

## XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ HỢP LÝ TRONG XỬ LÝ NHIỆT TRÀ Ô LONG BẰNG VI SÓNG

### DETERMINATION OF REASONABLE TECHNICAL PARAMETERS FOR HEAT TREATMENT OOLONG TEA BY MICROWAVE

Lê Anh Đức<sup>1</sup>, Phạm Trường Sơn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Đồng Nai, Việt Nam

Ngày toà soạn nhận bài 4/1/2018, ngày phản biện đánh giá 30/1/2018, ngày chấp nhận đăng 5/2/2018.

#### TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định mối quan hệ giữa các thông số công nghệ của quá trình xử lý nhiệt trà ô long bằng vi sóng (thời gian xử lý, nhiệt độ xử lý và công suất vi sóng) và hiệu quả diệt men, chất lượng, dinh dưỡng lá trà ô long sau quá trình xử lý (enzyme, tanin, polyphenol tổng) và xác định thông số công nghệ hợp lý cho quá trình xử lý. Trà ô long Kim Tuyên được xử lý nhiệt bằng vi sóng với thời gian xử lý thay đổi từ 280 – 380 giây, nhiệt độ thay đổi từ 67 – 83°C và công suất vi sóng từ 1.200 – 1.600 W. Ba phương trình toán dạng hồi quy bậc hai mô tả ảnh hưởng của các thông số nghệ đến khả năng diệt enzyme và hàm lượng dinh dưỡng của trà là tanin và polyphenol đã được thiết lập. Các thông số công nghệ hợp lý và các chỉ tiêu của quá trình xử lý nhiệt trà ô long bằng vi sóng đã được xác định, thời gian xử lý là 5,6 phút, nhiệt độ xử lý 73°C và công suất vi sóng 730 W/kg – trà sẽ có hiệu quả diệt men tốt nhất và chất lượng trà đạt cao nhất: hàm lượng enzyme polyphenol oxydase 11,69%, hàm lượng tanin 21% và hàm lượng polyphenol tổng 22,13%. Hiệu quả của xử lý nhiệt trà ô long bằng vi sóng cao hơn rõ rệt so với phương pháp xử lý truyền thống.

**Từ khóa:** trà ôlong; công suất vi sóng; nhiệt độ; enzyme; tanin; polyphenol.

#### ABSTRACT

The study aims to determine the relationship of technical parameters for heat treatment oolong tea by microwave (including processing time, temperature and microwave power) and inactivate enzyme, quality, nutrient of processed tea leaves (including enzyme, tannin and polyphenol content) and determine of the reasonable technical parameters for the heating process. The Kim Tuyen oolong tea is heat treated by the microwave heat treatment machine with processing time range from 280 to 380 second, temperature range from 67 to 83°C, microwave power range from 1.200 to 1.600 W. Three quadratic regression equations describe the influence of the technical parameters on inactivating enzyme and quality of product such as tannin and polyphenol were determined. The reasonable technical parameters for heat treatment oolong tea by microwave are processing time of 5.6 minutes, temperature of 73°C, microwave power of 730 W/kg of tea. At the regime, the objective functions reached the optimum including enzyme polyphenol oxidase of 11.69%, tannin reaches 21% and polyphenol reaches 22.13%. The effectiveness of heat treatment oolong tea by microwave is significantly better than by traditional method.

**Keywords:** Oolong tea; microwave power; temperature; enzyme; tannin; polyphenol.

#### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xử lý nhiệt cho lá trà ô long là một trong những công đoạn rất quan trọng quyết định

đến chất lượng của trà thành phẩm. Công đoạn xử lý nhiệt, mà trong chế biến thường gọi là diệt men hoặc sao trà, có tác dụng tiêu diệt các enzyme trong trà, làm cho nước

trong trà bay hơi nên lá trà trở nên dẻo hơn, dễ vò định hình ở công đoạn tiếp theo, tạo được hương đặc trưng cho trà và khử mùi hăng trong lá trà nguyên liệu.

Công nghệ và thiết bị sử dụng phổ biến cho xử lý nhiệt trà ô long hiện nay là kiểu sao trà dùng thùng quay với nhiên liệu đốt là gas. Lá trà tiếp xúc trực tiếp với bề mặt thùng quay có nhiệt độ lên đến 290 - 320°C trong thời gian tương đối dài từ 7 - 8 phút, vì vậy nhiệt độ lá trà lên cao và không ổn định, từ 70 - 90°C và đặc biệt thời gian xử lý hoàn toàn tùy thuộc vào kinh nghiệm người vận hành, vì vậy chất lượng trà không đồng đều giữa các mẻ xử lý. Mặc dù nhiệt độ xử lý cao nhưng hoạt tính enzyme của trà sau khi diệt men vẫn còn cao, khoảng 23 - 30%, nếu tăng nhiệt độ và thời gian xử lý để tăng hiệu quả diệt men thì lá trà sẽ bị “cháy”, bị biến đổi màu sắc và giảm thành phần dinh dưỡng do tác động của nhiệt độ trong thời gian tương đối dài.

