



ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN CHẦN (CÀ RỐT) VÀ TỐI ƯU HÓA THÀNH PHẦN NGUYÊN LIỆU (CÀ RỐT - TÁO - DƯA LEO) CHO QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN NƯỚC ÉP HỖN HỢP

Nguyễn Minh Thủy^{1*}, Lê Thị Mỹ Nhân¹ và Đặng Hoàng Toàn²

¹Sinh viên ngành Công nghệ thực phẩm Khoá 40, Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm bài viết: Nguyễn Minh Thủy (email: nmthuy@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 21/05/2018

Ngày nhận bài sửa: 09/06/2018

Ngày duyệt đăng: 03/08/2018

Title:

Effects of blanching conditions and optimization of raw materials in the mixed juice (carrot-apple-cucumber) processing

Từ khóa:

β -carotene, cà rốt, chần, dưa leo, hoạt tính chống oxy hóa, nước ép hỗn hợp, polyphenol, táo, tối ưu hóa, vitamin C

Keywords:

Apples, bioactive compounds, β -carotene, carrots, cucumbers, polyphenol, mixed juice, optimization, vitamin C

ABSTRACT

Mixed juice, including carrots, apples and cucumbers is considered a nutritious drink to remove toxins from the body. In this study, the effect of carrot blanching (steam and microwave) for 2, 4, 6 and 8 minutes on the bioactive compounds and antioxidant activity was evaluated. Box-Behnken experimental design for response surface methodology was applied to optimize the ingredients' components at variable ratios (carrots 60÷80%, apples 10÷30% and cucumber 10÷30%). The content of bioactive compounds (β -carotene, polyphenols, vitamin C) and anti-oxidant activity of the product was analyzed. The most effective blanching treatment was 4 min by steam water at 100°C. At this time-temperature combination, the content of β -carotene, polyphenol, vitamin C were found to be 2.21 μ g/mL, 145.62 mgGAE/L, 10.84 mg%, respectively and high antioxidant activity (DPPH 46.25%), whereas the content of these compounds in carrots was lower when immunized with microwave (β -carotene 1.77 μ g/mL, polyphenol 128.32 mg/L, vitamin C 14.21 mg% and anti-oxidant activity 32.97%). The optimum ratio of carrots-apples-cucumbers obtained in the mixed juice product from the applied surface-response analysis was 60-26.8-10 (% w/w). Optimized parameters were verified.

TÓM TẮT

Nước ép cà rốt, hỗn hợp với táo và dưa leo, được xem là nước uống bổ dưỡng loại bỏ độc tố và thanh lọc cơ thể. Nghiên cứu này khảo sát ảnh hưởng của phương thức chần cà rốt (hơi nước nóng và microwave) trong thời gian 2, 4, 6 và 8 phút đến hàm lượng các hợp chất có hoạt tính sinh học (HTSH) và khả năng chống oxy hóa (OXH). Bố trí thí nghiệm theo kiểu Box-Behnken, sử dụng mô hình bề mặt đáp ứng, được áp dụng tối ưu hóa các thành phần nguyên liệu với tỉ lệ thay đổi (cà rốt 60÷80%, táo 10÷30% và dưa leo 10÷30%). Hàm lượng các hợp chất có HTSH (β -carotene, polyphenol, vitamin C) và hoạt tính chống OXH của sản phẩm được phân tích. Kết quả nghiên cứu cho thấy, cà rốt được chần bằng hơi nước nóng (100°C) trong 4 phút có hàm lượng β -carotene, polyphenol, vitamin C tương ứng 2,21 μ g/mL, 145,62 mgGAE/L, 10,84 mg% và hoạt tính chống OXH cao (DPPH 46,25%), trong khi đó hàm lượng các chất này trong cà rốt thấp hơn khi chần bằng hơi nước (microwave) (β -carotene 1,77 μ g/mL, polyphenol 128,32 mgGAE/L, vitamin C 14,21 mg% và DPPH 32,97%). Tỷ lệ tối ưu của cà rốt - táo - dưa leo đạt được trong hàm lượng từ phân tích ứng dụng mô hình bề mặt đáp ứng là 60-26,8-10 (% w/w). Các thông số tối ưu hóa đồng thời được kiểm định.

Trích dẫn: Nguyễn Minh Thủy, Lê Thị Mỹ Nhân và Đặng Hoàng Toàn, 2018. Ảnh hưởng của điều kiện chần (cà rốt) và tối ưu hóa thành phần nguyên liệu (cà rốt - táo - dưa leo) cho quá trình chế biến nước ép hỗn hợp. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 54(Số chuyên đề: Nông nghiệp): 56-64.

1 GIỚI THIỆU

Nước ép rau quả đóng vai trò quan trọng đối với sức khỏe con người, do cung cấp nhiều vitamin, khoáng chất và acid hữu cơ. Sự kết hợp hoàn hảo của vài loại rau quả sẽ cung cấp cho cơ thể các chất dinh dưỡng cần thiết, có thể loại thải độc tố và giúp giảm cân. Trong số các loại rau quả phổ biến thì cà rốt, táo, dưa leo là nguồn có thể tìm thấy quanh năm ở Việt Nam. Cà rốt cung cấp acid phenolic và carotenoids, trong đó chủ yếu là β -carotene và lutein, các sản phẩm chế biến từ cà rốt chứa nhiều chất dinh dưỡng có lợi hơn so với các loại rau thông thường (Sikora *et al.*, 2009). Táo là loại trái cây giàu các hợp chất phenolic, có tính chất chống oxy hóa cao. Việc sử dụng táo có thể làm giảm tỉ lệ mắc các bệnh ung thư, tim mạch và các bệnh có liên quan đến các gốc tự do (Muchuweti *et al.*, 2005). Dưa leo cung cấp tốt flavonoid, lignans và triterpenes, chất chống oxy hóa, chống viêm... (Szaluy, 2015). Nước ép dưa leo còn chứa insulin là loại hormone cần thiết mà tế bào tuyến tụy tiết ra, có lợi cho bệnh nhân tiểu đường. Các nhà nghiên cứu phát hiện ra rằng, một hợp chất được gọi là sterol trong dưa leo có thể hỗ trợ làm giảm hàm lượng cholesterol trong máu (Onimisi và Ovansa, 2015). Dưa leo còn chứa nhiều chất chống oxy hóa như β -carotene và vitamin C, vitamin B, các nguyên tố vi lượng và khoáng chất khác (Mukherjee *et al.*, 2013). Sự phối trộn của các loại rau quả trên sẽ là một ý tưởng tuyệt vời trong việc cung cấp chất dinh dưỡng và loại bỏ độc tố cho cơ thể. Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm xác định thời gian và phương pháp chần cà rốt thích hợp, cũng như tối ưu hóa tỉ lệ nguyên liệu cà rốt – táo – dưa leo sử dụng cho sản phẩm nước ép rau quả hỗn hợp với chất lượng cao.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Phương tiện

