

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP SẤY BƠM NHIỆT KẾT HỢP BỨC XẠ HỒNG NGOẠI ĐỂ LÀM KHÔ QUẢ NGŨ VỊ TỬ (SCHISANDRA CHINENSIS)

APPLICATION OF HEAT PUMP DRYING METHOD COMBINED WITH INFRARED RADIATION TO DRY SCHISANDRA CHINENSIS

Đặng Thị Thanh Quyên¹, Đỗ Thị Kim Loan¹, Nguyễn Thị Thảo²

¹Khoa Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

²Khoa Lâm nghiệp, Trường Đại học Tây nguyên

Đến Tòa soạn ngày 07/04/2022, chấp nhận đăng ngày 04/05/2022

Tóm tắt: Ngũ vị tử (*Schisandra chinensis*) thu hoạch ở chân núi Ngọc Linh - Kom Tum. Theo Đông y, ngũ vị tử có vị chua, tính ôn. Ngũ vị tử có nhiều công dụng trong hỗ trợ điều trị bệnh bởi trong quả chứa các thành phần hóa học có hoạt chất sinh học như lignan, vitamin C, axit hữu cơ. Tuy nhiên, các hoạt chất dễ bị tổn thất trong công đoạn làm khô quả. Nghiên cứu đã ứng dụng phương pháp sấy bơm nhiệt kết hợp bức xạ hồng ngoại để làm khô quả ngũ vị tử với các thông số công nghệ: nhiệt độ sấy 49,18°C, độ dày lớp quả sấy 20,41 cm, tốc độ tác nhân sấy 1,5 m/s. Kết quả thu được quả ngũ vị tử khô có hàm lượng lignan được bảo tồn là 4,26%, hàm lượng VTM C 143,28 mg%; hàm lượng axit 5,37%, độ ẩm < 9%, quả khô đều, màu đỏ nâu sáng phù hợp để làm dược liệu hỗ trợ trong điều trị bệnh hoặc dùng làm nguyên liệu để chế biến các sản phẩm trà từ ngũ vị tử.

Từ khóa: Ngũ vị tử, dược liệu, sấy bơm nhiệt, sấy hồng ngoại, trà ngũ vị tử.

Abstract: *Schisandra chinensis* was harvested at the foot of Ngọc Linh Mountain - Kom Tum. According to Eastern medicine, *Schisandra chinensis* is sour and mild. *Schisandra chinensis* has many uses in treatment of diseases because its fruits contain chemical components with biologically active compounds such as lignan, vitamin C and organic acids. However, the active compounds are easily lost in drying the fruits. The study has applied heat pump drying method combined with infrared radiation to dry *Schisandra chinensis* with technological parameters: drying temperature at 49.18°C, dried fruit layer thickness of 20.41 cm and drying agent speed at 1.5 m/s; as a result, the dried *Schisandra chinensis* has preserved lignan content of 4.26%, VTM C content of 143.28mg%; acid content of 5.37% and moisture < 9%. The dried fruits are bright red brown, suitable for making medicinal herbs to treat the diseases or used as raw materials for processing tea products from *Schisandra chinensis*.

Keywords: *Schisandra chinensis*, heat pump drying, infrared radiation.

1. PHẦN MỞ ĐẦU

Ngũ vị tử (*Schisandra chinensis*) là một loại dược thảo được tìm thấy nhiều nhất ở các nước vùng Viễn Đông, được trồng nhiều ở

Mãn Châu, Hàn Quốc và Nhật Bản, nhưng cũng mở rộng một phần đến Mông Cổ và nam Siberia [1]. Ở Việt Nam, ngũ vị tử sử dụng làm thuốc từ trước đến nay đều được nhập

khẩu từ Trung Quốc. Dược liệu Ngũ vị tử ở Trung Quốc là do trồng trọt và thuộc loài Ngũ vị tử Bắc (*Schi. Chinensis*) [3]. Trong khi đó, loài này cũng phát hiện thấy mọc tự nhiên ở Lai Châu và Lào Cai nhưng Việt Nam chưa đưa vào phát triển trồng. Đến năm 2000, tại vùng núi Ngọc Linh Kon Tum, phát hiện ra loài ngũ vị tử mọc hoang mà từ rất xa xưa người Xê Đăng dưới chân núi Ngọc Linh đã dùng quả ngũ vị tử (hay gọi là nho rừng) có vị chua, giúp tăng lực, tăng sức chống chịu khi đi núi rừng. Theo nghiên cứu của TS. Nguyễn Bá Hoạt và một số tác giả ở Viện Dược liệu đánh giá tác dụng dược lý của ngũ vị tử Ngọc Linh cho thấy có độc tính cấp đường uống thấp với LD50 là 13,4 g cao chiết/kg thể trọng (tương đương với 140 g dược liệu/kg thể trọng) [4]. Quả có tác dụng gây hưng phấn hệ thần kinh trung ương, kích thích hoạt động mạch máu và hô hấp. Trong y học cổ truyền Trung Quốc, ngũ vị tử được nhận định là có lợi cho khí công (năng lượng vốn có trong mọi sinh vật), tác động tích cực đến một số kinh mạch trong cơ thể, bao gồm cả tim, gan, phổi và thận. Ngũ vị tử được đánh giá có chứa các chất có hoạt tính sinh học như lignan, vitamin C, axit... [1, 2, 5]. Tuy nhiên, các chất này rất dễ bị tổn thất trong quá trình làm khô. Do vậy, mục tiêu nghiên cứu này ứng dụng phương pháp sấy bơm nhiệt kết hợp bức xạ hồng ngoại để bảo tồn khô quả ngũ vị tử sử dụng làm dược liệu trong các bài thuốc cũng như trong công nghệ thực phẩm.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Đối tượng nghiên cứu