Xử lý nhiệt bằng vi sóng cho một số loại nông sản thực phẩm đã cho thấy nhiều ưu điểm so với các phương pháp xử lý tương ứng khi không có sự hỗ trợ của vi sóng như thời gian gia nhiệt rất nhanh nên giảm thời gian xử lý, khả năng diệt enzyme cao, chất lượng sản phẩm được cải thiện tốt hơn, độ

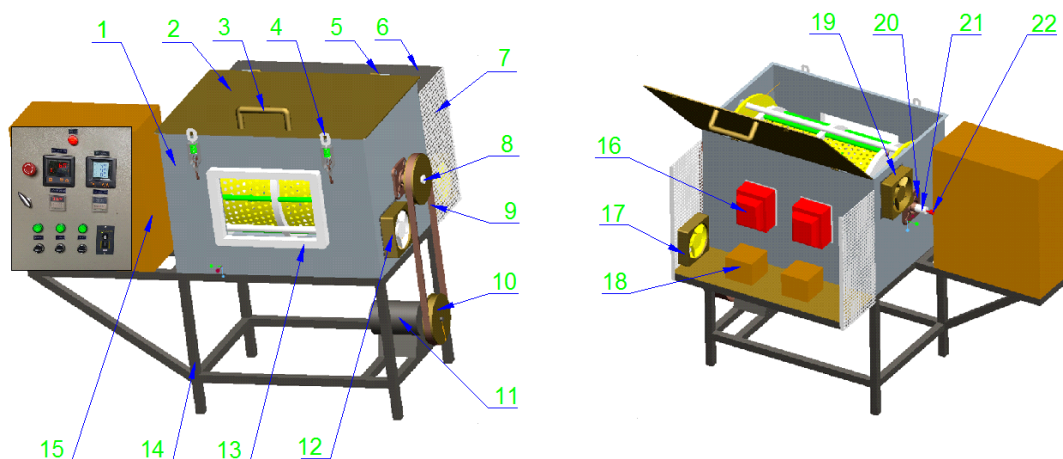
đồng đều về ẩm độ của sản phẩm cao hơn và tiết kiệm năng lượng đã được nhiều công trình công bố [1], [2].

Trên cơ sở này, thiết bị xử lý nhiệt trà ô long bằng vi sóng đã được thiết kế chế tạo thành công [3]. Vấn đề đặt ra là cần tìm thông số công nghệ hợp lý theo công nghệ này để hiệu quả diệt men cho trà là cao nhất nhưng vẫn giữ được các thành phần dinh dưỡng quý có trong lá trà ô long so với các phương pháp xử lý nhiệt hiện đang sử dụng cho trà ô long.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trà sử dụng trong khảo nghiệm là trà ô long Kim Tuyên 1 tôm 2 lá đã qua công đoạn làm héo và quay thơm được lấy tại một công ty kinh chế biến trà ô long xuất khẩu tại Huyện Bảo Lâm, Tỉnh Lâm Đồng, là doanh nghiệp chuyên về chế biến và xuất khẩu trà.

Mô hình thiết bị sử dụng trong nghiên cứu xác định các thông số công nghệ hợp lý khi xử lý nhiệt trà ô long bằng vi sóng đã được thiết kế và chế tạo với năng suất 2 kg/mẻ. Các thông số vận hành của thiết bị thời gian xử lý, nhiệt độ xử lý, công suất vi sóng được cài đặt, hiển thị và giám sát tự động [3].



**Hình 1.** Cấu tạo thiết bị xử lý nhiệt trà ô long bằng vi sóng sử dụng trong thực nghiệm

1. Vỏ hộp; 2. Cửa; 3. Tay nắm cửa; 4. Khóa cửa; 5. Bản lề cửa; 6. Hộp bảo vệ bộ vi sóng;
7. Lưới tản nhiệt; 8. Trục truyền động quay khung; 9. Dây đai; 10. Puly; 11. Động cơ;
12. Quạt hút khí tươi; 13. Cửa quan sát; 14. Khung; 15. Bộ điều khiển; 16. Đầu vi sóng;
17. Quạt giải nhiệt vi sóng và biến áp; 18. Biến áp; 19. Quạt hút khí ẩm; 20. Ổ lăn; 21. Trục đỡ khung quay; 22. Cảm biến nhiệt.

Phương pháp quy hoạch thực nghiệm [4]: sử dụng mô hình bài toán “hộp đen”. Bố trí thí nghiệm theo kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn. Các số liệu thí nghiệm được xử lý theo phương pháp phân tích phương sai dạng hồi quy phi tuyến. Phương trình mô tả quan hệ giữa các yếu tố của bài toán “hộp đen” có dạng như phương trình (1).

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1, j>i}^k b_{ij} x_i x_j \quad (1)$$

Trong đó:  $b_0$ ,  $b_i$ ,  $b_{ii}$ ,  $b_{ij}$  là các hệ số hồi quy được xác định bằng thực nghiệm;  $k$ : là số yếu tố đầu vào ảnh hưởng đến hàm mục tiêu.