Nguyên liệu sử dụng: cà rốt, táo ta và dưa leo được mua tại siêu thị Lotte Mart. Nguyên liệu được chọn có kích thước đồng đều, nguyên vẹn, màu sắc đặc trưng, tươi sáng.

Thiết bị sử dụng: lò vi sóng Sharp R-21A1 (800 W, Thái Lan), máy hấp thu quang phổ Labomed Spectro 24RS (Mỹ).

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Khảo sát ảnh hưởng của phương pháp và thời gian chần đến giá trị dinh dưỡng của cà rốt

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 2 nhân tố: (i) phương pháp chần (hơi nước, microwave) và (ii) thời gian chần 2, 4, 6 và 8 phút. Cà rốt sau khi thu nhận được rửa sạch, gọt vỏ và cắt lát với độ dài khoảng 1 mm. Sau đó, cà rốt được chần bằng hơi nước (nhiệt độ nước sau khi chần khoảng 90 - 100°C) và microwave (với công suất 800 W) trong các thời gian được bố trí. Cà rốt sau chần được làm nguội nhanh bằng nước lạnh đến khi nhiệt độ cà rốt khoảng 35 - 45°C, sau đó tiến hành kiểm tra hàm lượng β -carotene, vitamin C, polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa trong cà rốt.

2.2.2 Tối ưu hóa tỉ lệ thành phần nguyên liệu (cà rốt – táo – dưa leo) trong công thức chế biến nước ép hỗn hợp có giá trị dinh dưỡng

Bố trí thí nghiệm theo mô hình Box–Behnken theo phương pháp bề mặt đáp ứng. Mỗi nhân tố (biến độc lập) được thực hiện với ba mức độ được mã hóa (-1, 0, +1) (Bảng 1). Kiểu Box–Behnken được bố trí để tìm ra điểm tối ưu và 6 điểm trung tâm (Bảng 2). Tổng số nghiệm thức được thực hiện là 18 (trong đó có 6 điểm trung tâm) và 3 lần lặp lại. Các thông số của quá trình phối chế nguyên liệu được tối ưu hóa dựa trên các chỉ tiêu hàm lượng β -carotene, vitamin C, polyphenol và khả năng khử gốc tự do -DPPH%.

Bảng 1: Nhân tố và các mức độ bố trí theo kiểu Box-Behnken

Kí hiệu	Nhân tố	Đơn vị	Mức độ		
			-1	0	1
X ₁	Tỉ lệ cà rốt	%	60	70	80
X ₂	Tỉ lệ dưa leo	%	10	20	30
X ₃	Tỉ lệ táo	%	10	20	30

Bảng 2: Bố trí thí nghiệm theo kiểu Box-Behnken

STT	X ₁	X ₂	X ₃	STT	X ₁	X ₂	X ₃
1	-1	1	0	10	0	1	-1
2	0	-1	1	11	0	0	0
3	0	-1	-1	12	1	0	1
4	1	1	0	13	-1	-1	0
5	0	0	0	14	0	0	0
6	-1	0	1	15	0	0	0
7	1	0	-1	16	0	0	0
8	1	-1	0	17	0	1	1
9	-1	0	-1	18	0	0	0

2.3 Phương pháp phân tích

2.3.1 Phương pháp phân tích các hợp chất có hoạt tính sinh học và hoạt tính chống oxy hóa

β-carotene (μg/mL): phương pháp đo quang phổ (Fikselová *et al.*, 2008) ở bước sóng 450 nm.

Vitamin C (mg%): phương pháp chuẩn độ Iod (Nguyễn Văn Mùi, 2001).

Polyphenol (TPC, mgGAE/L): phương pháp Folin-Ciocalteu (Hossain *et al.*, 2013). Đường chuẩn của acid gallic được xây dựng và hàm lượng TPC được xác định dựa vào đường chuẩn.

Hoạt tính chống oxy hóa (%DPPH): đo khả năng trung hòa gốc tự do DPPH (Blois, 1958 - kết hợp với Jiménez-Escrig *et al.*, 2000).

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Ảnh hưởng của phương pháp và thời gian chần đến giá trị dinh dưỡng của cà rốt

3.1.1 Hàm lượng β-carotene (μg/mL)

Phương pháp và thời gian chần đều có ảnh hưởng lớn đến khả năng trích ly β-carotene. Khi chần cà rốt từ 2÷6 phút, hàm lượng β-carotene tăng từ 1,76 đến 2,02 μg/mL và không tăng thêm khi thời gian chần dài hơn (8 phút). Hàm lượng β-carotene trong cà rốt chần bằng hơi nước cao hơn so với chần trong microwave (Bảng 3). Quenzer *et al.* (1981) báo cáo rằng không có sự khác biệt ý nghĩa giữa chần trong nước và hơi nước, tuy nhiên chần bằng microwave cho hàm lượng β-carotene thấp hơn so với hai phương pháp vừa nêu.

