

## TỐI ƯU HÓA MỘT SỐ THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ TRONG QUÁ TRÌNH SẤY BÃ CÀ CHUA LÀM NGUYÊN LIỆU ĐỂ THU NHẬN LYCOPEN

Nguyễn Thị Hoàng Lan<sup>1\*</sup>, Nguyễn Thị Kim Thanh<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Quyên<sup>1</sup>,  
Trần Thị Nhung<sup>1</sup>, Nguyễn Ngọc Cường<sup>2</sup>, Trần Thị Định<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Khoa Công nghệ thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

<sup>2</sup>*Khoa Cơ - Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

Email\*: [lanctnp@vnua.edu.com](mailto:lanctnp@vnua.edu.com)

Ngày gửi bài: 27.10.2017

Ngày chấp nhận: 02.04.2018

### TÓM TẮT

Lycopene là một trong những chất có hoạt tính kháng oxy hóa mạnh trong tự nhiên, được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp thực phẩm, mỹ phẩm và dược phẩm. Cà chua là loại quả rất giàu lycopene. Lycopene chứa chủ yếu trong phần không tan trong nước như vỏ và thịt quả. Lượng bã cà chua, phế phụ phẩm từ ngành công nghiệp chế biến cà chua tương đối lớn, là nguồn nguyên liệu tiềm năng để thu nhận lycopene. Nghiên cứu này nhằm tối ưu hóa một số yếu tố công nghệ trong quá trình sấy khô bã cà chua dùng làm nguyên liệu để chiết xuất lycopene. Kết quả cho thấy nhiệt độ sấy tối ưu là 65°C và độ ẩm bã cà chua sau sấy là 23%. Ở điều kiện này, hàm lượng lycopene của bã cà chua sấy đạt 8,92 mg/g chất khô và khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết lycopene là 8,14  $\mu\text{mol TE/g}$  chất khô.

Từ khóa: Bã cà chua, lycopene, tối ưu hóa.

### Optimizing Some Factors of Drying Tomato Waste for Lycopene Extraction

#### ABSTRACT

Lycopene, one of the natural substances, possesses high antioxidant activity. It is widely used in food, cosmetic, and pharmaceutical industries. Tomato is a rich source of lycopene present in the water insoluble fractions such as skin and pulp. Therefore, solid waste from the tomato processing industry is a potential material for lycopene extraction. This study aimed to optimize factors influencing the drying process of tomato waste to be used for lycopene extraction. Optimal drying temperature and final moisture content were 65°C and 23%, respectively. Under these conditions, the lycopene content of the dried tomato waste was 8.92 mg/g dry matter and the antioxidant activity of the lycopene extract was 8.14  $\mu\text{mol TE/g}$  dry matter.

Keywords: Tomato waste, lycopene, optimization.

#### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lycopene là một sắc tố carotenoid có màu đỏ được tìm thấy nhiều trong các loại rau quả như cà chua, dưa hấu, gấc, cà rốt... (Britton, 2004). Lycopene được sử dụng như là một chất màu tự nhiên quan trọng trong công nghiệp thực phẩm. Bên cạnh đó, lycopene giúp bảo vệ tế bào chống lại quá trình oxy hóa, do đó làm giảm nguy cơ xơ vữa động mạch và bệnh tim mạch vành, ung thư

(Rao *et al.*, 2006). Lycopene là một trong những chất chống oxy hóa có hoạt tính mạnh trong tự nhiên, khả năng chống oxy hóa của nó mạnh gấp 2 lần so với  $\beta$ -carotene và cao gấp 10 lần so với  $\alpha$ -tocopherol (Liana *et al.*, 2009). Vì vậy, nhu cầu sử dụng lycopene trong dược phẩm, thực phẩm và mỹ phẩm ngày càng tăng cao.

Các nguồn chính cung cấp lycopene trong chế độ ăn của con người là cà chua và các sản phẩm từ cà chua (Schwartz *et al.*, 2002).