- Quả ngũ vị tử được thu hoạch tại vùng núi Ngọc Linh, Kon Tum vào tháng 11 năm 2021.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp công nghệ

*Xác định độ dày lớp sấy

- Xác định độ dày lớp sấy thông qua xác định mật độ của lớp quả sấy bằng cách: sử dụng 1 khay có kích thước 1 m² (1 m × 1 m), rải lớp quả lên trên khay với các mức độ dày 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm và 50 mm; sau đó, cân khối lượng quả tương ứng với các mức độ dày lớp quả và tương ứng mật độ phân bố: 3,2 kg/m², 6,4 kg/m², 9,6 kg/m², 12,8 kg/m² và 16,0 kg/m².

- Rải đều quả lên khay sấy có kích thước (500 mm × 400 mm) với độ dày lớp vật liệu tươi là 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm và 50 mm tương đương với khối lượng quả trên khay 0,64 kg, 1,28 kg, 1,92 kg, 2,56 kg và 3,2 kg. Các mẫu thí nghiệm ký hiệu như sau:

Bảng 1. Thiết kế mẫu thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của độ dày lớp vật liệu sấy

Ký hiệu mẫu TN	Mật độ quả (kg/m ²)	Độ dày lớp quả (mm)
TN 1	3,2	10
TN 2	6,4	20
TN 3	9,6	30
TN 4	12,8	40
TN 5	16,0	50

- Các mẫu thí nghiệm sấy ở nhiệt độ 50°C khi độ ẩm quả <9% thì kết thúc quá trình sấy; xác định thời gian sấy và phân tích các chỉ tiêu chất lượng của ngũ vị tử khô ở các mẫu thí nghiệm.

*Xác định tốc độ tác nhân sấy

- Quả được rải đều lên trên khay sấy với mật độ quả là 6,4 kg/m², nhiệt độ sấy 50°C với các tốc độ tác nhân sấy là: 1 m/s; 1,5 m/s và 2 m/s. Các mẫu thí nghiệm được ký hiệu tương ứng như sau: TN6, TN7 và TN8.

- Các mẫu thí nghiệm được sấy đến khi độ ẩm quả đạt < 9% thì kết thúc quá trình sấy và phân tích các chỉ tiêu chất lượng ở các mẫu thí nghiệm.

**Xác định nhiệt độ sấy*

- Quả được rải đều trên khay sấy với mật độ $6,4 \text{ kg/m}^2$ và sấy với tốc độ tác nhân sấy là $1,5 \text{ m/s}$ tại các mức nhiệt độ 35°C , 40°C , 45°C , 50°C và 55°C . Các mẫu thí nghiệm được ký hiệu tương ứng như sau: TN9, TN10, TN11, TN12 và TN13
- Các mẫu được sấy đến khi độ ẩm của quả ngũ vị tử khô là $< 9\%$ thì kết thúc quá trình sấy và phân tích chỉ tiêu chất lượng.

**Tối ưu hóa các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng quả ngũ vị tử sấy*

Kết quả thực nghiệm đa yếu tố được xử lý bằng phần mềm thống kê Design - Expert 7.1 để phân tích các hệ số hồi quy, bề mặt đáp ứng và tối ưu hóa với thuật toán hàm mong đợi.

2.2.2. Phương pháp phân tích

- Độ ẩm ngũ vị tử trong quá trình sấy được xác định bằng thiết bị HA-60 Precisa - Thụy Sĩ.
- Xác định hàm lượng lignan bằng phương pháp HPLC trên máy Shimadzu - Nhật Bản bao gồm: bơm LC-20AD, bộ tiêm mẫu tự động SIL-20AHT, detector SPD-20A, lò cột GO-10AS VP, cột pha đảo Zorbax Eclipse XDB-C18 ($4,6 \times 250 \text{ mm}$, $5 \mu\text{m}$) của Agilent, kết nối với máy tính có cài đặt phần mềm Labsolution để truy xuất kết quả.

Chuẩn bị mẫu:

- Dung dịch thử: Cân chính xác khoảng $0,4 \text{ g}$ bột ngũ vị tử nguyên liệu cho vào ống ly tâm 50 mL , thêm 10 mL ethanol vào ống ly tâm.

Siêu âm mẫu 30 phút, ly tâm, gạn vào bình định mức 25 mL . Chiết lặp lại 1 lần nữa với cùng thể tích ethanol. Gộp dịch lọc của 2 lần vào bình định mức 25 mL , thêm ethanol vừa đủ $25,0 \text{ mL}$. Lọc, thu được dung dịch thử.

- Dung dịch chuẩn schisandrin: Cân chính xác khoảng $10,0 \text{ mg}$ chất chuẩn schisandrin, hòa tan trong chính xác $10,0 \text{ mL}$ methanol, tiến hành pha loãng dung dịch chuẩn với methanol thu được dãy dung dịch chuẩn có nồng độ thích hợp. Bảo quản ở nhiệt độ khoảng $2-80^\circ\text{C}$.

