

## ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ VÀ THỜI GIAN XỬ LÝ ĐẾN CÁC HỢP CHẤT SINH HỌC, KHẢ NĂNG LOẠI TRỪ GỐC TỰ DO VÀ GIÁ TRỊ CẢM QUAN CỦA TỎI

Võ Thị Diệu và Nguyễn Minh Thủy

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

### Thông tin chung:

Ngày nhận: 05/08/2016

Ngày chấp nhận: 24/10/2016

### Title:

The bioactive compounds, free radical scavenging activity and sensory qualities of garlic (*Allium sativum*) as affected by temperature and time

### Từ khóa:

Tỏi, polyphenol, khả năng loại trừ gốc tự do, flavonoid, giá nhiệt

### Keywords:

Garlic, polyphenol, free radical scavenging activity, flavonoid, heating

### ABSTRACT

Garlic was heated at temperatures ranging from 150, 160, 170°C for 30, 35, 40 min. The total phenolic, flavonoid, free radical scavenging activity (DPPH%) and sensory characteristics of heated garlic samples were analysed. Optimization for heated garlic was investigated using response surface methodology (RSM). The combined effects of heating conditions on the bioactive compounds and the antioxidant activity were studied using a three-level two-factor Box–Behnken design. The results showed that RSM application for heated garlic showed a good correlation. The optimum conditions for the treated samples were found (temperature of 160.71°C for 36.14 min). Optimum values (the total polyphenol, flavonoid and antioxidant activity) were obtained as 6.69 mgGAE/g, 2.78 mgQE/g, 73.54%, respectively and higher than in the untreated samples (4.94 mgGAE/g, 2.06 mgQE/g, 55.52%, respectively). The high correlation coefficient of experimental and predicted values was found. Using the logistic regression methodology described the product overall acceptance, the sensory evaluation of the product heated at 160°C for 37.50 min, had a significantly stronger acceptance than the other heating conditions. However, the optimal condition of TPC, TFC and DPPH was not significantly different the one of sensory evaluation, therefore, the garlic should be treated at 160,71°C for 36,14 min.

### TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, tỏi được gia nhiệt ở các nhiệt độ 150, 160, 170°C trong thời gian 30, 35, 40 phút. Hàm lượng tổng polyphenol và flavonoid, hoạt tính chống oxy hóa (DPPH%), chỉ tiêu cảm quan của tỏi xử lý nhiệt được phân tích. Tối ưu hóa quá trình xử lý nhiệt tỏi bằng mô hình bề mặt đáp ứng (RSM). Các ảnh hưởng kết hợp của điều kiện xử lý nhiệt đến hàm lượng các chất có hoạt tính sinh học được thiết kế theo mô hình Box-Behnken với hai nhân tố (nhiệt độ và thời gian) và ba mức độ (150, 160, 170°C và 30, 35, 40 phút, tương ứng). Kết quả cho thấy, áp dụng phương pháp RSM cho quá trình gia nhiệt tỏi thể hiện tương quan tốt với mức độ ý nghĩa cao. Các giá trị tối ưu cho nhiệt độ (160,71°C) và thời gian (36,14 phút) được xác định. Các giá trị tối ưu (hàm lượng tổng polyphenol, flavonoid và khả năng loại trừ gốc tự do) là 6,69 mgGAE/g, 2,78 mgQE/g và 73,54%, tương ứng, cao hơn so với mẫu không xử lý nhiệt (hàm lượng tổng polyphenol, flavonoid và khả năng loại trừ gốc tự do là 4,94 mgGAE/g, 2,06 mgQE/g và 55,52%, tương ứng). Tương quan tốt giữa giá trị dự đoán và thực nghiệm được tìm thấy. Đánh giá cảm quan bằng phương pháp hồi quy logistic cho thấy tỏi xử lý nhiệt 160°C trong 37,50 phút có khả năng chấp nhận cao hơn nhiều so với các điều kiện xử lý khác. Tuy nhiên không chênh lệch đáng kể so với nhiệt độ và thời gian tối ưu của quá trình xử lý nhiệt, vì vậy chọn sản xuất tỏi ở 160,71°C trong 36,14 phút.

Trích dẫn: Võ Thị Diệu và Nguyễn Minh Thủy, 2016. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian xử lý đến các hợp chất sinh học, khả năng loại trừ gốc tự do và giá trị cảm quan của tỏi. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Nông nghiệp (Tập 1): 131-139.

## 1 GIỚI THIỆU

Tỏi là một trong những loại gia vị phổ biến ở Việt Nam và nhiều quốc gia trên thế giới. Trong những năm qua, tỏi đã được sử dụng cho nhiều mục đích trong ngành dược (Ledezma and Apitz-Castro, 2006). Tỏi có chứa các hợp chất sinh học có lợi cho sức khỏe, đặc biệt là các hợp chất phenolic (Lanzotti, 2006; Corzo-Martínez *et al.*, 2007). Nhiều nghiên cứu chứng minh rằng tỏi giúp giảm cao huyết áp, ngăn ngừa bệnh tim, giảm cholesterol trong máu, giảm mức độ nghiêm trọng của bệnh xơ vữa động mạch (Rahman and Lowe, 2006; Bordia *et al.*, 1977), kích thích hệ thống miễn dịch, tuần hoàn và ngăn ngừa ung thư (Borekn, 2001; Weisberger and Pensky, 1958), chống oxy hóa (Block *et al.*, 1988). Ngoài ra, tỏi giúp chữa các chứng đau bụng, đầy hơi, giun sán (Block, 1985), chứng suy nhược, đau đầu, khối u ở cổ họng, giúp tăng khả năng chịu đựng và sức mạnh thể chất (Srivastava *et al.*, 1995; Castleman, 1991). Các ứng dụng khác bao gồm điều trị bệnh tiêu đường, viêm khớp, cảm lạnh, cúm, căng thẳng, mệt mỏi và duy trì chức năng gan.