Sau khi tính toán các hệ số hồi quy, kiểm định sự có nghĩa của các hệ số theo tiêu chuẩn Student, kiểm tra sự tương thích của mô hình với kết quả thực nghiệm theo tiêu chuẩn Fisher.

Phương pháp tối ưu hóa [4]: hàm tối ưu đa mục tiêu mô tả quá trình nghiên cứu được mô tả theo phương trình (2).

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n); \forall x_i \in R_n; i = 1 \div n \quad (2)$$

Khi đó, giải bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu là tìm nghiệm  $x_i^{opt}$  của bài toán:

$$\{x_i^{opt}\} = \{x_1^{opt}, x_2^{opt}, \dots, x_n^{opt}\} \in R_n \quad (3)$$

sao cho:

$$y = f(x_i^{opt}) = f(x_1^{opt}, x_2^{opt}, \dots, x_n^{opt}) \\ = \min(\max) f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (4)$$

Bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu được xây dựng theo phương pháp thừa số Lagrange: chọn hàm cần tối ưu làm hàm cần tìm cực trị (min hoặc max):  $f(x_1, \dots, x_n)$ , hàm còn lại là hàm ràng buộc  $g(x_1, \dots, x_n) = 0$ .

$$F(x, \lambda) = f(x) + \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot g_i(x) \quad (5)$$

Trong đó  $\lambda$  là các thừa số Lagrange.

Sau đó tìm cực trị không điều kiện của hàm  $F(x, \lambda)$ . Phương pháp Lagrange qui về giải hệ  $\partial F / \partial x = 0$  và  $\partial F / \partial \lambda = 0$ .

Sử dụng phần mềm Statgraphic Ver.7.0 để thiết kế thí nghiệm và xử lý số liệu thí

nghiệm, phần mềm Microsoft Excel để lập và giải bài toán tối ưu hóa.

Phương pháp đo đạc trong thực nghiệm: các thông số có thể đo trực tiếp như nhiệt độ, thời gian, lượng điện tiêu thụ... được đo đạc bằng các dụng cụ đo chuyên dùng, các thông số còn lại được xác định thông qua các công thức quy đổi. Chất lượng trà sau xử lý được kiểm định hàm lượng tanin theo phương pháp đánh giá TCVN theo ĐĐVN IV, polyphenol tổng được đánh giá theo ISO 14025:2007, enzyme PPO đánh giá theo ISO 145021:2005. Màu sắc và mùi hương được đánh giá cảm quan.

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

#### 3.1. Kết quả xây dựng mô hình bài toán “hộp đen” và ma trận thực nghiệm

- Xác định các yếu tố đầu ra của bài toán “hộp đen”: các thông số công nghệ của quá trình xử lý nhiệt trà ô long bằng vi sóng được nghiên cứu là các yếu tố đại diện cho mục đích quá trình xử lý nhiệt, đó là hiệu quả diệt men đạt cao nhất nhưng phải đảm bảo giữ được hàm lượng dinh dưỡng trong trà là tốt nhất. Trong thực tế, các yếu tố này bao gồm: enzyme polyphenol oxydase (enzyme PPO), tanin và polyphenol tổng. Vì vậy 3 yếu tố này được chọn làm yếu tố mục tiêu của bài toán “hộp đen”.

Như vậy, các chỉ tiêu đánh giá chất lượng lá trà và khả năng diệt men trà là các chỉ tiêu cần nghiên cứu xác định, các chỉ tiêu này bao gồm:

Hàm lượng enzyme PPO (%) - đặc trưng cho hiệu quả diệt men trà.

Hàm lượng tanin (%) - đặc trưng cho chất lượng trà.

Hàm lượng polyphenol tổng (%) - đặc trưng cho dinh dưỡng của trà.

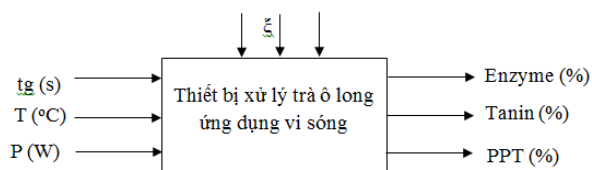
- Xác định các thông số đầu vào của bài toán “hộp đen”:

Căn cứ vào thực tế sản xuất, lý thuyết mô hình hóa cũng như kế thừa các kết quả đã nghiên cứu về ứng dụng vi sóng cho quá trình xử lý các loại nông sản thực phẩm đã

cho thấy khi thay đổi công suất vi sóng sẽ ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm: thay đổi công suất vi sóng khi sấy trà xanh [1] đã ảnh hưởng đến enzyme, tanin và polyphenol tổng, sử dụng vi sóng để sấy táo cắt lát [5], sử dụng vi sóng diệt men cho chuối thái [6], sử dụng vi sóng diệt enzyme trong nấm [7], sử dụng vi sóng diệt enzyme PPO trong kiwi [8]. Về thời gian xử lý khi dùng vi sóng, các công trình công bố cũng cho thấy thời gian có ảnh hưởng đến quá trình xử lý như các công bố của Kikue [9]; Lin [10]; Gulati [2].