Lycopene chiếm khoảng 80 - 90% tổng số carotenoid trong cà chua. Toor & Savage (2005) nhận thấy 70 - 90% lycopene có mặt trong vỏ, hạt và thịt quả. Trong vỏ cà chua có chứa hàm lượng lycopene gấp 5 lần thịt quả và cao hơn đáng kể so với hạt (Sharma & Maguer, 1996). Công nghiệp chế biến cà chua tạo ra một lượng lớn bã thải rắn, khoảng 10 - 40% cà chua chế biến trong đó bao gồm 33% hạt, 27% vỏ và 40% thịt quả (Topal *et al.*, 2006). Ở Việt Nam và các nước khác, bã cà chua chủ yếu được sử dụng làm thức ăn gia súc hoặc làm phân bón mà không được sử dụng làm thực phẩm cho con người (Knoblich *et al.*, 2005). Do đó một lượng lớn carotenoid đã bị mất đi trong bã thải. Mặt khác, bã cà chua thường có độ ẩm cao, là môi trường thuận lợi cho vi sinh vật phát triển. Vì vậy, bã cần được sấy khô để bảo quản làm nguyên liệu chiết tách lycopene. Tuy nhiên hàm lượng lycopene bã cà chua trong quá trình sấy bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ, ánh sáng và oxy. Favati *et al.* (2003) nhận thấy rằng hàm lượng nước trong bã cà chua có ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất chiết lycopene. Kết quả của Beatriz *et al.* (2009) cho thấy khi tăng độ ẩm của mẫu từ 4,6% tới 22,8% sẽ làm tăng hiệu suất chiết lycopene, do ở độ ẩm cao lớp lipid kép của màng tế bào thay đổi tính chất, dẫn đến lycopene dễ dàng được khuếch tán vào dung môi.

Mặt khác, lycopene là một trong số những carotenoid tự nhiên nhạy cảm với oxy nhất, do đó thời gian sấy càng dài để đạt được độ ẩm của bã sau sấy càng thấp sẽ làm giảm khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết lycopene từ bã cà chua (Shi & Maguer, 2000). Việc xác định độ ẩm thích hợp của bã cà chua trong quá trình sấy cho hiệu suất chiết lycopene và khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết lycopene cao là cần thiết. Ngoài ra, nhiệt độ sấy cũng là yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng lycopene của bã cà chua sấy khô vì lycopene rất dễ bị phân hủy bởi nhiệt (Xianquan *et al.*, 2005). Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm tối ưu hóa một số thông số công nghệ có ảnh hưởng đến hàm lượng lycopene và khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết lycopene (đặc biệt là độ ẩm) của bã cà chua sấy khô, nguyên liệu dùng để chiết xuất lycopene ở nghiên cứu tiếp theo.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu

Nguyên liệu sử dụng cho nghiên cứu là bã cà chua từ giống cà chua kháng xoắn Chanoka F1 thu hoạch tại hợp tác xã sản xuất rau thôn Đoài, xã Tam Giang, huyện Yên Phong, tỉnh Bắc Ninh. Cà chua thu hái ở thời kỳ chín đỏ, diện tích bề mặt trên 90% màu đỏ tươi.

Hóa chất sử dụng trong nghiên cứu gồm chất chuẩn lycopene (Sigma-Aldrich, Mỹ), trolox, DPPH (Diphenylpicrylhydrazyl), dung môi ethyl acetate, hexane, dichloromethane, methanol, acetone (Merck, Đức).

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Bố trí thí nghiệm tối ưu hóa sấy bã cà chua bằng phương pháp sấy đối lưu

Bã cà chua tươi có độ ẩm 82 - 83% được sấy đối lưu ở các nhiệt độ, từ 50 - 70°C đến các độ ẩm sản phẩm khác nhau (7 - 23%). Bã sau khi sấy được chứa trong ống falcon bọc giấy bạc kín và bảo quản trong tủ lạnh đông -18°C ± 2.

Để tối ưu hóa quá trình sấy nhằm thu được hàm lượng lycopene và hoạt tính kháng oxy hóa cao trong bã cà chua sấy khô, hai yếu tố chính cần tối ưu là nhiệt độ sấy ( $X_1$ ) và độ ẩm bã cà chua sau sấy ( $X_2$ ). Dựa vào kết quả khảo sát trước đó của nhóm nghiên cứu đồng thời nghiên cứu quốc tế đã được công bố (Beatriz *et al.*, 2009), mức độ biến thiên của 2 yếu tố thí nghiệm như sau: nhiệt độ sấy: 50, 60 và 70°C, độ ẩm bã sau sấy: 7, 15 và 23%. Trong bài toán tối ưu hóa này, 3 mức giá trị được khảo sát cho mỗi biến số, cụ thể là mức dưới (mã hóa là -1), mức giữa (mã hóa là 0) và mức trên (mã hóa là +1). Thí nghiệm tối ưu hóa được thiết kế trên phần mềm JMP 13.0 (SAS Institute, Inc., Cary, NC, Mỹ) như được trình bày trong bảng 1.