Bảng 3: Ảnh hưởng của phương pháp và thời gian chần đến hàm lượng β-carotene (μg/mL) trong cà rốt

Phương pháp chần	Thời gian (phút)				Trung bình
	2	4	6	8	
Microwave	1,56	1,77	2,09	2,09	1,88 ^B
Hơi nước	1,97	2,21	1,94	1,93	2,01 ^A
Trung bình	1,76 ^c	1,99 ^b	2,02 ^a	2,01 ^a	

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau đi kèm theo trung bình nghiệm thức trong cùng một cột/hàng thể hiện sự khác biệt ý nghĩa ở mức 5%. Hàm lượng β-carotene (μg/mL) của mẫu đối chứng là 1 μg/L

Nhiệt độ và bức xạ năng lượng cao là những yếu tố dẫn đến giảm hàm lượng β-carotene khi chần bằng phương pháp microwave. Ngoài ra, sau khi chần, hàm lượng β-carotene trong cà rốt được ghi nhận hơi cao hơn so với nguyên liệu đầu. Có lẽ khi chần ở nhiệt độ cao (100°C), các enzyme oxy hóa trong cà rốt bị vô hoạt. Hơn nữa, các carotenoids trong cà rốt hiện diện trong sắc lạp, khi tế bào chịu tác động bởi quá trình chần, sấy..., sắc lạp bị phá hủy và carotenoids được phóng thích ra, làm cho hàm lượng β-carotene có khuynh hướng cao hơn (Meyer, 1978).

3.1.2 Hàm lượng vitamin C

Khác với hàm lượng β-carotene, hàm lượng vitamin C của cà rốt chần trong microwave cao hơn

so với chần bằng hơi nước. Tuy nhiên, theo thời gian chần thì hàm lượng này đều thể hiện khuynh hướng giảm dần (từ 13,77 còn 11,73 mg%) (Bảng 4). Quenzer *et al.* (1981) cho rằng, việc chần bằng microwave sẽ duy trì hàm lượng acid ascorbic (vitamin C) tốt hơn so với chần bằng hơi nước do không có quá trình làm rửa trôi chất dinh dưỡng sau khi chần, hàm lượng vitamin C duy trì 100% khi chần trong microwave và dao động trong khoảng 37-100% khi chần bằng hơi nước. Acid ascorbic dễ bị biến đổi khi xử lý nhiệt (Gupta *et al.*, 2008), tùy theo các công đoạn xử lý nhiệt (chần, hấp, nấu...) mà lượng vitamin C sẽ biến đổi khác nhau, thời gian chần nguyên liệu càng dài thì khả năng phá hủy vitamin C càng nhiều (Jeney-Nagymate and Fodor, 2008).

Bảng 4: Ảnh hưởng của phương pháp và thời gian chần đến hàm lượng vitamin C (mg%) trong cà rốt

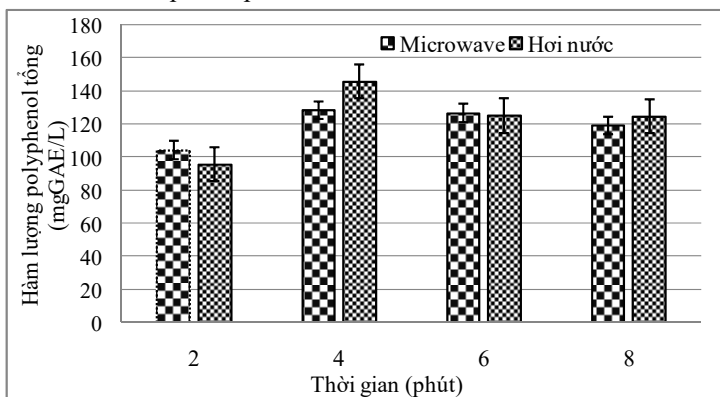
Phương pháp	Thời gian (phút)				Trung bình
	2	4	6	8	
Microwave	16,40	14,21	13,92	13,63	14,54 ^A
Hơi nước	11,13	10,84	10,40	9,82	10,55 ^B
Trung bình	13,77 ^a	12,53 ^b	12,16 ^c	11,73 ^d	

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau đi kèm theo trung bình nghiệm thức trong cùng một cột/hàng thể hiện sự khác biệt ý nghĩa ở mức 5%

3.1.3 Hàm lượng polyphenol (mgGAE/L)

Quá trình chần cũng ảnh hưởng đến hàm lượng polyphenol tổng trong cà rốt. Hàm lượng này trong cà rốt đạt giá trị cao nhất khi chần trong 4 phút. Điều này có sự khác biệt ý nghĩa khi so sánh giữa hai phương pháp chần, cà rốt chần bằng hơi nước có hàm lượng polyphenol cao hơn (145,62 mgGAE/L) chần bằng microwave (khoảng 128,32 mgGAE/L) (Hình 1). Thời gian chần ngắn hơn hoặc dài hơn đều cho hàm lượng polyphenol thấp hơn trong nguyên liệu được xử lý. Kết quả đạt được có lẽ do nhiệt độ cao phóng thích phenolic từ các hợp chất phenol ở

dạng liên kết, sự chuyển hóa hợp chất phenolic ở dạng không hòa tan thành hòa tan, sự phân hủy của lignin dẫn đến phóng thích dẫn xuất acid phenolic hoặc làm phát sinh thêm phenolic mới (Jeong *et al.*, 2004). Tuy nhiên, khi thời gian kéo dài thì hàm lượng polyphenol có khuynh hướng giảm do sự suy thoái bởi nhiệt. Nghiên cứu của Priccina và Karklina (2013) cũng kết luận rằng, chần là hoạt động tiền xử lý hiệu quả trước khi trích li, hàm lượng polyphenol trích li từ các mẫu rau chần tăng 1,68÷2,85 lần. Nghiên cứu của Halvorsen *et al.* (2006) cũng cho thấy sự gia tăng hàm lượng chất này khi xử lý nhiệt



Hình 1: Ảnh hưởng của phương pháp và thời gian chần đến hàm lượng polyphenol (mgGAE/L)

Chú thích: Giá trị STD thể hiện trên sơ đồ thanh bar là độ lệch chuẩn của giá trị trung bình

3.1.4 Hoạt tính chống oxy hóa (%)

Hoạt tính chống oxy hóa của cà rốt chần trong microwave (28,87%) thấp hơn so với chần bằng hơi nước (35,67%). Hàm lượng polyphenol tổng số và

tiềm năng chống oxy hóa có mối tương quan chặt chẽ trong hầu hết các trường hợp (Balik *et al.*, 2008). Trong nghiên cứu này, sự tăng hàm lượng polyphenol trong mẫu nghiên cứu đã phản ánh sự tăng khả năng chống oxy hóa (Bảng 5).