Các công trình nêu trên đã cho thấy thời gian xử lý, nhiệt độ xử lý và công suất vi sóng ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng enzyme PPO, tanin và polyphenol tổng. Như vậy, các thông số nghiên cứu đầu vào của bài toán “hộp đen” bao gồm: thời gian xử lý (giây); nhiệt độ xử lý (°C) và công suất vi sóng (W).

- Mô hình thống kê cho quá trình xử lý nhiệt lá trà ô long đặc trưng là hiệu quả diệt men enzyme PPO (%) và chất lượng lá trà sau xử lý là hàm lượng tanin (%) và hàm lượng polyphenol tổng (%) bị ảnh hưởng bởi chế độ làm việc của thiết bị xử lý là thời gian xử lý (giây), nhiệt độ xử lý (°C) và công suất vi sóng (W) được biểu diễn ở dạng bài toán “hộp đen” như hình 2.



**Hình 2.** Mô hình bài toán “hộp đen” mô tả quá trình nghiên cứu

- Xác định tâm kế hoạch thực nghiệm và bước biến thiên của các yếu tố: phương án thực nghiệm bậc hai được chọn dạng bất biến quay. Cánh tay đòn  $\alpha$  được xác định:

$$\alpha = 2^{k/4} = 1,682 \quad (6)$$

Trong đó k: số yếu tố nghiên cứu, k = 3.

Mức thực nghiệm của các yếu tố nghiên cứu: mức trên ( $x^+$ ), mức dưới ( $x^-$ ), mức điểm sao trên ( $x_\alpha^+$ ), mức điểm sao dưới ( $x_\alpha^-$ ) của

các yếu tố nghiên cứu  $x_i$  ( $i = 1 \div 3$ ) được tính dựa vào mức cơ sở ( $x^0$ ) và khoảng biến thiên  $\Delta x$  theo công thức (7), (8), (9) và (10).

$$\text{Mức trên: } x^+ = x^0 + \Delta x \quad (7)$$

$$\text{Mức dưới: } x^- = x^0 - \Delta x \quad (8)$$

$$\text{Điểm sao trên: } x_\alpha^+ = x^0 + \alpha \cdot \Delta x \quad (9)$$

$$\text{Điểm sao dưới: } x_\alpha^- = x^0 - \alpha \cdot \Delta x \quad (10)$$

Căn cứ vào thực tế của quá trình xử lý nhiệt trà ô long hiện đang áp dụng trong thực tế và các công trình nghiên cứu có liên quan đã công bố [1], [2], [3] để chọn các mức cơ sở và khoảng biến thiên của các yếu tố nghiên cứu đầu vào là thời gian xử lý, nhiệt độ xử lý và công suất vi sóng. Kết quả tính toán các mức và khoảng biến thiên của các thông số đầu vào trình bày trong bảng 1.

**Bảng 1.** Các mức và khoảng biến thiên của các thông số đầu vào.

Thông số đầu vào ( $x_i$ )	Các mức thực nghiệm					Khoảng biến thiên $\Delta x$
	Điểm sao dưới ( $x_\alpha^-$ )	Mức dưới ( $x^-$ )	Mức cơ sở ( $x^0$ )	Mức trên ( $x^+$ )	Điểm sao trên ( $x_\alpha^+$ )	
tg (s)	280	300	330	360	380	30
T (°C)	67	70	75	80	83	5
P (W)	1.200	1.280	1.400	1.520	1.600	120

Với ba yếu tố đầu vào như trên, tổng số thí nghiệm là  $N = 2^k + 2 \cdot k + n_0 = 20$  thí nghiệm. Trình tự thực nghiệm theo phương pháp ngẫu nhiên hoàn toàn.

### 3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến chất lượng trà sau xử lý

Tiến hành thực nghiệm theo ma trận thí nghiệm đã lập. Các số liệu thực nghiệm được tiến hành phân tích phương sai dạng đa thức bậc hai với mức ý nghĩa 0,05 nhằm xác định các hệ số của mô hình. Độ tin cậy của các hệ số hồi quy kiểm tra theo tiêu chuẩn Student, các hệ số không đảm bảo độ tin cậy sẽ bị loại bỏ khỏi mô hình, sự phù hợp của mô hình được kiểm tra theo tiêu chuẩn Fisher.