Tuy nhiên, cho đến nay việc chế biến và tiêu thụ sản phẩm tỏi vẫn còn nhiều hạn chế, người tiêu dùng chủ yếu là trong nước. Ở nước ta, phần lớn lượng tỏi sản xuất được bán dưới dạng tươi, hoặc khô (Nguyễn Phú Sơn và Nguyễn Thị Thu An, 2014). Hiện nay, không có nhiều sản phẩm giá trị gia tăng được chế biến từ tỏi. Phương pháp xử lý ở nhiệt độ cao (nướng) có giá thành thấp và dễ thực hiện, cung cấp sản phẩm có giá trị dinh dưỡng tương đối cao và có thể được nhiều người ưa chuộng, góp phần tăng hương vị đặc biệt cho các món ăn chính (Belsinger and Dille, 1993). Hoạt động này cũng giúp đa dạng hóa sản phẩm, nâng cao giá trị cho cây tỏi, thỏa mãn nhu cầu ẩm thực của con người và tăng thu nhập cho người trồng tỏi. Bên cạnh giá trị dinh dưỡng, giá trị cảm quan của sản phẩm cũng không kém phần quan trọng nhằm thỏa mãn thị hiếu của người tiêu dùng. Các biện pháp kiểm tra chất lượng, kiểm soát tiến trình

sản xuất và đánh giá cảm quan đóng vai trò chiến lược trong phát triển sản phẩm mới. Vì vậy, xác định nhiệt độ và thời gian xử lý thích hợp là những vấn đề được quan tâm đặc biệt trong nghiên cứu này.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Chuẩn bị nguyên liệu

Tỏi được chọn cho nghiên cứu mua tại Phan Rang - Ninh Thuận. Củ tỏi được làm sạch bụi bằng bàn chải mềm, sau đó lột bỏ lớp vỏ bao ngoài cùng (Hình 1), cho vào thiết bị xử lý nhiệt là lò nướng Pensonic (model AE-300N, Malaysia), tiến hành điều chỉnh nhiệt độ ở mức 150, 160, 170 °C với các khoảng thời gian xử lý 30, 35 và 40 phút.



Hình 1: Nguyên liệu tỏi sau làm sạch

### 2.2 Bố trí thí nghiệm

Các nhân tố được khảo sát bao gồm nhiệt độ ( $X_1$ ) và thời gian ( $X_2$ ). Mức độ của các nhân tố được thể hiện ở Bảng 1. Thí nghiệm xử lý tỏi ở nhiệt độ cao được thực hiện theo mô hình Box-Behnken với 2 nhân tố, 3 mức độ (Bảng 2). Như vậy thí nghiệm được thực hiện với 27 đơn vị thí nghiệm.

**Bảng 1: Các nhân tố và mức độ khảo sát trong thí nghiệm theo mô hình Box-Behnken**

Ký hiệu	Nhân tố	Đơn vị	Mức độ		
			-1	0	1
$X_1$	Nhiệt độ	°C	150	160	170
$X_2$	Thời gian	Phút	30	35	40

**Bảng 2: Bố trí thí nghiệm theo mô hình Box-Behnken**

STT	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
1	0	1
2	-1	0
3	1	0
4	-1	-1
5	1	1
6	1	-1
7	0	-1
8	0	0
9	-1	1
10	0	1
11	-1	0
12	1	0
13	-1	-1
14	1	1
15	1	-1
16	0	-1
17	0	0
18	-1	1
19	0	1
20	-1	0
21	1	0
22	-1	-1
23	1	1
24	1	-1
25	0	-1
26	0	0
27	-1	1

**Chỉ tiêu theo dõi:** hàm lượng polyphenol tổng (TPC) (mg GAE/g), hàm lượng flavonoid tổng (TFC) (mg QE/g), khả năng loại gốc tự do-DPPH (%), giá trị cảm quan.

**2.3 Phương pháp xác định hàm lượng TPC, TFC và hoạt tính chống oxy hóa**

**Hàm lượng TPC** được xác định theo phương pháp của Singleton *et al.* (1999) với thuốc thử Folin-Ciocalteu. Đường chuẩn của acid garlic được xây dựng và hàm lượng TPC được xác định dựa vào đường chuẩn.

**Hàm lượng TFC** được xác định bằng phương pháp như mô tả của Zhu *et al.* (2010). Đường chuẩn của quercetin được xây dựng và hàm lượng

**Bảng 3: Kết quả phân tích thống kê ANOVA mức độ ý nghĩa của các hệ số hồi quy cho quá trình xử lý nhiệt đối với chỉ tiêu là hàm lượng TPC**

Nguồn	Tổng bình phương	Độ tự do	Trung bình bình phương	Giá trị F	Giá trị P
X <sub>1</sub>	0,1054	1	0,1054	5,46	0,0295
X <sub>2</sub>	0,3655	1	0,3655	18,92	0,0003
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	0,5439	1	0,5439	28,16	0,0000
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0,6705	1	0,6705	34,71	0,0000
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0,6572	1	0,6572	34,03	0,0000

TFC được xác định dựa vào đường chuẩn.