Bảng 5: Ảnh hưởng của phương pháp và thời gian chần đến hoạt tính chống oxy hóa (%) trong cà rốt

Phương pháp	Thời gian (phút)				Trung bình
	2	4	6	8	
Hơi nước	27,92	46,25	37,12	30,18	35,67 ^B
Microwave	29,07	32,97	27,08	26,35	28,87 ^A
Trung bình	28,50 ^a	39,61 ^b	32,10 ^a	28,27 ^a	

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau đi kèm theo trung bình nghiệm thức trong cùng một cột - hàng thể hiện sự khác biệt ý nghĩa ở mức 5%. Mẫu đối chứng là 11,99%

3.2 Tối ưu hóa tỉ lệ nguyên liệu cà rốt đến giá trị dinh dưỡng nước ép hỗn hợp

3.2.1 Hàm lượng β -carotene ($\mu\text{g}/\text{mL}$)

Việc tối ưu hóa quá trình phối chế nguyên liệu (cà rốt, táo và dưa leo) được thực hiện bằng mô hình bề mặt đáp ứng. Ba nhân tố được lựa chọn cho quá trình phối chế là tỉ lệ cà rốt (%), tỉ lệ táo (%) và tỉ lệ dưa leo (%). Tỉ lệ cà rốt (X_1), táo (X_2) và dưa leo (X_3) đều có ảnh hưởng đến hàm lượng β -carotene có

trong hỗn hợp qua phối chế. Kết quả phân tích thống kê thể hiện ở Bảng 6 cho thấy ảnh hưởng của từng biến độc lập riêng lẻ (X_1, X_2, X_3), giá trị bậc hai (X_1^2) hay tương tác (X_1X_3) đều thể hiện có ý nghĩa ($p < 0,05$) khi tham gia vào mô hình. Hệ số xác định tương quan R^2 cao ($R^2=92,06\%$) và giá trị Adjusted (Adj.) R^2 đạt 89,31%. Guan và Yao (2008) cho rằng mô hình tương quan được đánh giá tốt khi hệ số xác định tương quan R^2 lớn hơn 0,8.

Bảng 6: Kết quả phân tích thống kê ANOVA mức độ ý nghĩa của các hệ số hồi quy cho hàm lượng β -carotene

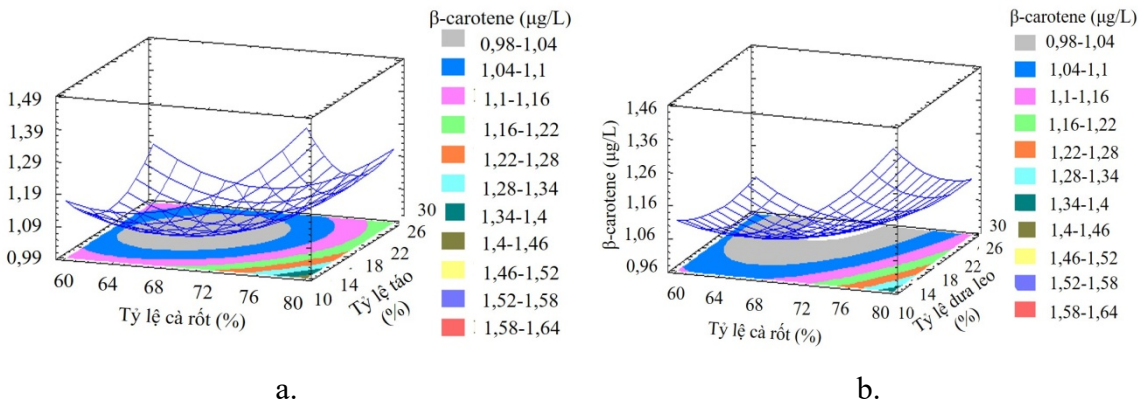
Nguồn	Tổng bình phương	Độ tự do	Tỉ số F	Giá trị P
X_1	0,0189	1	7,46	0,0114
X_2	0,0196	1	7,73	0,0102
X_3	0,0945	1	37,29	0,0000
X_1^2	0,5373	1	211,91	0,0000
X_1X_3	0,0276	1	10,89	0,0029

Mô hình hồi quy đa chiều mô tả mối quan hệ giữa hàm lượng β -carotene trong hỗn hợp nước ép và các biến độc lập được thiết lập (Phương trình 3).

$$Y = 12,7738 - 0,3377X_1 - 0,0295X_2 + 0,0342X_3 + 0,0025X_1^2 + 0,0003X_1X_2 - 0,0006X_1X_3 + 0,0002X_2^2 - 0,0002X_2X_3 + 0,0001X_3^2 \quad (3)$$

Trong đó: Y là hàm lượng β -carotene có trong nước ép hỗn hợp ($\mu\text{g}/\text{mL}$), X_1 là tỉ lệ cà rốt (%), X_2 là tỉ lệ táo (%), X_3 là tỉ lệ dưa leo (%).