Chương trình chạy:

Cột Zorbax Eclipse XDB-C18 ($4,6 \times 250 \text{ mm}$, $5 \mu\text{m}$); Detector UV ($\lambda = 254 \text{ nm}$); tốc độ dòng: $0,5 \text{ mL/phút}$; thể tích tiêm mẫu: $10 \mu\text{L}$; pha động : acetonitril : nước ($60 : 40$, v/v), rửa giải theo chế độ đẳng dòng.

- Xác định hàm lượng vitamin C trong mẫu được bằng phương pháp chuẩn độ iot theo TCVN 5246-90.
- Xác định hàm lượng axit chuẩn độ được theo TCVN 5483-2007 (ISO 750-1981). Trong đó, hàm lượng axit chuẩn độ được biểu thị theo axit citric (%).
- Đánh giá chất lượng sản phẩm bằng phương pháp cảm quan theo TCVN 3215-79 “*Sản phẩm thực phẩm phân tích cảm quan - phương pháp cho điểm*” gồm chỉ tiêu: màu sắc, mùi và trạng thái với thang điểm đánh giá chất lượng cảm quan quả ngũ vị tử khô như sau:

Bảng 2. Thang chấm điểm chất lượng cảm quan cho quả ngũ vị tử khô

Chỉ tiêu	Hệ số quan trọng	Thang điểm đánh giá cảm quan				
		5	4	3	2	1
Màu sắc	2,0	Màu nâu đỏ sáng đặc trưng của NVT khô	Màu nâu đỏ hơi sáng đặc trưng của NVT khô	Màu sậm hơi tối	Màu sậm hơi đen	Màu rất sậm đen

Chỉ tiêu	Hệ số quan trọng	Thang điểm đánh giá cảm quan				
		5	4	3	2	1
Mùi,	1,2	Mùi thơm đặc trưng rất rõ	Mùi thơm đặc trưng rõ	Mùi thơm đặc trưng	Mùi nhẹ	Mùi lạ
Trạng thái	0,8	Bề mặt khô, nhẵn, chắc giòn	Bề mặt khô, nhẵn, hơi chắc giòn	Bề mặt khô, nhẵn	Bề mặt hơi khô	Bề mặt kém khô

*Điểm tổng hợp của 1 chỉ tiêu chất lượng được tính theo công thức:

$$D = \sum_{i=1}^4 D_i k_i$$

Trong đó: D_i là điểm trung bình của cả hội đồng cho 1 chỉ tiêu thứ i ; k_i là hệ số quan trọng của chỉ tiêu tương ứng.

*Sản phẩm đạt yêu cầu khi:

Tổng số điểm đạt từ 11,2 điểm trở lên, không có bất cứ chỉ tiêu nào dưới 2 điểm và 3 chỉ tiêu khác phải không thấp hơn 2,8 điểm. Xếp hạng mức chất lượng như sau:

Bảng 3. Bảng xếp hạng mức chất lượng theo điểm tổng số

TT	Xếp hạng chất lượng	Điểm số
1	Tốt	18,2 - 20
2	Khá	15,2 - 18,1
3	Trung bình	11,2 - 15,1
4	Kém	7,2 - 11,1
5	Hỏng	$\leq 7,1$

2.2.2. Phương pháp thiết kế thực nghiệm và tối ưu hóa

Thiết kế thực nghiệm:

Phương pháp tối ưu bề mặt đáp ứng RMS (Response Surface method) và qui hoạch Box-Behnken được lựa chọn để nghiên cứu ảnh hưởng của các biến: độ dày lớp vật liệu sấy (kí hiệu: A, mm), nhiệt độ sấy (kí hiệu: B, °C), tốc độ tác nhân sấy (kí hiệu: C, m/s) đến các hàm mong đợi là Hàm lượng vitamin C

(kí hiệu: Y_1 , mg%) và Chất lượng cảm quan (kí hiệu: Y_2 , điểm). Thiết kế này gồm 12 thí nghiệm và 5 thí nghiệm tại tâm.

Tối ưu hóa quá trình sấy:

Phần mềm Design-Expert phiên bản 7.1 được sử dụng cho phân tích hồi qui, thiết lập các đa thức bậc hai biểu thị mối liên hệ giữa các biến độc lập và các biến phụ thuộc. Ứng dụng phương pháp hàm mong đợi xác định điều kiện tối ưu cho quá trình sấy quả ngũ vị tử với mục tiêu hàm lượng vitamin C (Y_1 , mg%) và chất lượng cảm quan (Y_2 , điểm) của quả sau sấy đạt cực đại.

2.3. Thiết bị sử dụng

▪ Thiết bị sấy bơm nhiệt kết hợp bức xạ hồng ngoại SHN-50 (Việt Nam), năng suất sấy: 10-30 kg/mẻ, kích thước khay sấy: 50×40 cm; Phạm vi điều chỉnh nhiệt độ sấy: 35-60°C, nhiệt độ được hiển thị và cài đặt thông qua bộ điều khiển.

▪ Thiết bị đo tốc độ tác nhân sấy Testo 445 (Đức), thông số này được điều chỉnh và cài đặt cố định trong suốt quá trình sấy.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác định thành phần hóa học của quả ngũ vị tử

Quả ngũ vị tử thu nhận được làm sạch, loại bỏ tạp chất và phân tích xác định một số thành phần hóa học. Kết quả thành phần hóa học của ngũ vị tử được thể hiện ở bảng 4.