Để xác định giá trị tối ưu cho hai yếu tố thí nghiệm, kết quả phân tích được khớp với phương trình đa thức bậc 1 bằng phương pháp hồi quy đa biến. Mô hình toán học sử dụng để xác định giá trị tối ưu cho các yếu tố có dạng như sau:

**Bảng 1. Thiết kế thí nghiệm tối ưu hóa quá trình sấy bã cà chua**

Công thức	Giá trị mã hóa		Giá trị thực	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Nhiệt độ sấy (°C)	Độ ẩm bã sau sấy (%)
CT1	1	1	70	23
CT2	0	0	60	15
CT3	-1	1	50	23
CT4	-1	-1	50	7
CT5	1	1	70	23
CT6	1	-1	70	7
CT7	-1	-1	50	7

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_1 \cdot X_2$$

Áp dụng công thức chuyển đổi giá trị mã hoá của các yếu tố thí nghiệm:

$$X_1 = (X_{1 \max} - X_{1 \min}) \cdot X_{1 \text{ mã hoá}} / 2 + (X_{1 \min} + X_{1 \max}) / 2.$$

$$X_2 = (X_{2 \max} - X_{2 \min}) \cdot X_{2 \text{ mã hoá}} / 2 + (X_{2 \min} + X_{2 \max}) / 2.$$

Trong đó:  $b_0 - b_3$  là hệ số hồi quy

$X_1, X_2$ : yếu tố thí nghiệm cần tối ưu.

$Y_1$ : hàm mục tiêu là hàm lượng lycopene (mg/g CK)

$Y_2$ : hàm mục tiêu là khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết lycopene ( $\mu\text{mol TE/g CK}$ ).

Để xác định yếu tố nào có ảnh hưởng rõ rệt tới hàm lượng lycopene và khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết lycopene hàm kỳ vọng đơn Deringer được sử dụng để tối ưu hóa yếu tố đầu ra. Hàm kỳ vọng này đã chuyển hóa biến phụ thuộc thành điểm kỳ vọng, dao động từ 0 (không mong muốn) đến 1 (mong muốn). Hàm này có thể đạt giá trị lớn nhất hoặc nhỏ nhất tùy theo mục đích thí nghiệm. Trong nghiên cứu này hàm kỳ vọng được đặt tối đa hóa. Phương trình hàm kỳ vọng có dạng như sau:

$$d_i = \begin{cases} 0 & y_i \leq y_{i,\min} \\ \left[ \frac{(y_i - y_{i,\min})}{(y_{i,\max} - y_{i,\min})} \right]^{w_i} & y_{i,\min} \leq y_i \leq y_{i,\max} \\ 1 & y_i \geq y_{i,\max} \end{cases}$$

Trong đó,  $y_{i,\min}$  và  $y_{i,\max}$  là mức tối thiểu và mức tối đa tương ứng của các biến độc lập, đây

là giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của hàm lượng lycopene và khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết lycopene. Các điểm kỳ vọng đơn sau đó được kết hợp với nhau tạo thành điểm kỳ vọng tổng thể (D) và được tính theo công thức:

$$D = \left( \prod_{i=1}^n d_i^{r_i} \right)^{1/\sum r_i}$$

Trong đó,  $r_i$  thể hiện hệ số trọng lượng cho mỗi chỉ tiêu chất lượng. Trong nghiên cứu này,  $r_i$  được cố định là 1.

### 2.2.2. Phương pháp trích ly lycopene

Cân 0,5 g mẫu bã cà chua sấy khô đã nghiền nhỏ vào ống falcon 15 ml. Mẫu được trích ly bằng dung môi ethyl acetate với tỷ lệ dung môi/nguyên liệu là 40/1 (v/m) ở 50°C trong 90 phút, số lần trích ly là 3 lần, thời gian trích ly 30 phút/lần. Quá trình trích ly được thực hiện trong máy lắc ổn nhiệt. Sau thời gian trích ly, hỗn hợp dịch chiết và bã được ly tâm ở 4.000 rpm/10 phút. Sau đó phần dịch nổi được thu hồi và bảo quản ở -80°C, dùng để phân tích hàm lượng lycopene và khả năng kháng oxy hóa.

### 2.2.3. Phương pháp phân tích

#### a. Xác định hàm lượng lycopene

Hàm lượng lycopene được xác định bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) 10Ai Shimadzu. Chương trình HPCL: Cột XDB\_C18 (5  $\mu\text{m}$ , Analytical 4,6  $\times$  25 mm). Pha động: aceton. Tốc độ dòng: 1,2 ml/phút; nhiệt độ cột: 30°C; phổ lycopene được phát hiện ở bước sóng 470 nm. Thời gian lưu mẫu: 26,01 phút.