**Hoạt tính chống oxy hóa** xác định theo phương pháp của Mensor *et al.* (2001), dựa vào khả năng loại bỏ gốc tự do-DPPH.

**Đánh giá cảm quan** theo phương pháp phân tích khả dĩ (logistic) của Lawless and Heymann (2010).

**2.4 Xử lý số liệu**

Thí nghiệm thực hiện với 03 lần lặp lại, các dữ liệu thu được trong quá trình nghiên cứu được tính toán và vẽ đồ thị bằng phần mềm Microsoft Excel 2010. Phân tích thống kê ở mức ý nghĩa 5% và phương pháp bề mặt đáp ứng sử dụng phần mềm Statgraphic Centurion XV.I (Hoa Kỳ).

**3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1 Tối ưu hóa quá trình xử lý nhiệt độ cao đối với tỏi**

Tối ưu hóa quá trình xử lý nhiệt được thực hiện bằng phương pháp bề mặt đáp ứng. Hai yếu tố được lựa chọn cho quá trình là thời gian và nhiệt độ. Hàm lượng TPC, TFC và phần trăm loại trừ gốc tự do được dùng để đánh giá quá trình xử lý nhiệt. Kết quả phân tích thống kê được thể hiện ở Bảng 3, 4 và 5.

Thống kê ANOVA cho thấy các giá trị P của hệ số tuyến tính, tương tác của nhiệt độ với thời gian xử lý đều nhỏ hơn 0,05, chứng tỏ cả hai nhân tố này đều ảnh hưởng đến hàm lượng TPC, TFC, khả năng loại bỏ gốc tự do-DPPH của sản phẩm. Theo Guan và Yao (2008), mô hình tương quan tốt khi hệ số xác định tương quan R<sup>2</sup> lớn hơn 0,80. Mô hình tương quan xây dựng từ thí nghiệm đối với hàm lượng TPC, TFC, khả năng loại bỏ gốc tự do-DPPH đã thỏa điều kiện với thông số R<sup>2</sup> khá cao lần lượt là 0,85; 0,91; 0,91 và giá trị Adjusted (Adj.) R<sup>2</sup> đạt 0,82, 0,89 và 0,89, tương ứng. Mặt khác, giá trị hệ số xác định tương quan R<sup>2</sup> của mô hình còn thể hiện sự tương thích cao giữa các giá trị thực nghiệm và các giá trị dự đoán. Điều này cũng chứng tỏ rằng, mô hình phù hợp với các đại diện đầy đủ của các mối quan hệ thực sự giữa các biến được lựa chọn.

**Bảng 4: Kết quả phân tích thống kê ANOVA mức độ ý nghĩa của các hệ số hồi quy cho quá trình xử lý nhiệt đối với chỉ tiêu là hàm lượng TFC**

Nguồn	Tổng bình phương	Độ tự do	Trung bình bình phương	Giá trị F	Giá trị P
X <sub>1</sub>	0,0492	1	0,0492	14,38	0,0011
X <sub>2</sub>	0,0515	1	0,0515	15,07	0,0009
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0,1156	1	0,1156	33,83	0,0000
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0,0621	1	0,0621	18,17	0,0003
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	0,4423	1	0,4423	129,41	0,0000

**Bảng 5: Kết quả phân tích thống kê ANOVA mức độ ý nghĩa của các hệ số hồi quy cho quá trình xử lý nhiệt đối với khả năng loại bỏ gốc tự do-DPPH**

Nguồn	Tổng bình phương	Độ tự do	Trung bình bình phương	Giá trị F	Giá trị P
X <sub>1</sub>	6,19	1	6,19	11,27	0,0030
X <sub>2</sub>	14,70	1	14,70	26,78	0,0000
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	7,77	1	7,770	14,16	0,0011
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	65,58	1	65,58	119,44	0,0000
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	20,96	1	20,96	38,18	0,0000

Tương quan giữa hàm lượng các hợp chất có hoạt tính sinh học TPC (Y<sub>1</sub>), TFC (Y<sub>2</sub>) và khả năng loại bỏ gốc tự do-DPPH (Y<sub>3</sub>) với nhiệt độ và thời gian xử lý được diễn tả theo phương trình 1, 2 và 3, tương ứng. Trong đó, X<sub>1</sub> là nhiệt độ (°C) và X<sub>2</sub> là thời gian (phút).