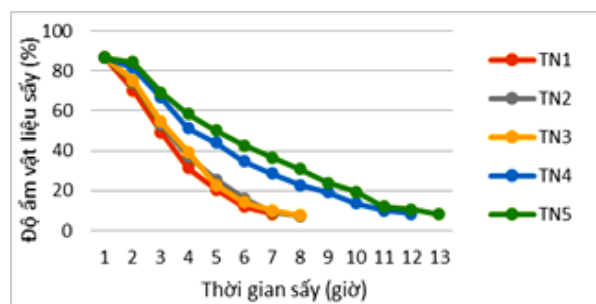
Kết quả cho thấy: ngũ vị tử là loại quả mọng với hàm lượng nước cao ($86,7 \pm 2\%$). Trong quả có chứa các chất có hoạt tính sinh học như: vitamin C 215,45 mg%, axit hữu cơ: 7,11%; đặc biệt, có chứa hàm lượng lignan đến 5,62%, là chất chống oxy hóa tự nhiên, kháng khuẩn,... nên rất phù hợp để nghiên cứu sản xuất các loại sản phẩm có lợi cho sức khỏe từ quả ngũ vị tử [1,2].

Bảng 4. Thành phần hóa học của quả ngũ vị tử

T	Chỉ tiêu	Giá trị
1	Độ ẩm (%)	$86,7 \pm 2$
2	Vitamin C (mg%)	215,4
3	Acid hữu cơ (%)	7,11
4	Lignan (%)	5,62
5	Cảm quan	Quả đỏ tươi, vỏ căng bóng

3.2. Ảnh hưởng của độ dày lớp quả sấy đến thời gian sấy và chất lượng của quả ngũ vị tử

Mật độ phân bố lớp quả trên khay sấy (độ dày lớp quả) ảnh hưởng đến tốc độ thoát ẩm của vật liệu sấy cũng như sự thay đổi về chất lượng của quả ngũ vị tử sau sấy. Mẫu quả thí nghiệm được sấy ở nhiệt độ 50°C , độ dày lớp quả sấy là 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm. Kết quả đánh giá khả năng thoát ẩm của vật liệu sấy thể hiện ở hình 1.



Hình 1. Khả năng thoát ẩm của quả ngũ vị tử khi sấy ở các độ dày lớp sấy khác nhau

Kết quả hình 1 cho thấy: tốc độ thoát ẩm khi

sấy phụ thuộc vào độ dày lớp vật liệu sấy. Để đạt độ ẩm $<9\%$, đối với độ dày lớp sấy 10 mm, 20 mm, 30 mm sau 7-8 giờ; đối với độ dày lớp sấy 40 mm, 50 mm thì thời gian sấy kéo dài đến 13 giờ. Thời gian sấy kéo dài ảnh hưởng đến chất lượng cảm quan ngũ vị tử sau sấy cũng như hiệu quả sấy.

Song song với việc đánh giá khả năng thoát ẩm, tiến hành đánh giá chất lượng, cảm quan của quả ngũ vị tử sau sấy. Kết quả thể hiện ở bảng 5:

Bảng 5. Ảnh hưởng của độ dày lớp quả sấy đến chất lượng của quả ngũ vị tử

Mẫu TN	Chỉ tiêu chất lượng		Điểm cảm quan
	Axit HC (%)	VTMC (mg%)	
TN1	6,14	140,2	18,31
TN2	5,82	148,5	18,30
TN3	5,20	143,1	18,15
TN4	3,23	118,0	15,16
TN5	2,52	106,4	14,82

Kết quả bảng 5 cho thấy, ngũ vị tử khi sấy với độ dày lớp vật liệu sấy là 10 mm, 20 mm, 30 mm thì quả ngũ vị tử khô đều và có màu đỏ sẫm sáng; với những mẫu quả được sấy với độ dày 40-50 mm, mặc dù quả khô nhưng màu sắc sậm hơi đen và đối với mẫu TN5 có mùi lạ, điểm cảm quan xếp loại chất lượng trung bình. Điều này có thể được lý giải với độ dày lớp quả 40-50 mm đã làm giảm khả năng thoát ẩm bên trong khối quả, khi đó đã diễn ra quá trình tự oxy hóa; đồng thời, việc kéo dài thời gian sấy đã làm giảm giá trị cảm quan của quả ngũ vị tử gây bất lợi với sản phẩm khi sử dụng làm dược liệu cũng như làm trà túi lọc ngũ vị tử. Tuy nhiên, với độ dày lớp quả sấy là 10 mm năng suất thấp, hiệu quả kinh tế không cao. Vì vậy, lựa chọn độ dày lớp quả sấy từ 20-30 mm tương đương

với mật độ lớp quả sấy từ 6,4-9,6 kg/m² vừa có khả năng duy trì hàm lượng VTMC ở mức cao 148,5-143,1 mg%, chất lượng cảm quan tốt và thời gian sấy không bị kéo dài.

3.3. Ảnh hưởng của tốc độ tác nhân sấy đến chất lượng của ngũ vị tử

Tốc độ tác nhân sấy là yếu tố ảnh hưởng đến khả năng thoát ẩm của quả. Tốc độ tác nhân sấy càng cao khả năng thoát ẩm của quả ngũ vị tử càng tốt và ngược lại. Tuy nhiên tốc độ tác nhân sấy cao quá hay thấp quá cũng đều ảnh hưởng đến chất lượng của sản phẩm. Nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ tác nhân sấy, khi sấy ở nhiệt độ 50°C đến chất lượng cảm quan của ngũ vị tử sau sấy. Kết quả thể hiện bảng 6:

Bảng 6. Ảnh hưởng của tốc độ tác nhân sấy đến chất lượng của quả ngũ vị tử

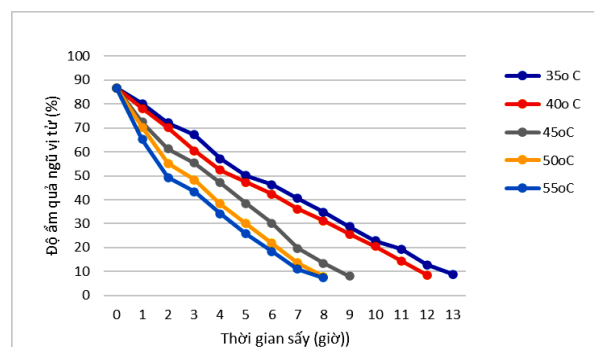
Mẫu TN	Chỉ tiêu chất lượng		Điểm cảm quan
	Axit HC (%)	VTMC (mg%)	
TN 6	4,45	124,2	17,75
TN7	5,78	146,4	18,71
TN8	5,50	140,7	18,21

Kết quả bảng 6 cho thấy: tốc độ tác nhân sấy (lưu lượng tác nhân sấy tuần hoàn trong hệ thống sấy bơm nhiệt) ảnh hưởng trực tiếp đến sự trao đổi nhiệt trong quá trình sấy nên ảnh hưởng đến mức độ biến đổi hàm lượng vitamin C, hàm lượng axit hữu cơ tổng số và chất lượng cảm quan của quả ngũ vị tử sau khi sấy. Với tốc độ tác nhân sấy từ 1,0-2,0 m/s quả khô đều, màu đỏ sẫm và có chất lượng cảm quan đạt loại khá, tốt. Tuy nhiên, tốc độ tác nhân sấy là 1,5 m/s sản phẩm có màu đỏ sẫm sáng là phù hợp hơn cả trong quá trình sấy ngũ vị tử để làm nguyên liệu chế biến trà túi lọc. Tốc độ tác nhân sấy càng cao quá trình trao đổi nhiệt ẩm diễn càng mạnh, đồng thời

làm cho màu sắc của sản phẩm bị mất màu tự nhiên. Nếu tốc độ tác nhân sấy thấp, quá trình trao đổi ẩm chậm, thời gian sấy kéo dài và từ đó làm cho quả mất màu đỏ sẫm tự nhiên của sản phẩm. Đồng thời, hàm lượng axit và vitamin C đối với mẫu sấy với tốc độ tác nhân sấy 1m/s giảm mạnh hơn so với mẫu có vận tốc tác nhân sấy 1,5 m/s và 2,0 m/s.

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến khả năng thoát ẩm và chất lượng ngũ vị tử khi sấy

Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến thời gian, khả năng thoát ẩm và chất lượng của ngũ vị tử mức nhiệt độ sấy 35°C, 40°C, 45°C, 50°C và 55°C. Tốc độ giảm hàm ẩm của ngũ vị tử trong quá trình sấy được thể hiện ở hình 2:



Hình 2. Đường cong biểu diễn ảnh hưởng của nhiệt độ đến khả năng thoát ẩm của quả ngũ vị tử

Kết quả hình 2 cho thấy, sấy ở nhiệt độ càng thấp (ở nhiệt độ 35°C) thì hàm lượng ẩm trong nguyên liệu giảm chậm do sự chênh lệch áp suất hơi bão hòa trên bề mặt nguyên liệu và áp suất riêng phần trong không khí nhỏ nên tốc độ thoát ẩm chậm, thời gian sấy kéo dài (13 giờ). Khi tăng nhiệt độ sấy thì tốc độ làm khô tăng lên do tốc độ khuếch tán ẩm từ bên trong quả ra ngoài môi trường tăng lên, ẩm thoát ra đều hơn nên thời gian sấy ngắn. Do đó, khi sấy ở nhiệt độ 55°C thì thời gian sấy giảm xuống chỉ còn 8 giờ.

Các chỉ tiêu chất lượng của ngũ vị tử sấy ở các chế độ nhiệt độ khác nhau được thể hiện ở bảng 7.

Bảng 7. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy chất lượng của quả ngũ vị tử

Mẫu TN	Chỉ tiêu chất lượng		Điểm cảm quan
	Axit HC (%)	VTMC (mg%)	
TN9	4,07	127,3	16,62
TN10	4,22	134,4	16,90
TN11	4,34	142,6	18,71
TN12	4,87	141,5	18,33
TN13	4,05	127,2	17,15

Kết quả bảng 7 cho thấy, nhiệt độ sấy thấp có khả năng duy trì hàm lượng vitamin C tốt hơn so với nhiệt độ sấy cao. Nhiệt độ sấy 45-50°C, hàm lượng vitamin C còn lại trong quả là 141-142 mg%; trong khi sấy ở nhiệt độ 55°C, thì hàm lượng vitamin C chỉ còn 127,2 mg% (giảm 40% so với nguyên liệu ngũ vị tử ban đầu). Hàm lượng axit không bị ảnh hưởng nhiều ở các chế độ nhiệt độ sấy khác nhau này.

Nhiệt độ sấy thấp, thời gian sấy kéo dài nên ảnh hưởng đến chất lượng cảm quan của sản phẩm, quả khô nhưng màu nâu tối. Khi tăng nhiệt độ sấy lên 55°C, mùi thơm đặc trưng của quả giảm đi rõ rệt.