*b. Xác định khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết lycopene*

Khả năng kháng oxy hóa được xác định bằng phương pháp DPPH (Duan *et al.*, 2007), trong đó trolox được dùng làm chất chuẩn. Khả năng kháng oxy hóa được xác định dựa trên đường chuẩn mô tả mối tương quan giữa nồng độ trolox và tỷ lệ (%) kìm hãm, được biểu diễn bằng  $\mu\text{mol TE/g CK}$  (TE-Trolox Equivalent).

*c. Xác định độ ẩm của bã cà chua tươi và cà chua sau sấy*

Sử dụng cân xác định độ ẩm nhanh MA-37. Lấy khoảng 0,5 - 1 g mẫu cho vào đĩa sấy và tiến hành sấy đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105°C. Khi đạt độ ẩm không đổi, máy tự động ngừng và báo kết quả.

### 2.3. Xử lý số liệu

Số liệu để xác định các chỉ tiêu DPPH, hàm lượng lycopene được phân tích trên phần mềm Microsoft Excel và JMP 13.0 (SAS Institute, Inc., Cary, NC, Mỹ).

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Xác định chất lượng nguyên liệu bã cà chua

Hàm lượng lycopene trong bã cà chua phụ thuộc vào giống cà chua khác nhau. Kết quả phân tích một số chỉ tiêu chất lượng của nguyên liệu bã cà chua tươi từ giống cà chua kháng xoắn Chanoka F1 được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2 cho thấy tỷ lệ bã thu được đối với giống cà chua trong nghiên cứu này là 6,68%. Độ ẩm bã rất cao 83,82%, là môi trường thuận lợi cho vi sinh vật phát triển nên bã cần phải được sấy khô ngay sau khi thu hồi phụ phẩm

của quá trình chế biến cà chua. Hàm lượng lycopene trong bã cà chua là 39,27 mg/g chất khô và khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết từ bã cà chua là 70,44  $\mu\text{mol TE/g}$  chất khô.

### 3.2. Tối ưu hóa một số thông số công nghệ trong quá trình sấy bã cà chua bằng phương pháp sấy đối lưu

Để xác định ảnh hưởng của hai yếu tố thí nghiệm là nhiệt độ sấy và độ ẩm của bã cà chua sau sấy đến hàm lượng lycopene của bã cà chua sấy khô, bã cà chua được sấy ở nhiệt độ 50 - 70°C và độ ẩm 7 - 23%. Bã cà chua sau sấy ở các điều kiện khác nhau được dùng làm nguyên liệu để chiết lycopene bằng dung môi ethyl acetate nguyên chất với tỷ lệ dung môi/nguyên liệu là 40/1 ở 50°C trong 90 phút. Hàm lượng lycopene và khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết từ bã cà chua sau sấy được thể hiện ở bảng 3.

Kết quả bảng 3 cho thấy hàm lượng lycopene thu được từ bã cà chua được sấy ở các điều kiện khác nhau dao động từ 3,76 - 10,40 mg/g chất khô. Hàm lượng lycopene cao ở các công thức CT1, CT3 trong khi đó thấp ở các công thức CT7 và CT4. Hai nhóm công thức này có độ ẩm của bã sau sấy khác nhau theo thứ tự là 23% độ ẩm ở nhóm có hàm lượng lycopene cao và 7% độ ẩm ở nhóm có hàm lượng lycopene thấp. Do đó, độ ẩm của bã có thể là yếu tố chính ảnh hưởng đến hàm lượng lycopene. Điều này có thể giải thích rằng quá trình sấy bã cà chua từ độ ẩm 83% đến độ ẩm thấp 7% đã làm cho lycopene bị phân hủy do tiếp xúc với nhiệt độ và oxy trong thời gian dài (Xianquan *et al.*, 2005).