$$Y_1 = -115,427 + 1,137 X_1 + 1,712 X_2 - 0,003 X_1^2 - 0,005 X_1X_2 - 0,013 X_2^2 \quad (1)$$

$$(R^2 = 0,85)$$

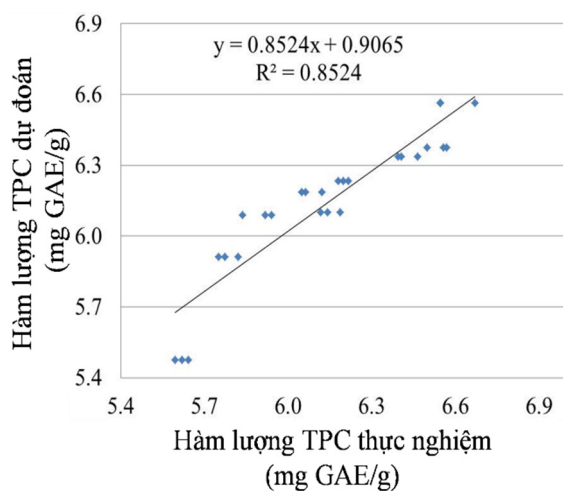
$$Y_2 = -66,568 + 0,824 X_1 + 0,169 X_2 - 0,006 X_2^2 + 0,0014 X_2X_1 - 0,003 X_1^2 \quad (2)$$

$$(R^2 = 0,91)$$

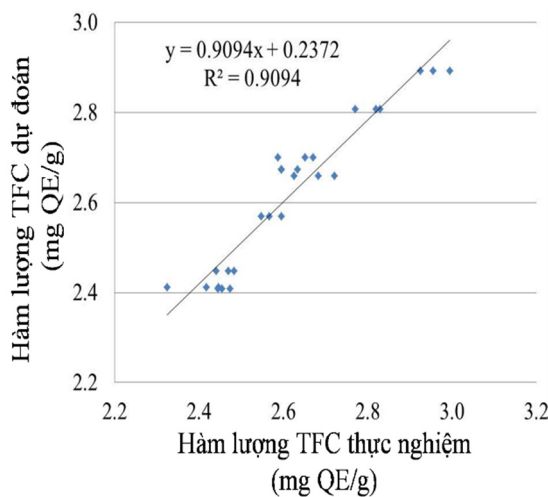
$$Y_3 = -738,939 + 7,677 X_1 + 10,849 X_2 - 0,046 X_2^2 - 0,047 X_2X_1 - 0,019 X_1^2 \quad (3)$$

$$(R^2 = 0,91)$$

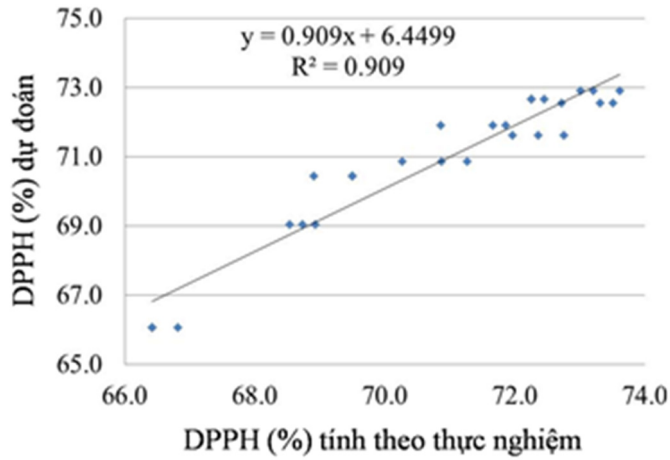
Phương trình 1, 2, 3 thể hiện được sự tương thích của các giá trị thực nghiệm và dự đoán. Hàm lượng TPC, TFC, phần trăm gốc tự do được loại bỏ thu được từ thực nghiệm và tính toán theo phương trình có độ tương thích khá cao (Hình 2).



(a)



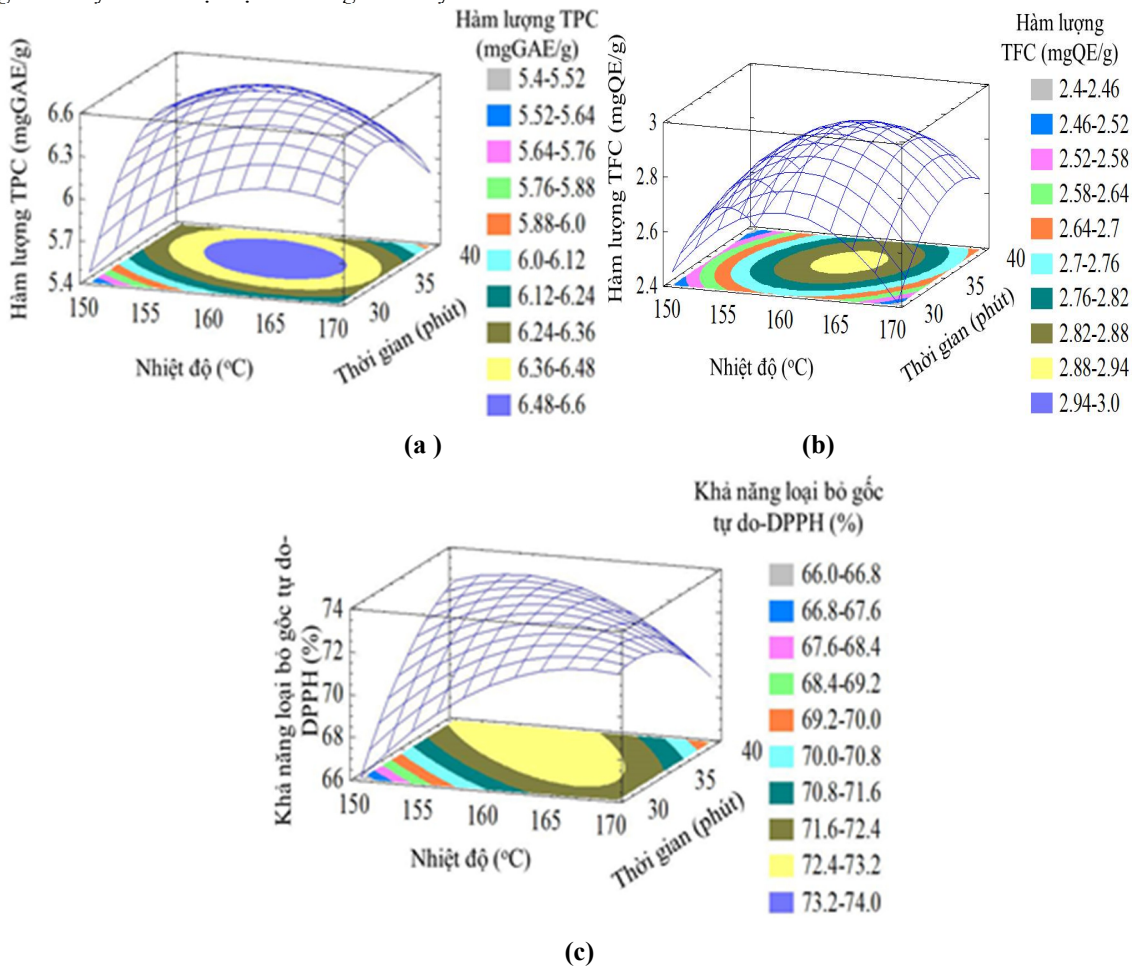
(b)