Qua thực nghiệm cho thấy, nhiệt độ là yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến quá trình sấy. Tuy vậy, nhiệt độ quá thấp hoặc quá cao cũng đều ảnh hưởng không tốt cho chất lượng sản phẩm, vì khi nhiệt độ sấy cao thì quá trình khuếch tán ngoại ở thời gian đầu nhanh tạo thành lớp màng cứng trên bề mặt ngăn cản nước ở các lớp bên trong di chuyển ra bên ngoài nên kéo dài thời gian sấy và giảm tốc độ sấy làm ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Ngoài ra, khi sấy ở nhiệt độ cao còn làm phân hủy các hợp

chất có trong ngũ vị tử nên màu sắc của ngũ vị tử bị sậm đen và mùi thơm đặc trưng giảm, đó là tiêu chí quan trọng nhất khi lựa chọn nhiệt độ sấy. Ngược lại, nếu nhiệt độ sấy quá thấp thì tốc độ làm khô chậm, tạo điều kiện cho các enzyme trong nội tại của quả và enzyme của vi sinh vật hoạt động thúc đẩy quá trình phân giải các chất khô tạo tiền đề cho quá trình chuyển màu, ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.

Dựa trên kết quả thực nghiệm, nhận thấy mẫu sấy tại nhiệt độ 45°C và 50°C có điểm cảm quan cao nhất (18,33-18,71 điểm), tiếp theo là mẫu sấy ở nhiệt độ 40°C (16,9 điểm). Mẫu sấy ở 35°C cho chất lượng thấp nhất (16,62 điểm). Điều này chứng tỏ, nhiệt độ sấy có ảnh hưởng đáng kể tới chất lượng cảm quan của sản phẩm.

Dựa trên điểm cảm quan và hàm lượng vitamin C của sản phẩm, chúng tôi chọn khoảng nhiệt độ sấy 45°C - 50°C với thời gian sấy 8-9 giờ. Khi đó, quá trình ẩm thoát ra bên ngoài đều đặn theo thời gian sấy tránh được sự tạo màng cứng cũng như tạo điều kiện cho ẩm thoát ra bên ngoài dễ dàng hơn, thời gian sấy hợp lý giúp ngăn chặn quá trình hư hỏng của sản phẩm (do enzyme nội tại và vi sinh vật) đặc biệt là ít làm ảnh hưởng tới màu sắc và hương thơm đặc trưng của quả ngũ vị tử.

3.5. Tối ưu hóa quá trình sấy ngũ vị tử theo phương pháp sấy bơm nhiệt kết hợp bức xạ hồng ngoại

Kết quả thực nghiệm sấy ngũ vị tử theo quy hoạch Box-Behnken tại bảng 8.

Bảng 8. Mô hình thí nghiệm sấy quả ngũ vị tử

TN	A	B	C	Y ₁ (mg%)	Y ₂ (điểm)
1	-1	-1	0	127,9	17,90
2	1	-1	0	125,8	17,04

TN	A	B	C	Y ₁ (mg%)	Y ₂ (điểm)
3	-1	1	0	120,1	18,27
4	1	1	0	120,7	18,02
5	-1	0	-1	142,5	17,71
6	1	0	-1	123,8	17,24
7	-1	0	1	132,6	17,51
8	1	0	1	130,4	17,43
9	0	-1	-1	125,7	17,41
10	0	1	-1	122,1	17,05
11	0	-1	1	126,3	17,72
12	0	1	1	124,4	18,06
13	0	0	0	139,7	18,17
14	0	0	0	139,6	18,15
15	0	0	0	139,6	18,15
16	0	0	0	139,5	18,12
17	0	0	0	139,6	18,16

Kiểm tra sự có nghĩa của các hệ số và sự thích ứng của mô hình được tiến hành phân tích hồi quy (bảng 9a, 9b)

Bảng 9a. Kết quả phân tích hồi quy hàm lượng vitamin C (Y₁)

Nguồn gốc	Phương sai	Chuẩn F	Giá trị p (khả năng >F)
Mô hình	150,99	30,49	< 0,0001
A	47,04	9,50	0,0178
B	37,84	7,64	0,0279
C	5,12	1,03	0,3431
AB	5,52	1,12	0,3260
AC	33,06	6,68	0,0363
BC	0,12	0,025	0,8795
A ²	133,82	27,02	0,0013
B ²	926,95	187,18	<0,0001
C ²	81,05	16,37	0,0049

Bảng 9b. Kết quả phân tích hồi quy điểm chất lượng cảm quan (Y₂)

Nguồn gốc	Phương sai	Chuẩn F	Giá trị p (khả năng >F)
Mô hình	0,67	13,50	0,0012
A	0,33	6,65	0,0365
B	0,32	6,41	0,0391
C	0,082	1,64	0,2408
AB	0,25	5,01	0,0603
AC	0,43	8,59	0,0220
BC	0,090	1,80	0,2213
A ²	0,087	1,74	0,2283
B ²	4,16	83,27	<0,0001
C ²	0,50	9,96	0,0160