Để đánh giá ảnh hưởng của hai yếu tố thí nghiệm: nhiệt độ sấy và độ ẩm bã sau sấy đến hàm lượng lycopene và để nhận được điểm kỳ




**Bảng 2. Một số chỉ tiêu chất lượng của nguyên liệu bã cà chua tươi**

Chỉ tiêu	Kết quả
Độ ẩm (%)	83,82 ± 0,45
Tỉ lệ bã (%)	6,68 ± 0,38
Hàm lượng lycopene (mg/g CK)	39,27 ± 7,72
Khả năng kháng oxy hóa ( $\mu\text{mol TE/g CK}$ )	70,44 ± 7,47

**Bảng 3. Kết quả thí nghiệm tối ưu hóa quá trình sấy**

Công thức	Nhiệt độ sấy (°C)	Độ ẩm bã sau sấy (%)	Hàm lượng lycopene (mg/g CK)	Khả năng kháng oxy hóa (μmol TE/ g CK)
CT1	70	23	8,60	9,20
CT2	60	15	5,34	6,22
CT3	50	23	9,01	8,26
CT4	50	7	3,78	4,43
CT5	70	23	10,40	7,50
CT6	70	7	6,70	4,71
CT7	50	7	3,76	4,10

**Bảng 4. Ảnh hưởng của các biến số đầu vào đến hàm lượng Lycopene trong dịch chiết**

Yếu tố	Giá trị ảnh hưởng	Mức ảnh hưởng của các yếu tố	Giá trị p
Độ ẩm bã sau sấy (%)	8,11		0,00000
Nhiệt độ sấy (°C)	0,88		0,13
Nhiệt độ sấy (°C) * độ ẩm bã sau sấy (%)	0,23		0,59

**Bảng 5. Giá trị ước lượng của hệ số hồi quy về hàm lượng Lycopene của mô hình đa biến**

Thành phần	Hệ số hồi quy	Sai số	t Ratio	p - value
Hệ số tự do	-1,25	2,11	-0,59	0,56
Nhiệt độ sấy (°C)	0,05	0,03	1,59	0,13
Độ ẩm bã sau sấy (%)	0,29	0,04	7,01	< 0,0001*
Nhiệt độ sấy (°C) * độ ẩm bã sau sấy (%)	0,0001	0,004	0,04	0,97

vọng ở các điều kiện sấy khác nhau. Kết quả thí nghiệm được khớp với hàm mục tiêu như đã trình bày ở phần 2.2.1. Sau khi xử lý số liệu bằng phần mềm JMP 13.0 sự tương tác của từng yếu tố và giữa các yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng lycopene và khả năng kháng oxy hóa được thể hiện ở bảng 4.

Kết quả bảng 4 cho thấy nhiệt độ sấy và sự tương tác giữa nhiệt độ sấy và độ ẩm bã cà chua không ảnh hưởng nhiều đến hàm lượng lycopene của dịch chiết, duy chỉ có yếu tố chính là độ ẩm bã cà chua sau sấy có tác động rõ rệt đến hàm lượng lycopene ở mức ý nghĩa ( $p \leq 0,05$ ).

Kết quả bảng 5 một lần nữa khẳng định nhiệt độ sấy và sự tương tác giữa nhiệt độ sấy và độ ẩm của bã cà chua sau sấy không ảnh hưởng nhiều đến hàm mục tiêu  $Y_1$  (hàm lượng

lycopene) ở mức ý nghĩa  $p \leq 0,05$ . Trong khi đó độ ẩm bã cà chua có ảnh hưởng ý nghĩa đến hàm lượng lycopene trong dịch chiết ở mức  $p \leq 0,05$ . Hơn nữa, hệ số hồi quy của yếu tố độ ẩm bã và nhiệt độ sấy là số dương, chứng tỏ độ ẩm của bã và nhiệt độ có mối tương quan tỷ lệ thuận với hàm lượng lycopene. Nói cách khác, trong phạm vi khảo sát, khi độ ẩm bã và nhiệt độ sấy càng tăng thì hàm lượng lycopene thu nhận càng cao. Tuy nhiên, ảnh hưởng của nhiệt độ đến hàm lượng lycopene không nhiều như độ ẩm của bã do hệ số hồi quy của nhiệt độ có độ lớn nhỏ hơn nhiều. Kết quả trong nghiên cứu này có cùng xu hướng với nghiên cứu được thực hiện bởi Beatriz *et al.* (2009) khi nhóm này kết luận rằng tăng độ ẩm của mẫu từ 4,6% tới 22,8% sẽ làm tăng hiệu suất chiết lycopene. Tuy nhiên, nếu độ ẩm

**Bảng 6. Giá trị ước lượng của hệ số hồi quy khả năng kháng oxy hóa của mô hình đa biến**

Thành phần	Hệ số hồi quy	Sai số	t Ratio	p - value
Hệ số tự do	1,63	1,09	1,49	0,15
Nhiệt độ sấy (°C)	0,02	0,02	0,93	0,36
Độ ẩm bã sau sấy (%)	0,24	0,02	10,95	< 0,0001*
Nhiệt độ sấy (°C) * độ ẩm bã sau sấy (%)	0,001	0,002	0,55	0,59

bã cà chua quá cao là môi trường thuận lợi cho vi sinh vật phát triển (Kaur *et al.*, 2008), do đó rút ngắn thời gian bảo quản của bã.