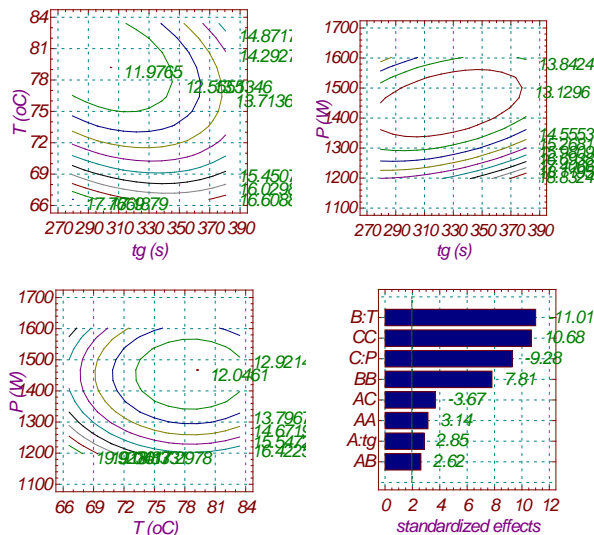
### a. Nghiên cứu hàm lượng enzyme PPO

Kết quả thực nghiệm và xử lý số liệu đã xác định được hàm enzyme PPO (%) phụ thuộc vào thời gian xử lý (tg), nhiệt độ xử lý (T) và công suất vi sóng (P) như sau:

$$\begin{aligned} \text{Enzyme} = & 367,863 - 0,191916.tg - 5,33524.T \\ & - 0,159801.P + 2,2.10^{-3}.tg.T - \\ & 1,28472.10^{-4}.tg.P + 3,27166.10^{-4}.tg^2 \\ & + 0,0293142.T^2 + 6,95525.10^{-5}.P^2 \\ (R^2 = 0,960) \end{aligned}$$

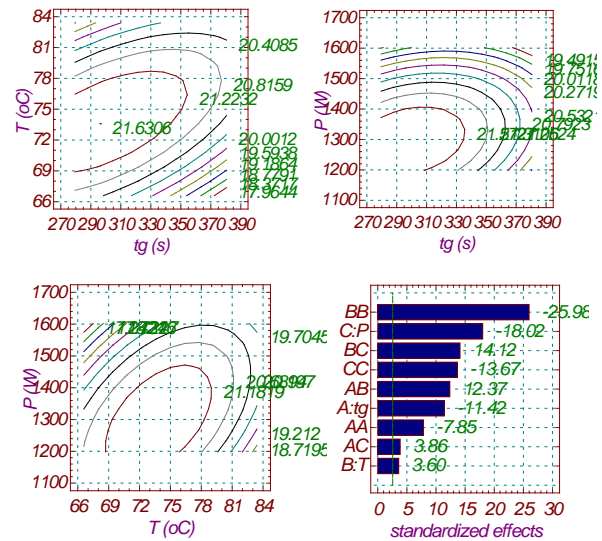
Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa các thông số biểu diễn trên hình 3. Khi xét theo từng cặp các thông số công nghệ, hàm lượng enzyme PPO đạt thấp nhất tại thời gian xử lý 300 giây và nhiệt độ xử lý 80°C; hoặc thấp nhất tại thời gian xử lý 300 giây và công suất vi sóng 1.450 W; hoặc thấp nhất tại nhiệt độ xử lý 79°C và công suất vi sóng 1.450 W.

Mức độ ảnh hưởng của các thông số công nghệ nghiên cứu đến hàm lượng enzyme PPO trong lá trà được đánh giá bằng phương pháp Pareto, đồ thị hình 3 cho thấy nhiệt độ là thông số có ảnh hưởng quyết định đến hàm lượng enzyme PPO, tiếp theo sau là công suất vi sóng và cả 2 thông số này đều có quan hệ tỷ lệ nghịch với hàm lượng enzyme PPO.



**Hình 3.** Quan hệ hàm enzyme theo từng cặp các thông số công nghệ và mức độ ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến hàm lượng enzyme

### b. Nghiên cứu hàm lượng tanin



**Hình 4.** Quan hệ hàm tanin theo từng cặp các thông số công nghệ và mức độ ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến hàm lượng tanin

Hàm lượng tanin (%) phụ thuộc vào thời gian xử lý (tg), nhiệt độ xử lý (T) và công suất vi sóng (P) như sau:

$$\begin{aligned} \text{Tannin} = & -16,972 - 0,11587.tg + 1,7752.T - \\ & 7,9812.10^{-3}.P + 2,59167.10^{-3}.tg.T + \\ & 3,36806.10^{-5}.tg.P + 7,39583.10^{-4}.T.P \\ & - 2,04258.10^{-4}.tg^2 - 0,0243238.T^2 - \\ & 2,22188.10^{-5}.P^2; (R^2 = 0,979) \end{aligned}$$

Khi thời gian xử lý tăng sẽ làm giảm hàm lượng tanin. Tanin đạt cao nhất tại giá trị thời gian xử lý 300 giây và nhiệt độ 74°C; hoặc đạt cao nhất tại thời gian 290 giây và công suất 1.300 W; hoặc cao nhất tại nhiệt độ 73°C và công suất 1.300 W.