Đồ thị bề mặt đáp ứng cho thấy tác động của tỉ lệ cà rốt, táo và dưa leo đến hàm lượng β -carotene trong hỗn hợp nước ép được thể hiện ở Hình 2. Tỉ lệ cà rốt trong hỗn hợp dịch quả từ 76÷80% cho hàm lượng β -carotene trong sản phẩm cao do cà rốt giàu β -carotene (Arscott *et al.*, 2010). Ngược lại, khi tăng tỉ lệ táo và dưa leo, hàm lượng β -carotene trong sản phẩm giảm do hàm lượng ít hiện diện trong táo và dưa leo. Từ mô hình này, hàm lượng β -carotene tối ưu tìm được là 1,47 $\mu\text{g}/\text{mL}$ khi tỉ lệ phối chế cà rốt – táo – dưa leo là 80 - 29,98 - 10 (% w/w).



Hình 2: Tương quan giữa hàm lượng β -carotene ($\mu\text{g}/\text{mL}$) với tỉ lệ (%) của cà rốt, táo và dưa leo (a. Tỉ lệ dưa leo 29,98% và b. tỉ lệ táo 10%)

Sự tương thích cao giữa hàm lượng β -carotene thực nghiệm và dự đoán theo Phương trình (3) cũng được tìm thấy: $Y = 0,93X + 0,08$ với $R^2=0,92$ (với X là hàm lượng β -carotene ($\mu\text{g}/\text{L}$) thực nghiệm và Y là giá trị ước tính từ mô hình).

3.2.2 Hàm lượng vitamin C ($\text{mg}\%$)

Tỉ lệ cà rốt (X_1), táo (X_2) và dưa leo (X_3) đều ảnh hưởng đến hàm lượng vitamin C có trong hỗn hợp

nước quả phối chế. Kết quả phân tích thống kê (Bảng 7) cho thấy ảnh hưởng của từng biến độc lập riêng lẻ (X_1, X_2, X_3), giá trị bậc hai (X_1^2) hay tương tác (X_1X_3) đều thể hiện có ý nghĩa ($p < 0,05$) khi tham gia vào mô hình. Mô hình hồi quy đa chiều mô tả mối quan hệ giữa hàm lượng vitamin C trong sản phẩm và các biến độc lập được thiết lập (Phương trình 4), với giá trị $R^2 = 97,21\%$ và Adjusted (Adj.) R^2 là 96,24%.

$$Y = -4,8381 + 0,2669X_1 + 0,1961X_2 - 0,1740X_3 - 0,0021X_1^2 - 0,0007X_1X_2 + 0,0013X_1X_3 - 0,0021X_2^2 - 0,0025X_2X_3 + 0,0025X_3^2 \quad (4)$$

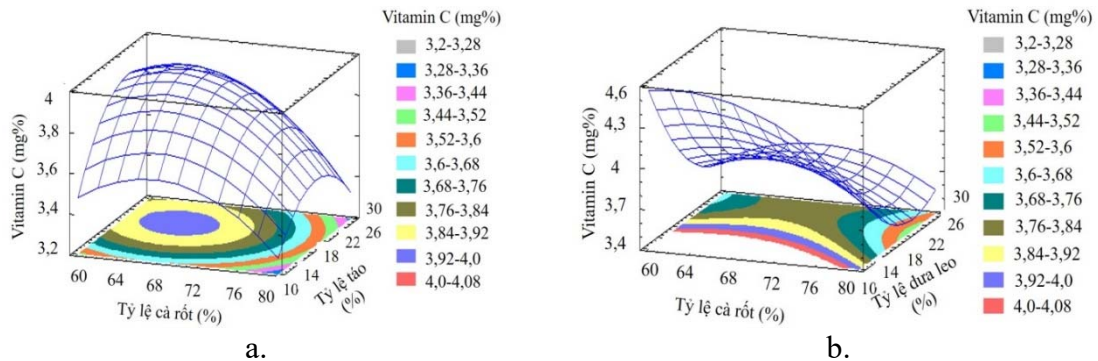
Trong đó: Y là hàm lượng vitamin C (mg%), X₁ là tỉ lệ cà rốt (%), X₂ là tỉ lệ táo (%), X₃ là tỉ lệ dưa leo (%).

Khi tăng tỉ lệ cà rốt sử dụng, hàm lượng vitamin C trong sản phẩm có khuynh hướng giảm. Khoảng 60÷64% cà rốt sử dụng cho chế biến, sản phẩm có hàm lượng vitamin C cao nhất. Tỉ lệ táo ta 26÷30%

cho hàm lượng vitamin C nhiều nhất khi phối chế vào sản phẩm (Hình 3). Táo ta giàu vitamin C nên khi tỉ lệ này tăng thì hàm lượng vitamin C của sản phẩm cũng tăng. Tỉ lệ dưa leo tăng cũng làm tăng hàm lượng vitamin C sản phẩm do dưa leo cũng là nguồn thực phẩm giàu vitamin C (Nema *et al.*, 2011), tuy nhiên sự tăng này không đáng kể. Hàm lượng vitamin C tối ưu chọn được từ mô hình là 4,77 mg% tương ứng với tỉ lệ cà rốt – táo – dưa leo là 61,2 - 29,6 - 10 (% w/w).

Bảng 7: Phân tích thống kê ANOVA mức độ ý nghĩa của các hệ số hồi quy cho hàm lượng vitamin C (mg%)

Nguồn	Tổng bình phương	Độ tự do	Tỉ số F	Giá trị P
X ₁	0,4658	1	95,91	0,0000
X ₂	0,1463	1	30,12	0,0000
X ₃	1,6770	1	345,30	0,0000
X ₁ ²	0,3895	1	80,19	0,0000
X ₁ X ₂	0,0421	1	8,66	0,0069
X ₁ X ₃	0,1378	1	28,38	0,0000
X ₂ ²	0,3987	1	82,10	0,0000
X ₂ X ₃	0,5050	1	103,98	0,0000
X ₃ ²	0,5454	1	112,31	0,0000



Hình 3: Tương quan giữa hàm lượng vitamin C (mg%) với tỉ lệ (%) của cà rốt, táo và dưa leo (a. tỉ lệ dưa leo 10% và b. tỉ lệ táo 29,6%)

Sự tương thích giữa các giá trị thực nghiệm và dự đoán được tìm thấy: $Y = 1,016 X - 0,053$ (với Y là hàm lượng vitamin C dự đoán và X là hàm lượng vitamin C thực nghiệm ($R^2 = 0,97$)).

