranu Paul, U. G. (2012). Effect of Thermal Treatment on Ascorbic acid content of pomegranate Juice, *Indian Journal of Biotechnology* (2012), 11: 5.
5. Ercisli, S. and E. Orhan (2007). Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chemistry* 103(4): 1380-1384.
6. Imran, M., et al. (2010). Chemical composition and antioxidant activity of certain *Morus* species. *Journal of Zhejiang University-Science B* 11(12): 973-980.
7. Koca, I., et al. (2008). Chemical composition, antioxidant activity and anthocyanin profiles of purple mulberry (*Morus rubra*) fruits. *Journal of Food Agriculture and Environment* 6(2): 39.
8. Skrovankova, S., et al. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International journal of molecular sciences* 16(10): 24673-24706.
9. Patras, A., et al. (2010). Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science & Technology* 21(1): 3-11.
10. H. Alghourchi (2008). Effect of gamma irradiation on the stability of anthocyanin and shelf-life of various pomegranate juices. *Food Chemistry* 110 (2008) 1036-1040.
11. Kara, Ş. and E. A. Erçelebi (2003). Thermal degradation kinetics of anthocyanin and colour of Urmu mulberry (*Morus nigra* L.). *Journal of Food Engineering* 116(2): 541-547.

12. Verbeyst, L., *et al.* (2010). Kinetic study on the thermal and pressure degradation of anthocyanin in strawberries. *Food Chemistry* 123(2): 269-274.

13. Cemeroglu, B., *et al.* (1994). Degradation kinetics of anthocyanin in sour cherry juice and concentrate. *Journal of Food Science* 59(6): 1216-1218.

14. Wang, W.-D. and S.-Y. Xu (2007). Degradation kinetics of anthocyanin in blackberry juice and concentrate. *Journal of Food Engineering* 82(3): 271-275.

15. Kirca, A. *et al.* (2007). Effects of temperature, solid content and pH on the stability of black carrot anthocyanin. *Food Chemistry* 101(1): 212-218.

16. Nayak, B. *et al.* (2015). Effect of processing on phenolic antioxidants of fruits, vegetables, and grains—A review. *Critical reviews in food science and nutrition* 55(7): 887-918.

17. Majid Nooshkam, 2019. The Maillard reaction products as food-born antioxidant and antibrowning agents in model and real food systems. *Food Chemistry*, 275: 644-660.

18. Pyo, Y.-H. *et al.* (2014). Comparison of the effects of blending and juicing on the phytochemicals

contents and antioxidant capacity of typical Korean kernel fruit juices. *Preventive nutrition and food science* 19(2): 108.

19. Kopjar, M. and V. Piližota (2011). Prevention of thermal degradation of anthocyanin in blackberry juice with addition of different sugars. *Prevencción de degradación termal de antocianinas en zumo de mora con adición de diferentes azúcares*. *CyTA-Journal of Food* 9(3): 20. Colaco, C. and B. Roser (1994). Trehalose—a multifunctional additive for food preservation. *Food packaging and preservation*, Springer: 123-140.

21. Bordat, P. *et al.* (2004). Comparative study of trehalose, sucrose and maltose in water solutions by molecular modelling. *EPL (Europhysics Letters)* 65(1): 41.

22. Sadilova, E. *et al.* (2009). Matrix dependent impact of sugar and ascorbic acid addition on color and anthocyanin stability of black carrot, elderberry and strawberry single strength and from concentrate juices upon thermal treatment. *Food Research International* 42(8): 1023-1033.

EFFECTS OF THE PRESENCE OF SOME SUGARS ON THE DEGRADATION OF ANTHOCYANIN AND ANTIOXIDATION CAPACITY IN MULBERRY JUICE IN HEAT TREATMENT

Chau Tran Diem Ai¹, Phan Ngoc Hoa¹,

Nguyen Thi Quynh Le¹, Nguyen Ngoc Uyen¹

¹Hochiminh University of Technology (HCMUT)

Summary

Total anthocyanin content in mulberry fluid was investigated during the heat treatment period and in different heat treatment regimes to assess the impact of temperature on anthocyanin degradation. Amount of anthocyanin in the mulberry juice without adding sugar decreased over time under heat treatment. These reduction showed a first order reaction as in Arrhenius's law. The antioxidant capacity of mulberry juice changed during the heat treatment. The addition of sugar either glucose, or trehalose or saccharose at 10% into mulberry juice showed protective effect on anthocyanin in mulberry juice, in which, trehalose had a better protection. The antioxidant capacity of mulberry juice decreased when temperature increased. At temperatures below 70°C, the antioxidant capacity of mulberry juice decreased over time, but the high heat treatment (80°C, 90°C) showed a restoration of antioxidant capacity.

Keywords: *Anthocyanin, mulberry, DPPH, FRAP, antioxidant capacity, trehalose.*

Người phân biện: GS.TS. Nguyễn Công Khẩn

Ngày nhận bài: 4/11/2019

Ngày thông qua phân biện: 4/12/2019

Ngày duyệt đăng: 11/12/2019