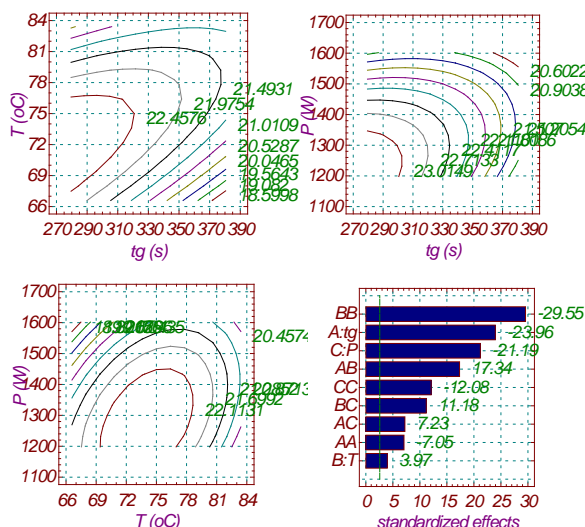
Kết quả trình bày trên hình 4 cho thấy thấy nhiệt độ xử lý là thông số có ảnh hưởng quyết định đến hàm lượng tanin, tiếp theo sau là công suất vi sóng và cả 2 thông số này đều có quan hệ tỷ lệ nghịch với hàm lượng tanin trong lá trà sau xử lý.

### c. Nghiên cứu hàm lượng polyphenol tổng

Phương trình hồi quy biểu diễn sự ảnh hưởng của thời gian xử lý (tg), nhiệt độ xử lý (T) và công suất vi sóng (P) đến hàm lượng polyphenol tổng (PPT) trong lá trà ô long sau khi xử lý như sau:

$$PPT = 3,51739 - 0,21376.tg + 1,77661.T - 0,011519.P + 3.10^{-3}.tg.T + 5,20833.10^{-5}.tg.P + 4,83333.10^{-4}.T.P - 1,51537.10^{-4}.tg^2 - 0,02285.T^2 - 1,62229.10^{-5}.P^2 ; (R^2 = 0,981)$$

Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa các thông số công nghệ và mức độ ảnh hưởng của các thông số này đến hàm lượng polyphenol trong lá trà ô long sau khi xử lý nhiệt được biểu diễn như hình 5.



**Hình 5.** Quan hệ hàm polyphenol theo từng cặp các thông số công nghệ và mức độ ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến hàm lượng polyphenol

Thời gian xử lý tăng sẽ làm giảm polyphenol tổng trong trà. Hàm lượng polyphenol tổng đạt cao nhất tại thời gian xử lý 270 giây và nhiệt độ 72°C; hoặc đạt cao nhất tại thời gian 270 giây và công suất 1.200 W; hoặc đạt cao nhất tại nhiệt độ 73°C và công suất 1.250 W.

Phương pháp Pareto cũng được sử dụng để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến hàm lượng polyphenol tổng đã cho thấy nhiệt độ là thông số có ảnh hưởng quyết định, tiếp theo sau là công suất vi sóng và cả 2 thông số này đều có quan hệ tỷ lệ nghịch với hàm lượng polyphenol tổng trong lá trà.

#### d. Thảo luận

Công suất vi sóng thay đổi sẽ ảnh hưởng đến hoạt tính enzyme, hàm lượng tanin và polyphenol tổng trong lá trà ô long. Khi công

suất cao, lượng sóng điện từ tác động nhiều nên năng lượng sinh ra càng lớn, khi năng lượng sinh ra càng lớn sẽ tác động vào lá trà làm các tế bào, các mô bị phá vỡ nhanh chóng, do đó tanin, polyphenol tổng dễ bị tách ra khỏi tế bào hơn trong quá trình xử lý, đồng thời dưới tác động của năng lượng vi sóng càng cao thì enzyme sẽ bị ức chế càng nhanh, có thể ngưng hoạt động ngay. Kết quả này cũng tương tự như các kết quả đã công bố cho nấm [7], cho trà xanh [1], cho trái kiwi [8], cho táo thái lát [5].

Kết quả thực nghiệm đã cho thấy hàm lượng tanin và polyphenol tổng không thay đổi tuyến tính với thời gian xử lý, nhiệt độ xử lý và công suất vi sóng có thể lý giải là do trong quá trình xử lý vi sóng, nhiệt độ hoặc công suất cao được tạo ra đã làm các enzyme bị bất hoạt và cấu trúc tế bào bị vỡ giúp cho quá trình trích ly được dễ dàng, tuy nhiên khi cấu trúc tế bào bị vỡ, lá trà vẫn tiếp tục tiếp xúc với nhiệt độ cao trong thời gian dài, vượt qua giới hạn thì thành phần tanin, polyphenol tổng bị phá hủy chuyển thành chất khác.

Hoạt tính enzyme PPO giảm theo thời gian xử lý, kết quả này phù hợp với các công bố của Gulati [2], Lin [10]. Thời gian xử lý càng dài dẫn đến thời gian chịu tác động của nhiệt độ của lá trà càng lâu, sẽ thuận lợi để tiêu diệt các enzyme, tuy nhiên sẽ ảnh hưởng đến chất lượng lá trà. Ngoài ra, thời gian xử lý càng dài thì độ ẩm lá trà giảm xuống càng thấp cũng gây bất lợi cho enzyme PPO sống sót, dẫn đến enzyme PPO bị tiêu diệt.