3.2.3 Hàm lượng polyphenol (mgGAE/L)

Sự kết hợp các tỉ lệ cà rốt, táo và dưa leo đều ảnh

hưởng đến hàm lượng polyphenol trong nước ép hỗn hợp. Kết quả phân tích thống kê thể hiện ở Bảng 8 cho thấy ảnh hưởng của từng biến độc lập riêng lẻ (X₁, X₂, X₃), giá trị bậc hai (X₁², X₂²) và hay tương tác (X₁X₂, X₁X₃) đều thể hiện có ý nghĩa ($p < 0,05$) khi tham gia vào mô hình.

Bảng 8: Kết quả phân tích thống kê ANOVA mức độ ý nghĩa của các hệ số hồi quy cho hàm lượng polyphenol tổng (mgGAE/L)

Nguồn	Tổng bình phương	Độ tự do	Tỉ số F	Giá trị P
X ₁	7876,56	1	19,65	0,0002
X ₂	223445	1	557,50	0,0000
X ₃	6585,32	1	16,43	0,0004
X ₁ ²	5747,47	1	14,34	0,0009
X ₁ X ₂	3477,78	1	8,68	0,0069
X ₁ X ₃	2251,2	1	5,62	0,0258
X ₂ ²	14059,8	1	35,08	0,0000

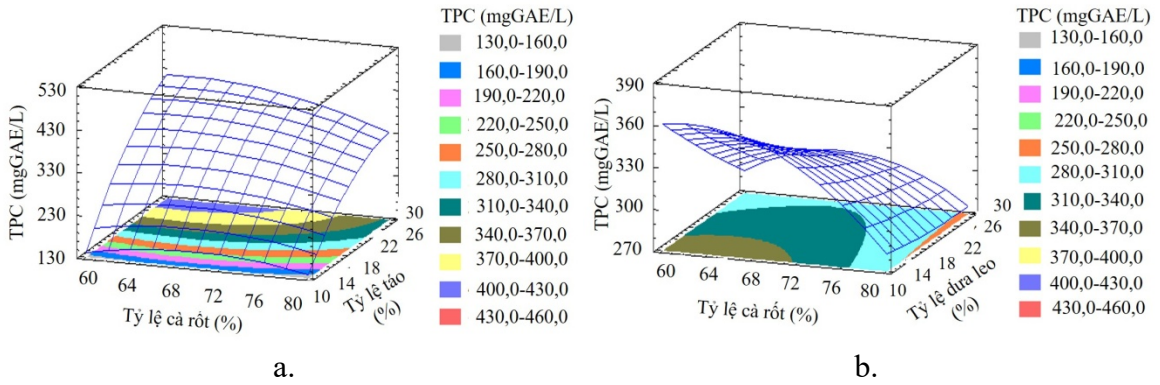
Mô hình tương quan xây dựng từ thí nghiệm đã thỏa điều kiện với hệ số xác định tương quan R² cao (R²=96,38%) và giá trị Adjusted (Adj.) R² đạt 95,13 (Phương trình 5).

$$Y = -1232,33 + 34,5237X_1 + 44,9475X_2 - 12,0862X_3 - 0,2566X_1^2 - 0,2085X_1X_2 + 0,1678X_1X_3 - 0,4014X_2^2 - 0,1240X_2X_3 + 0,0199X_3^2 \quad (5)$$

Trong đó: Y là hàm lượng polyphenol (mgGAE/L), X₁ là tỉ lệ cà rốt (%), X₂ là tỉ lệ táo (%),

X₃ là tỉ lệ dưa leo (%).

Đồ thị bề mặt đáp ứng thể hiện tác động của tỉ lệ cà rốt, táo và dưa leo đến hàm lượng polyphenol trong sản phẩm được trình bày ở Hình 4. Hàm lượng TPC tăng và đạt giá trị cao nhất (471,572 mgGAE/L) với tỉ lệ phối hợp cà rốt-táo-dưa leo là 60,15 – 30 – 10 (%). Táo giàu polyphenol (Kahle and Richling 2005; Brat *et al.*, 2006), vì vậy việc tăng tỉ lệ táo sử dụng cũng đã hỗ trợ tốt cho sản phẩm nước ép hỗn hợp về hàm lượng này.



Hình 4: Tương quan giữa hàm lượng TPC (mgGAE/L) với tỉ lệ (%) của cà rốt, táo và dưa leo (a. tỉ lệ dưa leo 10% và b. tỉ lệ táo 30%)

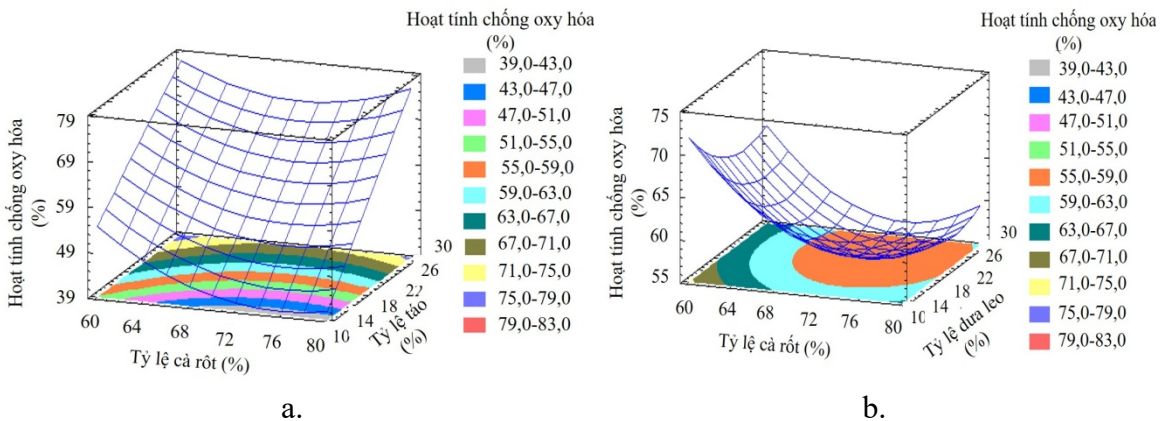
3.2.4 Khả năng trung hòa gốc tự do (DPPH) của sản phẩm