Từ kết quả ước lượng hệ số hồi quy chúng tôi xây dựng được phương trình mô tả mối tương quan giữa hàm lượng lycopene và các yếu tố thí nghiệm như sau:

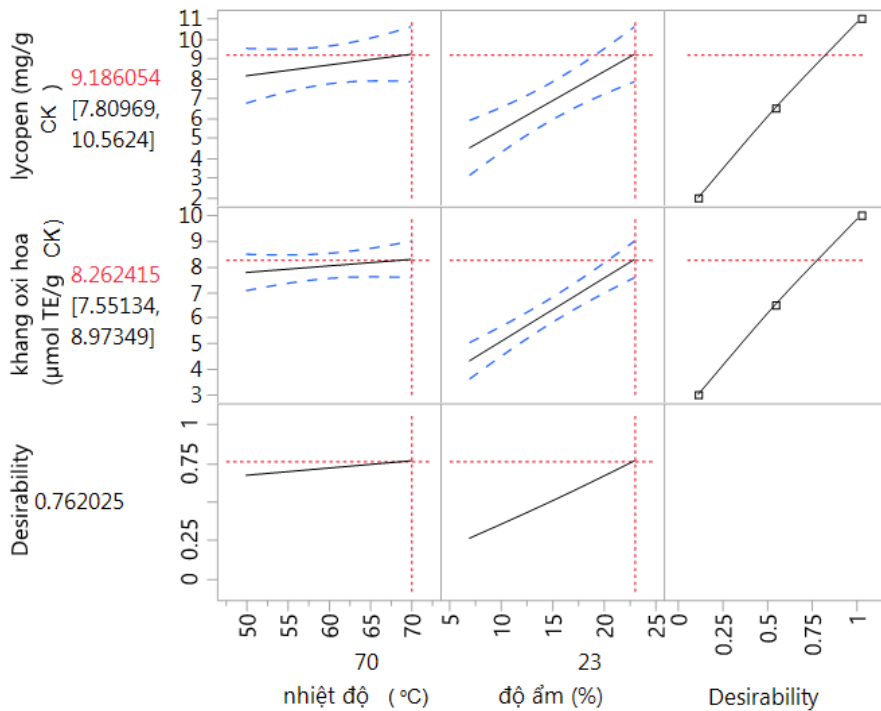
$$Y_1 = -1,25 + 0,05X_1 + 0,29X_2 + 0,0001X_1X_2$$

Với  $Y_1$  là hàm lượng lycopene (mg/g CK)

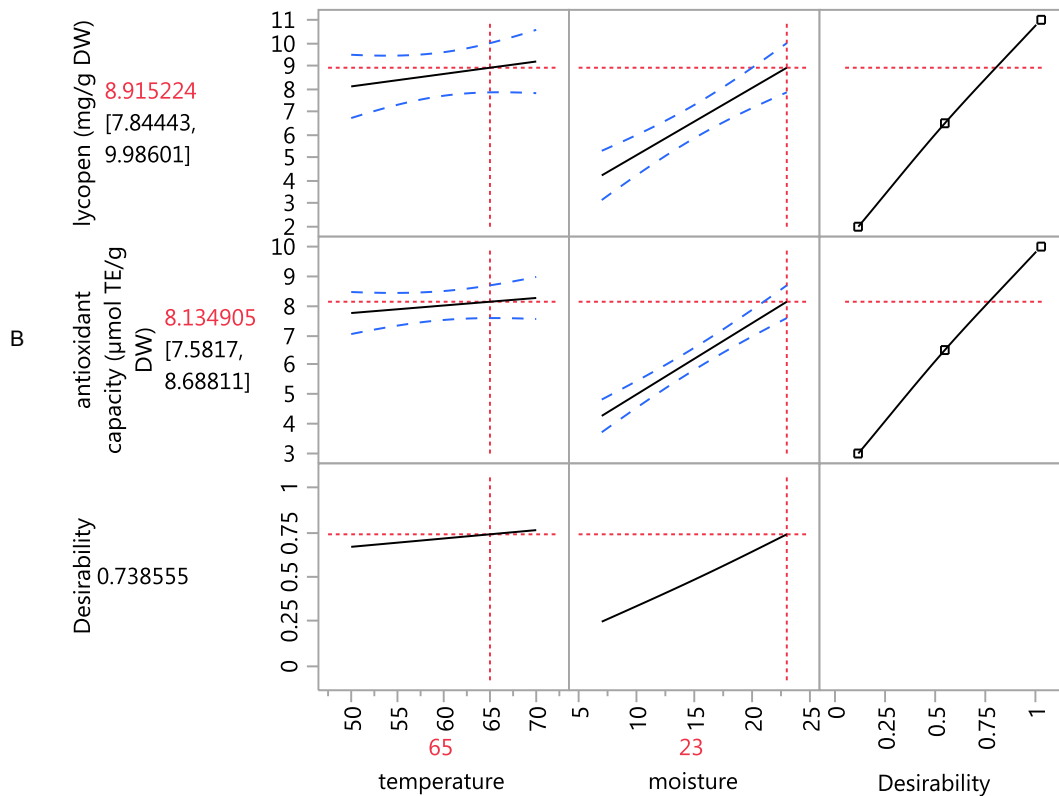
$X_1$  là nhiệt độ sấy (°C) và  $X_2$  là độ ẩm bã cà chua sau sấy (%)