**Hình 2: Tương quan của hàm lượng TPC (a), TFC (b) và khả năng loại trừ gốc tự do-DPPH (c) giữa thực nghiệm và dự đoán theo phương trình**

Mô hình bề mặt đáp ứng cho thấy sự tương tác giữa các yếu tố nhiệt độ và thời gian xử lý đến hàm

lượng TPC, TFC, khả năng loại bỏ gốc tự do-DPPH được thể hiện ở **Hình 3**.



**Hình 3: Mô hình bề mặt đáp ứng thể hiện sự tương tác của nhiệt độ và thời gian xử lý đến hàm lượng TPC (a), TFC (b) và khả năng loại bỏ gốc tự do-DPPH (c)**

Kết quả cho thấy, nhiệt độ và thời gian xử lý có ảnh hưởng đến các hợp chất sinh học và khả năng chống oxy hóa của tòi. Ban đầu tòi chứa hàm lượng TPC, TFC, khả năng khử gốc tự do lần lượt là 4,94 mg GAE/g, 2,06 mg QE/g và 55,52%, sau khi xử lý ở nhiệt độ cao (nướng) hàm lượng các hợp chất này không bị giảm, điều này phù hợp với nghiên cứu của Aharon *et al.* (2012) khi nướng hạt đậu chickpea, hầu hết các giá trị TPC, TFC và hoạt tính chống oxy hóa trong sản phẩm được duy trì tốt ở mức cao.

Nhìn chung, khi tăng nhiệt độ và thời gian xử lý thì hàm lượng TPC tăng cao hơn so với nguyên liệu ban đầu chưa gia nhiệt. Hàm lượng TPC tăng đáng kể ở 160, 170°C sau 30, 35 phút, đạt giá trị cao nhất tại 160 °C, 35 phút (6,55 mgGAE/g) ( $P < 0,05$ ), nhưng nếu kéo dài thời gian xử lý khoảng 40 phút thì hàm lượng TPC bắt đầu giảm. Hàm lượng TPC tăng là do nhiệt độ cao sẽ phóng thích phenolic từ các hợp chất phenol ở dạng liên kết, có sự chuyển hóa hợp chất phenolic ở dạng không hòa tan thành hòa tan, có 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 tiếp tục tăng nhiệt độ và thời gian thì hàm lượng TPC có khuynh hướng giảm do xuất hiện sự suy thoái của các hợp chất phenolic. Báo cáo của Ross *et al.* (2011) sau khi xử lý bột hạt nhỏ ở nhiệt độ  $\geq 180^\circ\text{C}$  trong 10 phút thì hàm lượng TPC giảm đáng kể, nhóm tác giả cho rằng nguyên nhân chủ yếu là do các hợp chất này bị suy thoái bởi nhiệt. Phát hiện này tương tự với kết quả từ Kim *et al.* (2006), cho thấy hiện tượng giảm khá nhanh TPC của bột hạt nhỏ khi xử lý ở nhiệt độ  $\geq 200^\circ\text{C}$ .

Sự gia tăng hàm lượng TFC khá cao khi tòi được làm nóng lên 160 °C trong 35, 40 phút, đạt cao nhất là 2,96 mg QE/g tại 160 °C, 35 phút. Tuy nhiên, nếu tăng nhiệt độ và thời gian xử lý thì hàm lượng TFC cũng sẽ giảm bởi suy thoái do nhiệt.