Tương quan các biến độc lập (nhân tố) đến khả năng trung hòa gốc tự do trong sản phẩm được xây dựng theo Phương trình 6, với giá trị R² là 97,52%.

$$Y = 405,127 - 9,1709X_1 - 0,8241X_2 - 1,8436X_3 + 0,0579X_1^2 + 0,0315X_1X_2 + 0,0029X_1X_3 - 0,0032X_2^2 + 0,0101X_2X_3 + 0,0299X_3^2 \quad (6)$$

Trong đó: Y là DPPH%, X₁ là tỉ lệ cà rốt (%), X₂ là tỉ lệ táo (%), X₃ là tỉ lệ dưa leo (%).

Đồ thị thể hiện tương quan giữa khả năng trung hòa gốc tự do với tỉ lệ cà rốt, táo và dưa leo (Hình 5) cho thấy khi tỉ lệ cà rốt và dưa leo tăng thì khả năng trung hòa gốc tự do giảm. Trong khi đó, hoạt tính chống oxy hóa tăng khi tỉ lệ táo sử dụng tăng, có lẽ do vitamin C và polyphenol các chất chống oxy hóa tốt (Walingo, 2005) và hiện diện nhiều trong táo.



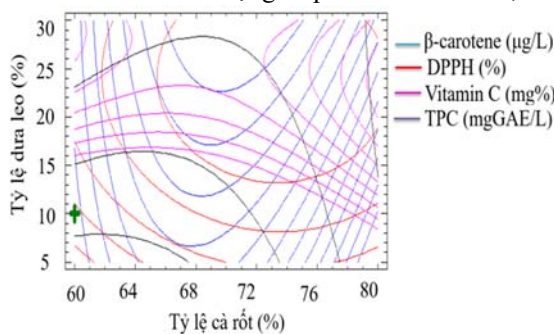
Hình 5: Tương quan giữa hoạt tính chống oxy hóa (%) với tỉ lệ (%) của cà rốt, táo và dưa leo (a. tỉ lệ dưa leo 10% và b. tỉ lệ táo 30%)

Giá trị DPPH% đạt giá trị cao nhất ở tỉ lệ táo, cà rốt và dưa leo là 26÷30%, 60÷65% và 10÷20%, tương ứng. Giá trị tối ưu DPPH% tìm được là 81,85% tương ứng với các tỉ lệ phối chế cà rốt – táo – dưa leo là 60 – 30 – 10 (%w/w).

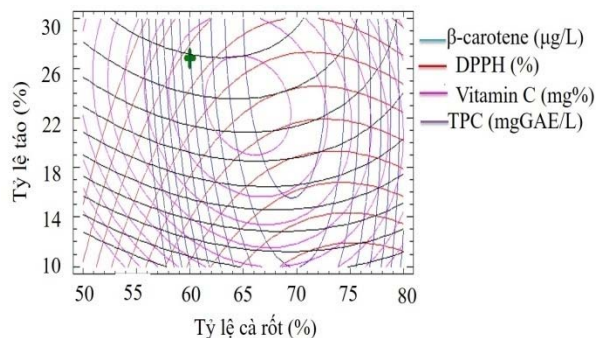
3.2.5 Tối ưu hóa chung và kiểm định các điều kiện tối ưu thành phần nguyên liệu phối chế

Do hàm lượng β-carotene, vitamin C, polyphenol và khả năng loại bỏ gốc tự do-DPPH tối ưu ở các giá trị khác nhau nên việc tìm điểm tối ưu chung là vấn đề cần thiết. Kết quả phân tích đã chỉ ra điểm tối ưu chung trên đồ thị contour Hình 6. Biểu đồ contour cùng với Bảng 9 chỉ ra tỉ lệ cà rốt – táo – dưa leo tối ưu cần sử dụng để phối chế là 60 - 26,8 -

10 (% w/w) tạo sản phẩm nước ép hỗn hợp sở hữu hàm lượng β-carotene, vitamin C, polyphenol và khả năng loại bỏ gốc tự do DPPH là 1,23 μg/mL, 4,75 mg%, 445,26 mgGAE/L và 78,78%, tương ứng. Kiểm định T-test được thực hiện cho thấy không có sự khác biệt ý nghĩa giữa các giá trị tối ưu và thực nghiệm. Như vậy, quá trình phối chế thành phần nguyên liệu có thể tối ưu hóa ở tỉ lệ cà rốt là 60%, tỉ lệ táo 26,8% và tỉ lệ dưa leo 10% sẽ cho sản phẩm nước ép có hàm lượng β-carotene (thực nghiệm) là 1,36±0,14 μg/mL, vitamin C là 4,70±0,064 mg%, polyphenol là 448,24±1,131 mgGAE/L và loại 78,02±0,60% gốc tự do.



a.



b.