Như vậy, các thông số công nghệ của quá trình xử lý nhiệt trà ô long bằng vi sóng là thời gian xử lý, nhiệt độ xử lý và công suất vi sóng có ảnh hưởng đến chất lượng trà ô long sau khi xử lý. Các chỉ tiêu chất lượng sản phẩm của lá trà ô long sau xử lý hiện chỉ mới xác định theo từng cặp thông số công nghệ, vì vậy để xét ảnh hưởng của cả 3 thông số công nghệ chất lượng lượng lá trà cần nghiên cứu bài toán tối ưu đa mục tiêu.

#### 3.3. Xác định thông số công nghệ hợp lý cho xử lý nhiệt trà ô long bằng vi sóng

Chế độ xử lý nhiệt phù hợp cho trà ô long bằng vi sóng được xác định trên cơ sở

các phương trình hồi quy đã được xác định ở trên. Căn cứ vào lý thuyết tối ưu hóa và mục tiêu nghiên cứu, bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu được phát biểu như sau: chỉ tiêu tối ưu chung là hàm lượng enzyme đạt được giá trị nhỏ nhất, tanin và polyphenol đạt cao nhất. Thông số tối ưu là giá trị các thông số đảm bảo trị số chỉ tiêu tối ưu như trên. Xuất phát từ mục đích nghiên cứu, bài toán tối ưu đa mục tiêu được lập trên cơ sở các hàm enzyme, tanin và polyphenol đặc trưng cho mục tiêu nghiên cứu.

- Hàm mục tiêu: Enzyme  $\rightarrow$  min, Tanin  $\rightarrow$  max và PPT  $\rightarrow$  max.

- Hàm điều kiện:  $-1,682 \leq tg, T, P \leq 1,682$

Nghĩa là tìm nghiệm tối ưu:

$$x_i^{opt} = \{x_1^{opt}, x_2^{opt}, x_3^{opt}\} \in R_x = \{-1,682 \leq x_1, x_2, x_3 \leq 1,682\}$$

$$\begin{cases} y_i = f_{\min}(x_1^{iopt}, x_2^{iopt}, x_3^{iopt}) = \min(\max) f_i(x_1, x_2, x_3) \\ \forall x_i \in R_x = \{-1,682 \leq x_1, x_2, x_3 \leq 1,682\}, i = 1 \div 3 \end{cases}$$

Kết quả giải bài toán tối ưu đa mục tiêu theo phương pháp thừa số Lagrange đã xác định được các thông số công nghệ hợp lý và các chỉ tiêu nghiên cứu.

Các thông số hợp lý: thời gian xử lý: 334s, tương ứng là 5,6 phút; nhiệt độ xử lý: 73°C; công suất vi sóng: 1.457 W, quy đổi tính trên mỗi kg  $\sim$  730 W/kg trà.

Các chỉ tiêu nghiên cứu: hàm lượng enzyme PPO: 11,69%; tanin: 21,0 %; polyphenol tổng: 22,13%.

### 3.4. So sánh hiệu quả xử lý nhiệt trà ô long bằng vi sóng so với xử lý truyền thống bằng thùng quay sử dụng đầu đốt gas

- Về thời gian và nhiệt độ xử lý: xử lý trà ô long theo phương pháp dùng nhiệt truyền thống có thời gian từ 7 – 8 phút/mẻ và nhiệt độ lá trà khi xử lý lên đến 90°C. Khi ứng dụng vi sóng, thời gian giảm còn dưới 6 phút, tương đương 25% và nhiệt độ xử lý chỉ cần 73°C. Về nguyên tắc, khi thời gian xử lý giảm và nhiệt độ xử lý thấp sẽ làm hạn chế sự biến tính dinh dưỡng có trong lá trà.

- Về màu sắc và mùi vị của lá trà: màu sắc, mùi vị, hương thơm của lá trà ô long sau khi xử lý được đánh giá bằng cảm quan. Về

mùi vị cho thấy không có sự khác biệt giữa 2 phương pháp. Tuy nhiên về màu sắc thì có sự khác biệt, lá trà sau khi xử lý vi sóng có màu sáng xanh hơn so với phương pháp xử lý truyền thống, đây cũng là một đặc trưng cần có của trà ô long so với trà thông thường.

- Về hiệu quả diệt men và dinh dưỡng trà: với phương pháp xử lý nhiệt bằng thùng quay đốt gas, trà ô long sau xử lý diệt men có hàm lượng enzyme PPO trong trà vẫn còn cao 23,41%, hàm lượng tanin 17,52% và polyphenol tổng 18,27%. Khi ứng dụng vi sóng thì hiệu quả diệt men tăng lên rất tốt nhưng vẫn giữ được dinh dưỡng có trong trà, cụ thể là enzyme PPO trong trà chỉ còn 11,69%, tanin và polyphenol tổng trong trà khá cao, tương ứng là 21,0% và 22,13%.