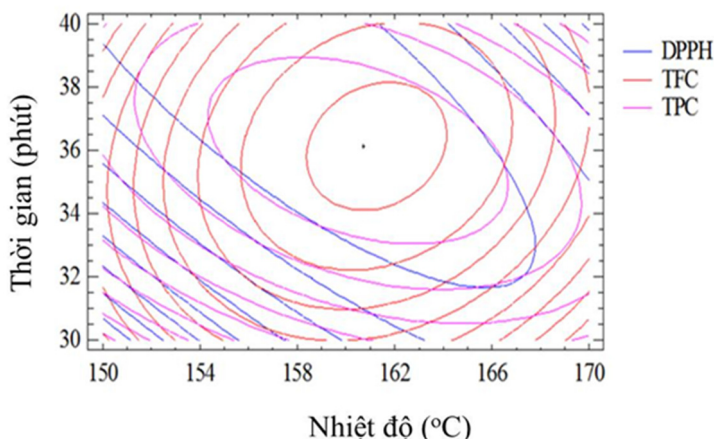
Gốc tự do-DPPH được sử dụng để đánh giá khả năng loại bỏ gốc tự do của các hợp chất chống oxy hóa trong tòi nói riêng và các loại thực vật hoặc nguyên liệu thực phẩm nói chung. Khi gia nhiệt ở 160 - 170 °C trong thời gian 35 phút có sự gia tăng

khả năng loại bỏ gốc tự do cao hơn so với các điều kiện xử lý khác, giá trị cao nhất đạt tại 160 °C, 35 phút là 73,28%. Lemos *et al.* (2012) cho rằng, sự gia tăng khả năng này một phần do tăng hàm lượng TPC, một phần do trong quá trình xử lý nhiệt hình thành của các hợp chất mới có tính chất chống oxy hóa, chẳng hạn như melanoidins sinh ra bởi phản ứng Maillard. Tuy nhiên, khi nhiệt độ cao hơn, thời gian càng kéo dài thì khả năng này càng giảm do sự suy giảm của các chất hóa học tự nhiên có sẵn trong tòi, sự mất mát các phân tử nước, hình thành các hợp chất mới ổn định hơn nhưng lại ít có hoạt tính sinh học hơn và do đó ảnh hưởng đến hoạt tính chống oxy hóa (Rawson *et al.*, 2013). Kết quả thu nhận cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Ross *et al.* (2011), ở nhiệt độ  $\geq 180^\circ\text{C}$ , khả năng loại bỏ gốc tự do giảm đã được ghi nhận và thời gian gia nhiệt kéo dài cũng tác động đến khả năng này, tại 180°C giảm đáng kể sau 20 phút làm nóng, tại 210 và 240°C thời gian này giảm xuống còn 10 phút. Từ mô hình thí nghiệm được xây dựng, phân tích tối ưu hóa nhằm xác định khoảng nhiệt độ và thời gian thích hợp cho quá trình xử lý tòi ở nhiệt độ cao đạt được hàm lượng TPC, TFC và khả năng loại bỏ gốc tự do tối ưu. Giá trị tối ưu của các nhân tố được thể hiện ở Bảng 6.

**Bảng 6: Giá trị tối ưu của các nhân tố trong thí nghiệm xử lý tòi ở nhiệt độ cao**

Nhân tố	Giá trị tối ưu
Nhiệt độ (°C)	160,50
Thời gian (phút)	35,99
Hàm lượng TPC (mgGAE/g)	6,58
Nhiệt độ (°C)	161,26
Thời gian (phút)	36,13
Hàm lượng TFC (mgQE/g)	2,90
Nhiệt độ (°C)	157,45
Thời gian (phút)	38,29
Khả năng loại bỏ gốc tự do-DPPH (%)	73,12

Đồ thị bề mặt đáp ứng (Hình 3), contour và dữ liệu ở Bảng 6 cho thấy hàm lượng TPC, TFC, khả năng loại bỏ gốc tự do-DPPH tối ưu khác nhau. Vì vậy, tìm điểm tối ưu chung là vấn đề cần thiết. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra contour tối ưu chung (Hình 4).



**Hình 4: Biểu đồ contour tối ưu nhiệt độ và thời gian xử lý**

Biểu đồ contour cùng với **Bảng 7** chỉ ra nhiệt độ và thời gian cần thiết để xử lý tối là 160,70°C và 36,10 phút sẽ thu được TPC, TFC, khả năng loại bỏ gốc tự do-DPPH là 6,58 mgGAE/g; 2,90 mg QE/g và 73,04% tương ứng. Kiểm định T-test được thực hiện cho thấy không có sự khác biệt về mặt ý nghĩa giữa các giá trị tối ưu và thực nghiệm. Như vậy quá trình xử lý tối có thể tối ưu hóa ở 160,71°C trong 36,14 phút sẽ cho sản phẩm tối có hàm lượng TPC là 6,69 mg GAE/g, TFC là 2,78 mg QE/g và loại 73,54% gốc tự do.