Ảnh hưởng của yếu tố thí nghiệm đến khả năng kháng oxy hóa của mô hình đa biến được thể hiện ở bảng 6.

Kết quả bảng 6 cho thấy giữa hai yếu tố nhiệt độ sấy và độ ẩm bã cà chua sau sấy chỉ có yếu tố độ ẩm bã cà chua sau sấy ảnh hưởng rõ rệt đến hàm mục tiêu  $Y_2$  ở mức ý nghĩa  $p \leq 0,05$ . Hệ số của yếu tố độ ẩm bã cà chua và nhiệt độ là số dương, điều đó chứng tỏ rằng nếu độ ẩm bã cà chua sau sấy tăng thì khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết lycopene tăng. Kết quả này phù hợp với lý thuyết cho rằng lycopene là một trong số những carotenoid tự nhiên nhạy cảm với oxy nhất (Shi & Maguer, 2000). Trong khi đó, nhiệt độ sấy và sự tương tác giữa nhiệt độ sấy và độ ẩm bã cà chua sau sấy ảnh hưởng không có nghĩa đến hàm mục tiêu  $Y_2$  ở mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$ , điều này còn được phản ánh qua độ lớn của hệ số hồi quy của yếu tố nhiệt độ.



A



**Hình 1. Xác định miền tối ưu cho một số thông số công nghệ của quá trình sấy bã cà chua**

Từ kết quả ước lượng hệ số hồi quy chúng tôi xây dựng được phương trình mô tả mối tương quan giữa khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết lycopene và các yếu tố thí nghiệm như sau:

$$Y_2 = 1,63 + 0,02X_1 + 0,24X_2 + 0,001X_1X_2$$

$Y_2$  là khả năng kháng oxy hóa ( $\mu\text{mol TE/g}$  chất khô)

$X_1$  là nhiệt độ sấy ( $^{\circ}\text{C}$ ) và  $X_2$  là độ ẩm bã cà chua sau sấy (%)

Để xác định giá trị tối ưu của hai yếu tố thí nghiệm, điểm kỳ vọng được tối đa hóa sử dụng đồ thị dự đoán hàm lượng lycopene và khả năng kháng oxy hóa của dịch trích ly. Kết quả được thể hiện trên hình 1A và 1B.

Kết quả ở hình 1A cho thấy hàm lượng lycopene trong bã cà chua và khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết đạt cao nhất là 9,19 mg/g chất khô và 8,27  $\mu\text{mol TE/g}$  chất khô theo thứ tự khi sấy bã ở nhiệt độ 70 $^{\circ}\text{C}$  và độ ẩm bã cà chua sau sấy là 23%. Tuy nhiên theo Shi & Maguer

(2000), nhiệt độ cao gây ra sự chuyển hóa đồng phân dạng trans của lycopene thành dạng cis. Do đó, khi sấy ở nhiệt độ cao trong thời gian dài sẽ gây ra sự tổn thất lycopene lớn. Vì vậy, để đảm bảo chất lượng lycopene thu được, nhiệt độ sấy tối ưu được lựa chọn là 65 $^{\circ}\text{C}$  và độ ẩm bã cà chua sau sấy là 23%. Kết quả độ ẩm này tương tự như nghiên cứu được thực hiện bởi Beatriz *et al.* (2009) cho thấy độ ẩm bã cà chua sau sấy là 22,8% cho hiệu suất chiết lycopene cao nhất. Dưới điều kiện này, hàm lượng lycopene của bã là 8,92 mg/g chất khô (Hình 1B) thấp hơn 0,27 mg/g chất khô so với khi sấy ở 70 $^{\circ}\text{C}$ , tuy nhiên sự thấp hơn này không đáng kể trong khi chất lượng lycopene thu được tốt hơn và giảm được nhiệt lượng khi sấy.