Các kết quả nghiên cứu trên phù hợp với các kết quả nghiên cứu đã công bố khi ứng dụng vi sóng trong xử lý nhiệt. Sử dụng vi sóng xử lý nhiệt trà ô long đã cho thấy hiệu quả rõ rệt, thời gian xử lý được rút ngắn, hiệu quả diệt men cao, ít tổn thất thành phần dinh dưỡng, cải thiện màu sắc trà, tiết kiệm năng lượng và không gây ảnh hưởng môi trường.

## 4. KẾT LUẬN

Các thông số công nghệ của quá trình xử lý nhiệt trà ô long bằng vi sóng bao gồm thời gian xử lý, nhiệt độ xử lý và công suất vi sóng đã được nghiên cứu nhằm xác định chế độ làm việc hợp lý của các thông số công nghệ này trong quá trình xử lý. Các chỉ tiêu được đánh giá là hàm lượng enzyme PPO đặc trưng cho hiệu quả diệt men trà, hàm lượng tanin đặc trưng cho chất lượng trà và hàm lượng polyphenol tổng đặc trưng cho dinh dưỡng của trà.

Sử dụng quy hoạch thực nghiệm bậc hai với mô hình nghiên cứu dạng bài toán “hộp đen” đã xác định được ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến hiệu quả diệt men và các chỉ tiêu chất lượng của lá trà ô long sau quá trình xử lý nhiệt. Các phương trình hồi quy mô tả quá trình xử lý đã được xây dựng với hệ số tương quan của cả 3 mô hình rất cao đã cho thấy sự phù hợp của các mô hình so với thực nghiệm.

Các thông số công nghệ hợp lý và các chỉ tiêu nghiên cứu của quá trình xử lý nhiệt trà ô long bằng vi sóng đã được xác định, thời gian xử lý 5,6 phút, nhiệt độ xử lý 73°C và công suất vi sóng 730 W/kg-trà sẽ có hiệu quả diệt men tốt nhất và chất lượng trà đạt cao nhất:

hàm lượng enzyme PPO 11,69%, hàm lượng tanin 21% và hàm lượng polyphenol tổng 22,13%. Các kết quả nghiên cứu đã cho thấy xử lý nhiệt trà ô long bằng vi sóng có hiệu quả tốt hơn rõ rệt so với phương pháp xử lý truyền thống bằng thùng quay đốt gas.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ashu G., Renu R., Brajinder S. and Ravindranath S. D, Application of Microwave energy in the Manufacture of enhanced - Quality green tea. *Journal of Agricultural and food chemistry* 51: 4764 – 4768, 2003.
- [2] Gulati A., Rawat R., Singh B. and Ravindranath S.D, Application of microwave energy in the manufacture of enhanced-quality green tea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51 (16): 4764 – 4768, 2003.
- [3] Lê Anh Đức, Thiết kế chế tạo thiết bị và nghiên cứu các thông số công nghệ xử lý nhiệt trà ô long bằng vi sóng. *Tạp chí Công nghiệp Nông thôn*, số 24, 2017.
- [4] Nguyễn Cảnh, *Quy hoạch thực nghiệm*, Trường Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh, 1993.
- [5] Zarein M., Samadi S.H, Ghobadian B, Investigation of microwave dryer effect on energy efficiency during drying of apple slices. *Journal of the Saudi Society of Agri. Sciences* 3: 1 – 7, 2013.
- [6] Cano M.P. and Victoria L., Effect of microwave heating on non-enzymatic browning in banana products. *Developments in Food Engineering*: 501 – 503, 1994.
- [7] Deveci C., Rodríguez-López J.N., Fenoll L.G., Tudela J., Catalá J.M., Los Reyes E., Enzyme inactivation analysis for industrial blanching applications: comparison of microwave, conventional, and combination heat treatments on mushroom polyphenol oxidase activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47 (11): 4506 – 4511, 1999.
- [8] Maria B.T., Marta I., Dolores R., Nuria M.N., Comparison of microwaves and conventional thermal treatment on enzymes activity and antioxidant capacity of kiwifruit puree. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 19 (2013): 166 – 172, 2013.
- [9] Kikue K., Tomomi K., Akio K., Yoshio O., Toshiro N. and Yoshiaki O., Effect of refining treatment with microwave heating dram on aroma and taste of green tea. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* 43 (11): 1197 – 1204, 1996.
- [10] Lin X., Zhang L., Lei H., Zhang H., Cheng Y., Zhu R. and Ruan R., Effect of drying technologies on quality of green tea. *International Agricultural Engineering Journal* 19 (3): 30 – 37, 2010.

**Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:**

PGS.TS. Lê Anh Đức

Trường đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh

Email: leanhduc@hcmuaf.edu.vn