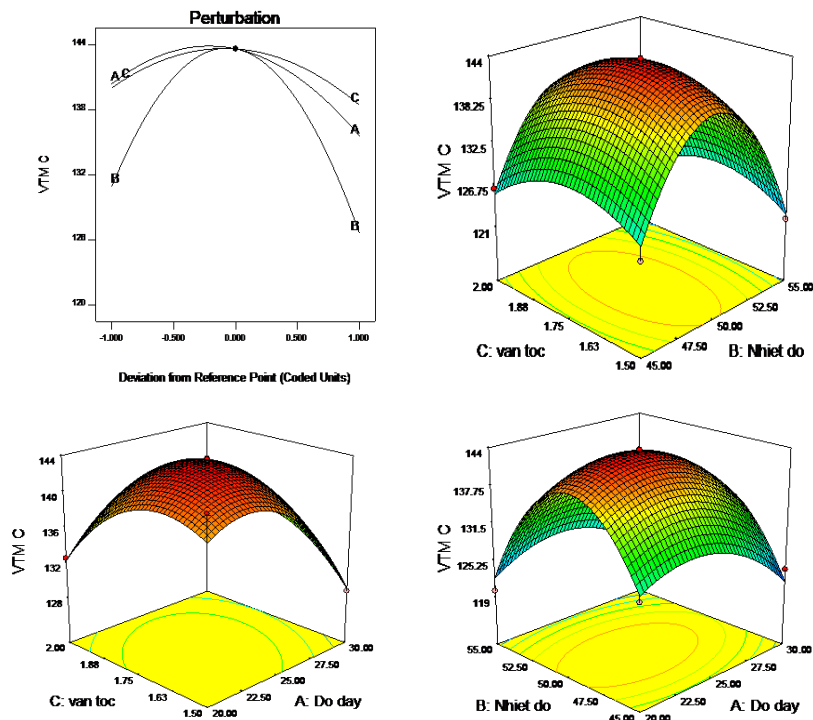
Chuẩn F của hai mô hình lần lượt là 30,49 (Y₁), 13,50 (Y₂) cho thấy hai mô hình hồi quy hoàn toàn có ý nghĩa thống kê cao với độ tin cậy 99,99% (p<0,0001). Sự có nghĩa của các hệ số hồi quy được kiểm định bởi chuẩn F, các giá trị p<0,05 cho biết hệ số hồi quy có ý nghĩa và có ảnh hưởng lớn đến hàm mục tiêu. Trái lại, khi giá trị p>0,05 cho biết hệ số hồi quy có ảnh hưởng ít hơn đến hàm mục tiêu và vẫn được giữ lại trong mô hình để tiến hành tối ưu hóa. Thêm vào đó, hệ số tương quan bội (R²) của 2 mô hình lần lượt là 0,9751 và 0,9455 cho thấy mô hình mô tả đến 97,51% và 94,55% sự thay đổi của hàm mục tiêu phụ thuộc vào các biến ảnh hưởng. Điều đó chứng tỏ cả hai mô hình hoàn toàn tương thích với thực nghiệm. Vậy hàm lượng vitamin C và điểm cảm quan được biểu diễn bằng mô hình bậc 2 theo các biến mã như sau:

$$Y_1 = 143,6 - 2,42A - 2,17B - 0,080C + 2,88AC - 5,64A^2 - 14,84B^2 - 4,39C^2$$

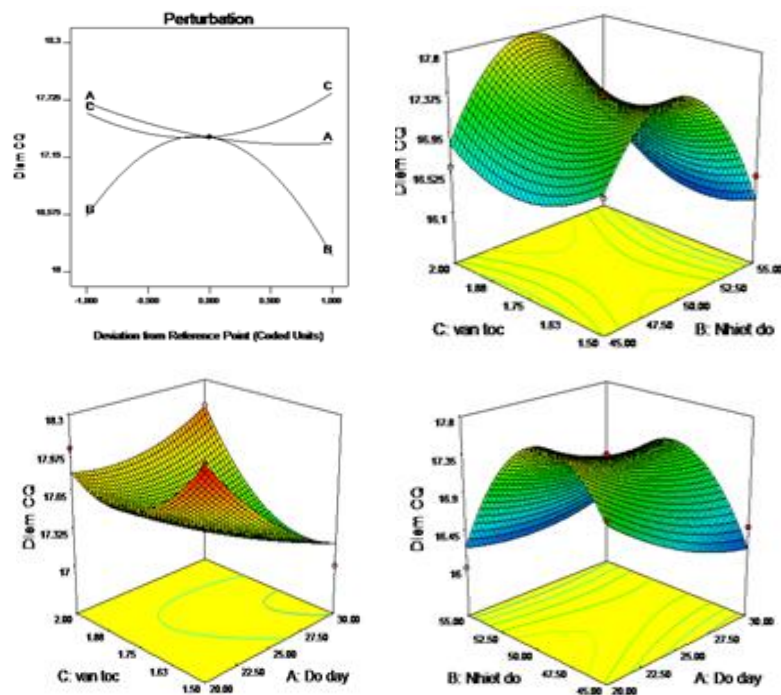
$$Y_2 = 17,35 - 0,20A - 0,20B + 0,10C + 0,33AC + 0,14A^2 - 0,99B^2 + 0,34C^2$$

Lần lượt xét ảnh hưởng của từng yếu tố đến sự bảo tồn hàm lượng vitamin C và điểm cảm quan cho thấy nhiệt độ sấy ảnh hưởng mạnh mẽ nhất, sau đó là độ dày lớp quả sấy; còn tốc

độ tác nhân sấy thì ảnh hưởng ít hơn đến hàm lượng vitamin C và điểm cảm quan (hình 3a và 3b).