Kết quả tối ưu hóa cũng cho thấy rằng độ ẩm của bã cà chua sấy khô có ảnh hưởng nhiều nhất đến hàm lượng lycopene trích ly thu được trong bã. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Favati *et al.* (2003) cho thấy hàm lượng lycopene trong bã cà chua khô thấp hơn so với bã tươi.

#### 4. KẾT LUẬN

Bã cà chua là nguồn nguyên liệu tiềm năng để thu nhận lycopene ứng dụng trong công nghiệp dược phẩm, thực phẩm và mỹ phẩm. Trong nghiên cứu này một số thông số công nghệ chính ảnh hưởng tới hàm lượng lycopene của bã cà chua sấy khô trong quá trình sấy đã được tối ưu hóa. Nhiệt độ sấy tối ưu được lựa chọn là 65°C và độ ẩm bã cà chua sau sấy là 23%. Với điều kiện này, hàm lượng lycopene của bã là 8,92 mg/g chất khô và khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết 8,13  $\mu\text{mol TE/g}$  chất khô.

#### LỜI CẢM ƠN

Bài báo này thể hiện kết quả của một nghiên cứu thuộc dự án hợp tác giữa Viện Hàn lâm Nghiên cứu và Đào tạo đại học (ARES) và Học Viện Nông nghiệp Việt Nam về chương trình hỗ trợ thể chế được hỗ trợ bởi ARES với Quỹ Hợp tác Phát triển của Vương Quốc Bỉ.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Beatriz P.N., F.P. Antonnio, L.P.P. Fernando, R.L. Mendes (2009). Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of trans-lycopene from Portuguese tomato industrial waste. *Food Chemistry*, 116: 680-685.

Britton G., S. Liaaen-Jensen & H. Pfander (2004). *Carotenoids handbook* (second ed.). Basel, Switzerland: Birkhäuser Verlag AG.

Duan X.W., G.F. Wu, Y.M. Jiang (2007). Evaluation of the antioxidant properties of litchi fruit phenolics in relation to pericarp browning prevention. *Molecules*, 12: 759-771.

Favati F., A. Pietrafesa and F. Galgano (2003). Extraction of natural antioxidants (carotenoids and tocopherols) from by-products of the tomato

processing industry. In proceedings of the sixth international symposium on supercritical fluids. Versailles. France, 1: 321-328.

Kaur D., A.A. Wani, D.P.S. Oberoi & D.S. Sogi (2008). Effect of extraction conditions on lycopene extractions from tomato processing waste skin using response surface methodology. *Food Chemical*, 108: 711-718.

Knoblich M., B. Anderson, D. Latschaw (2005). Analyses of tomato peel and seed by products and their use as a source of carotenoids. *Journal of Agricultural and Food Chemical*, 85: 1166-1170.

Liana M.A.I.G., D-M B.I Gergen, S.Alda. C. M.L. Nita (2009). Lycopene content of tomatoes and tomato products. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 15(4): 540-542.

Rao A.V., M.R.Ray and R.G.Rao (2006). Lycopene. *Advances in Food And Nutrition Research*, 51. 99-164.

Schwartz S. J., C.L.Hadley, E.C. Miller & S.K.Clinton (2002). Chemistry, bioavailability and health benefits of lycopene and other carotenoids in tomato products. In *Second international congress on pigments in foods*, pp. 61-69.

Sharma S. K & M.L Maguer (1996). Lycopene in tomatoes and tomato pulp fractions. *Italian Journal of Food Science*, 2: 107-113.

Shi J & M.L. Manguer (2000). Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Food Science Nutrition*, 40: 1-42.

Toor R.K & G.P Savage (2005). Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Research International*, 38: 487-494.

Topal U., M. Sasaki, M. Goto, K. Hayakawa (2006). Extraction of lycopene from tomato skins with supercritical carbon dioxide: Effect of operating conditions and solubility analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemical*, 54(15): 5604-5610.

Xianquan S., J. Shi, Y. Kakuda, J. Yueming (2005). Stability of lycopene during Food Processing. *Journal of Medicinal Food*, pp. 2160-2165.