**Bảng 7: Giá trị tối ưu và giá trị thực nghiệm nhiệt độ, thời gian xử lý, hàm lượng TPC, TFC, khả năng loại bỏ gốc tự do-DPPH**

Nhân tố	Giá trị tối ưu	Giá trị thực nghiệm
Nhiệt độ (°C)	160,71	160,71
Thời gian (phút)	36,14	36,14
Hàm lượng TPC (mgGAE/g)	6,58	6,69
Hàm lượng TFC (mgQE/g)	2,90	2,78
Khả năng loại bỏ gốc tự do-DPPH (%)	73,04	73,54

**3.2 Đánh giá cảm quan của sản phẩm theo phương pháp Logistic**

Phương pháp phân tích khả dĩ (logistic) đánh giá khả năng chấp nhận (1) hay không chấp nhận (0) của người tiêu dùng. Kết quả thống kê cho thấy có thể xây dựng tốt mô hình hồi quy logistic diễn tả sự tương quan giữa tỉ số khả dĩ và 2 biến độc lập (nhiệt độ và thời gian xử lý). Phương trình tương quan được thể hiện với tỉ số khả dĩ =  $\exp(\text{tỉ số khả dĩ}) / (1 + \exp(\text{tỉ số khả dĩ}))$ . Trong đó tỉ số khả dĩ =  $-1318,030 + 12,836 X + 15,491 Y - 0,033 X^2 - 0,064 XY - 0,071 Y^2$  (4), với X là nhiệt độ (°C) và Y là thời gian (phút).

Phần trăm độ sai lệch của mô hình là 37,22% và phần trăm độ lệch được điều chỉnh (Adjusted percentage) là 30,39%. Theo kết quả thống kê, phân tích độ sai lệch của mô hình và số dư được trình bày ở **Bảng 8**.

**Bảng 8: Phân tích độ sai lệch (Analysis of Deviance) của phương trình (4)**

Nguồn	Độ sai lệch	Độ tự do	Giá trị P
Mô hình	65,40	5	0,0000
Số dư	110,32	129	0,8816
Tổng	175,72	134	

Kết quả cho thấy, độ sai lệch của mô hình là 65,40 và giá trị P của mô hình nhỏ hơn 0,05, do đó có thể khẳng định sự tương quan có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%. Hơn nữa, giá trị P của số dư lớn hơn 0,05 càng có thể khẳng định rằng mô hình này là không kém hơn khi so với mô hình tốt nhất có thể (với mức độ tin cậy 95% hoặc cao hơn). Bên cạnh đó, kiểm định tương thích (**Bảng 9**) cũng nhằm đánh giá độ tương thích của mô hình, đặc biệt là đánh giá sự đóng góp của từng nhân tố vào trong mô hình được đề xuất.

**Bảng 9: Kiểm định tương thích (Likelihood) của phương trình (4)**

Hệ số	Chi-bình phương	Độ tự do	Giá trị P
X	41,29	1	0,0000
Y	36,04	1	0,0000
X <sup>2</sup>	33,47	1	0,0000
XY	34,66	1	0,0000
Y <sup>2</sup>	10,79	1	0,0000

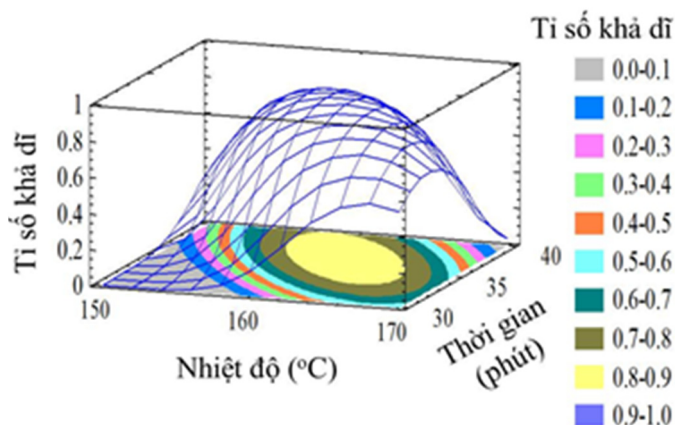
Thông thường là so sánh độ lệch của mô hình dự đoán trên phân bố Chi-bình phương với một độ tự do duy nhất để kiểm tra tính độc lập thống kê và mức độ khớp của dữ liệu. Với hồi quy logistic,

thay vì sử dụng  $R^2$  để mô tả sự phù hợp của mô hình thì độ lệch có thể được thay thế. Ngoài ra, phân tích Chi-bình phương cũng là một biện pháp đánh giá độ tương thích của các giá trị thực nghiệm và dự đoán từ mô hình, độ sai lệch nhỏ nhất là giá trị mong muốn. Giá trị P của các nhân tố cũng được xác định. Kết quả thể hiện giá trị P của mô hình nhỏ hơn 0,05 có thể khẳng định sự tương quan có ý nghĩa về mặt thống kê ở mức độ tin cậy 95%.

Tương quan giữa tỉ số khả dĩ và các nhân tố (X là nhiệt độ (°C) và Y là thời gian (phút)) cũng có thể được biểu diễn theo phương trình (5).

$$\text{Tỉ số khả dĩ} = \exp(-1318,030 + 12,836 X + 15,491 Y - 0,033 X^2 - 0,064 XY - 0,071 Y^2) / (1 + \exp(-1318,030 + 12,836 X + 15,491 Y - 0,033 X^2 - 0,064 XY - 0,071 Y^2)) \quad (5)$$

Mô hình bề mặt đáp ứng được trình bày ở Hình 5 cho thấy, khả năng ưa thích sản phẩm (hay tỉ số khả dĩ) cao nhất đạt được khi tối được xử lý ở 160°C, thời gian 37,50 phút. Khi so sánh thông số tối ưu của quá trình xử lý nhiệt về hàm lượng các chất chống oxy hóa, cũng như khả năng loại trừ gốc tự do với giá trị cảm quan sản phẩm thì có sự chênh lệch không đáng kể về nhiệt độ và thời gian, vì vậy chúng ta có thể tiến hành sản xuất sản phẩm ở 160,71°C, 36,14 phút.