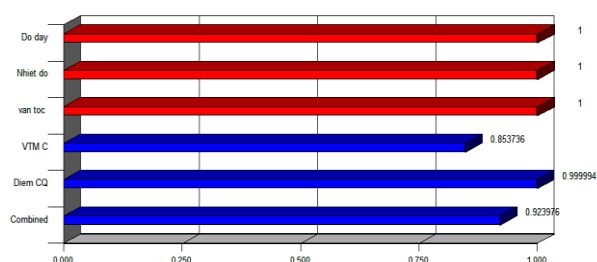
Hình 3a. Ảnh hưởng của các yếu tố đến hàm lượng vitamin C của quả ngũ vị tử sấy



Hình 3b. Ảnh hưởng của các yếu tố đến điểm cảm quan của ngũ vị tử sấy

❖ Tối ưu hóa

Quá trình sấy ngũ vị tử được thực hiện nhằm mục đích bảo tồn hàm lượng vitamin C và điểm cảm quan là cao nhất. Tối ưu hóa bằng cách chập mục tiêu theo thuật toán hàm mong đợi bằng phần mềm Design-Expert 7.1, kết quả tối ưu như sau: độ dày lớp quả ngũ vị tử sấy 20,41 mm, nhiệt độ sấy 49,18°C, tốc độ tác nhân sấy 1,5 m/s khi đó hàm lượng vitamin C là 143,28 mg%, điểm cảm quan là 18,27. Với phương án tối ưu quá trình sấy thì mục tiêu bảo tồn hàm lượng vitamin C đạt 85,37% mong muốn, điểm cảm quan đạt 99,99%, mục tiêu chung đạt 92,37% mong muốn và yêu cầu về 3 yếu tố ảnh hưởng đều đạt 100% (hình 4).



Hình 4. Mức độ đáp ứng sự mong đợi quá trình sấy ngũ vị tử bằng phương pháp sấy bơm nhiệt kết hợp bức xạ hồng ngoại

❖ Phân tích chất lượng ngũ vị tử sau sấy

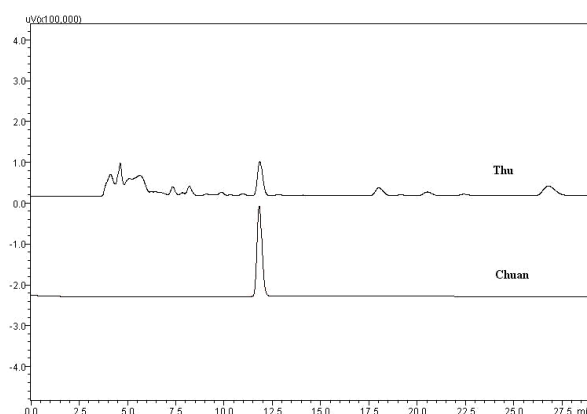
Xác định chất lượng của quả ngũ vị tử sau sấy thông qua phân tích một số thành phần hóa học của quả ngũ vị tử đã được làm khô bằng phương pháp sấy bơm nhiệt kết hợp bức xạ hồng ngoại với các thông số công nghệ tối ưu được thể hiện ở bảng 10 và hình 5.

Kết quả phân tích cho thấy, quả ngũ vị tử khô có hàm lượng lignan được bảo tồn đến 4,26% (hình 5), hàm lượng VTM C 143,28 mg%; hàm lượng axit 5,37%. Đây là cơ sở khoa học

cho thấy khả năng hiệu quả ứng dụng phương pháp sấy bơm nhiệt kết hợp bức xạ hồng ngoại để sấy ngũ vị tử với mục đích bảo tồn các chất có hoạt tính sinh học.

Bảng 10. Thành phần hóa học của ngũ vị tử sau sấy

TT	Chỉ tiêu	Giá trị
1	Độ ẩm (%)	8,17
2	Vitamin C (mg%)	143,28
3	Acid hữu cơ (%)	5,37
4	Lignan (%)	4,26



Hình 5. Sắc ký đồ phân tích hàm lượng lignan trong quả ngũ vị tử khô

4. KẾT LUẬN

Sấy ngũ vị tử bằng phương pháp sấy bơm nhiệt kết hợp với bức xạ hồng ngoại với nhiệt độ sấy là 49,18°C, độ dày lớp vật liệu sấy 20,41 mm, tốc độ tác nhân sấy 1,5 m/s hàm lượng vitamin trong quả được bảo tồn cao nhất, độ ẩm quả <9% quả có màu đỏ nâu sáng, mùi thơm đặc trưng, khô rắn chắc phù hợp để sử dụng làm dược liệu cũng như làm nguyên liệu để sản xuất các sản phẩm trà ngũ vị tử.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Agnieszka Szopa, "Phytochemical studies and biological activity of three Chinese Schisandra species

- (Schisandra sphenanthera, Schisandra henryi and Schisandra rubriflora): current findings and future applications” Phytochemistry Reviews volume 18, pages109–128 (2019).
- [2] Dalia M. Kopustinskiene, “Antioxidant Effects of Schisandra chinensis Fruits and Their Active Constituents”, page 620, Antioxidants 2021,10.
- [4] Đỗ Tất Lợi. “Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam” Nhà xuất bản Y học, 2004
- [5] Nguyễn Bá Hoạt, Bùi Thị Hằng, “Cấu trúc hóa học của một số chất phân lập từ quả ngũ vị tử thu hái ở Kom Tum” Tạp chí Dược liệu, T8, 2017.
- [6] Tào Duy Cần, Trần Sĩ Viên, “Cây thuốc vị thuốc bài thuốc Việt Nam” Nhà xuất bản Hà Nội, 2007.

Thông tin liên hệ: **Đặng Thị Thanh Quyên**

Điện thoại: 0982656697 - Email: dttquyen@uneti.edu.vn

Khoa Công nghệ thực phẩm Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