Hình 6: Biểu đồ contour tối ưu tỉ lệ (%) của cà rốt, táo và dưa leo (a. Tỉ lệ dưa leo 10% và b. Tỉ lệ táo 26,8%)

Bảng 9: Kiểm định các giá trị tối ưu đạt được từ mô hình so với thực nghiệm

Chỉ tiêu theo dõi	Đơn vị	Giá trị mô hình	Giá trị từ thực nghiệm
β-carotene	μg/mL	1,23	1,36*±0,14**
Vitamin C	mg%	4,75	4,70±0,064
DPPH	%	78,78	78,02±0,60
Polyphenol	mgGAE/L	445,26	448,24±1,131

* Kết quả trung bình 3 lần lặp lại của thí nghiệm, **Độ lệch chuẩn (STD) của giá trị trung bình

4 KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy điều kiện chần và tỉ lệ phối chế thành phần nguyên liệu đều ảnh hưởng đến giá trị dinh dưỡng của nước ép hỗn hợp. Hàm lượng các hợp chất có hoạt tính sinh học và khả năng loại bỏ gốc tự do - DPPH đạt giá trị cao nhất khi thực hiện quá trình chần bằng phương pháp hơi nước ở thời gian 4 phút. Các thông số tối ưu của tỉ lệ cà rốt – táo – dưa leo đạt được là 60 - 26,8 - 10 (% w/w) sẽ cho sản phẩm có giá trị chất lượng và khả năng chống oxy hóa cao nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Arcscott, S. A. and Tanumihardjo, S. A., 2010. Carrots of many colors provide basic nutrition and bioavailable phytochemicals acting as a

functional food. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 9(2), 223-239.

Balik, J., Kyseláková, M., Vrchotová, N., Triska, L., Kumšta, M., Veverka, J., Hic, P., Totušek, J., & Lefberová, D., 2008. Relations between polyphenols content and antioxidant activity in vine grapes and leaves. Czech Journal of Food Science, 26: S25 – S32.

Blois, M.S., 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181(4617), 1199-1200.

Brat, P., Georgé, S., Bellamy, A., Du Chaffaut, L., Scalbert, A., Mennen, L., Arnault, N. and Amiot, M.J., 2006. Daily polyphenol intake in France from fruit and vegetables. The Journal of nutrition, 136(9), 2368-2373.

- Fikselova, M., Silhar, S., Marecek, J., & Francakova, H., 2008. Extraction of carrot (*Daucus carota* L.) carotenes under different conditions. *Czech J. Food Sci*, 26(4), 268-274.
- Guan, X., & Yao, H., 2008. Optimization of Viscozyme L-assisted extraction of oat bran protein using response surface methodology. *Food chemistry*, 106(1), 345-351.
- Gupta, S., Lakshmi, A., & Prakash, J., 2008. Effect of different blanching treatments on ascorbic acid retention in green leafy vegetables. *Natural Product Radiance*, 72(2): 111-116.
- Halvorsen, B.L., Carlsen, M.H., Phillips, K.M., Bohn, S.K., Holte, K., Jacobs, D.R. Jr., Blomhoff, R., 2006. Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States. *Am J Clin Nutr.*, 84(1): p. 95-135.
- Hossain, M.A., AL-Raqmi, K.A.S., AL-Mijzy, Z.H., Weli, A.M. & Al-Riyami, Q., 2013. Study of total phenol, flavonoids contents and phytochemical screening of various leaves crude extracts of locally grown *Thymus vulgaris*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 3(9), 705-710.
- Jeney-Nagymate, E., & Fodor, P., 2008. The stability of vitamin C in different beverages. *British Food Journal*, 110(3), 296-309.
- Jeong S.M., Kim S.Y., Kim D.R., Jo S.C., Nam K.C. and Ahn D.U., 2004. Effect of heat treatment on antioxidant activity of citrus peels. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 52, 3389-93.
- Jiménez-Escrig, A., Jiménez-Jiménez, I., Sánchez-Moreno, C., & Saura-Calixto, F., 2000. Evaluation of free radical scavenging of dietary carotenoids by the stable radical 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80(11), 1686-1690.
- Kahle, K., Kraus, M., & Richling, E., 2005. Polyphenol profiles of apple juices. *Molecular nutrition & food research*, 49(8), 797-806.
- Meyer, L. H., 1978. *Food Chemistry*. The AVI Publishing Co.
- Muchuweti, M., Zenda, G., Ndhala, A. R., & Kasiyamhuru, A., 2005. Sugars, organic acid and phenolic compounds of *Ziziphus mauritiana* fruit. *European Food Research and Technology*, 221(3-4), 570-574.
- Mukherjee, P.K., Nema, N.K., Maity, N., Sarkar, B.K., 2013. Phytochemical and therapeutic potential of cucumber. *Fitoterapia*, 84:227-236.
- Nema, N.K., Maity, N., Sarkar, B., & Mukherjee, P.K., 2011. *Cucumis sativus* fruit-potential antioxidant, anti-hyaluronidase, and anti-elastase agent. *Archives of dermatological research*, 303(4), 247-252.
- Nguyễn Văn Mùi, 2001. *Thực hành hóa sinh học*. Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia Hà Nội.
- Onimisi, A.O. and Ovansa, J.U., 2015. Comparative studies on nutritional values of four varieties of cucumber. *International Conference on Latest Trends in Food, Biological & Ecological Sciences (ICLTFBE'15)* Oct. 11-12, 2015 Dubai (UAE).
- Priecina, L., Karklina, D., 2013. Total polyphenols, flavonoids and antiradical activity of vegetables dried in convective and microwave-vacuum driers. *Res. Rural Develop*, 1, 98-103.
- Quenzer, N.M., Burns, E.E., 1981. Effects of Microwave, Steam and Water Blanching on Freeze-Dried Spinach. *Journal of Food Science*, 46(2), 410-413.
- Sikora, M., Hallmann, E., Rembialkowska, E., 2009. The content of bioactive compounds in carrots from organic and conventional production in the context of health prevention. *Rocz Panstw Zakl Hig.*; 60(3): 217-220.
- Szaluy, J., 2015. Cucumbers: Health benefits and nutrition facts: www.livescience.com/5100-cucumber-nutritionhtml
- Walingo, K.M., 2005. Role of vitamin C (ascorbic acid) on human health-a review. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 5(1).