Hình 5: Tương quan giữa tỉ số khả dĩ và nhiệt độ với thời gian xử lý

#### 4 KẾT LUẬN

Sản phẩm tỏi được xử lý ở nhiệt độ và thời gian thích hợp có thể làm tăng hàm lượng các hợp chất sinh học, khả năng loại trừ gốc tự do và đáp ứng yêu cầu của người tiêu dùng về giá trị cảm quan.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Aharon, S., Hana, B., Liel, G., Ran, H., Yoram, K., Ilan, S., and Shmuel, G., 2012. Effects of baking, roasting and frying on total polyphenols and antioxidant activity in colored chickpea seeds. *Food and Nutrition Sciences*, 3, 369-376.

Belsing, S. and Dille, C., 1993. *The garlic book: a garland of simple, savory, robust recipes*. Loveland, CO: Interweave press. (HAS library).

Block, E., 1985. The chemistry of garlic and onions. *Scientific American*, 252, 114-119.

Block, E., Iyer, R., Grisoni, S., Saha, C., Belman, S. and Lossing, F.P., 1988. Lipoxygenase inhibitors from the essential oil of garlic. Markovnikov addition of the allyldithio radical to olefins. *Journal of the American Chemical Society*, 110 (23), 7813-7827.

Bordia, A., Verma, S.K., Vyas, A.K., Khabya, B.L., Rathore A.S., Bhu N. and Bedi H.K., 1977. Effect of essential oil of onion and garlic on experimental atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*. 26 (3), 379-386.

Borekn, C., 2001. Antioxidant health effects of aged garlic extract. *The Journal of Nutrition*, 131 (3), 1010-115.

Castleman, M., 1991. *Garlic: the wonder drug. In the healing herbs*, 177-182.

Corzo-Martínez, M., Corzo, N. and Villamiel, M., 2007. Biological properties of onions and garlic. *Trends in Food Science and Technology*, 18 (12), 609-625.

Guan, X. and Yao, H., 2008. Optimization of viscozyme L-assisted extraction of oat bran protein using response surface methodology. *Food Chemistry*, 106, 345-351.

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.

Kim, S.Y., Jeong, S.M., Park, W.P., Nam, K.C., Ahn, D.U. and Lee, S.C., 2006. Effect of heating



- conditions of grape seeds on the antioxidant activity of grape seed extracts. *Food Chemistry*, 97 (3), 472-479.
- Lanzotti, V., 2006. The analysis of onion and garlic. *Journal of chromatography A*, 1112 (1), 3-22.
- Lawless, H.T. and Heymann, H., 2010. *Sensory Evaluation of food: principles and practices*. Springer science and business media, 5999.
- Ledezma, E. and Apitz-Castro, R., 2006. Ajoene the main active compound of garlic (*Allium sativum* L.): A new antifungal agent. *Revista iberoamericana Micologia*, 23 (2), 75-80.
- Lemos, M. R. B., de Almeida Siqueira, E. M., Arruda, S. F. and Zambiasi, R. C., 2012. The effect of roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential of baru nuts [*Dipteryx alata* Vog.]. *Food Research International*, 48 (2), 592-597.
- Mensor, L.L., Menezes, F.S., Leitão, G.G., Reis, A.S., Santos, T.C.D., Coube, C.S. and Leitão, S.G., 2001. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytotherapy Research*, 15 (2), 127-130.
- Nguyễn Phú Sơn và Nguyễn Thị Thu An, 2014. Nghiên cứu chuỗi giá trị sản phẩm tỏi tinh Ninh Thuận. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, phần D: Khoa học Chính trị, Kinh tế và Pháp luật*, 35, 16-23.
- Rahman, K. and Lowe, G.M., 2006. Garlic and cardiovascular disease: a critical review. *The Journal of Nutrition*, 136 (3), 736-740.
- Rawson, A., Hossain, M.B., Patras, A., Tuohy, M., & Brunton, N., 2013. Effect of boiling and roasting on the polyacetylene and polyphenol content of fennel (*Foeniculum vulgare*) bulb. *Food Research International*, 50 (2), 513-518.
- Ross, C.F., Hoye J.C. and Fernandez-Plotka V.C., 2011. Influence of heating on the polyphenolic content and antioxidant activity of grape seed flour. *Journal of Food Science*, 76 (6), C884-C890.
- Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Srivastava, K.C., Bordia, A. and Verma, S.K., 1995. Garlic (*Allium sativum*) for disease prevention. *South African Journal of Science*, 91, 68.
- Weisberger, A.S. and Pensky, J., 1958. Tumor inhibiting effects derived from an active principle of garlic (*Allium sativum*). *Science*, 126 (3283), 1112-1114.
- Zhu, H., Wang, Y., Liu, Y., Xia, Y., and Tang, T., 2010. Analysis of flavonoids in *Portulaca oleracea* L. by UV-vis spectrophotometry with comparative study on different extraction technologies. *Food Analytical Methods*, 3 (2), 90-97.