

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ SẤY LÁ CÂY DÂY THÌA CANH BẰNG PHƯƠNG PHÁP SẤY BƠM NHIỆT NHẪM NÂNG CAO HIỆU SUẤT THU HỒI HÀM LƯỢNG TỔNG PHENOLIC VÀ FLAVONOID

STUDY OF HEAT PUMP DRYING CONDITION OF *GYMNEMA SYLVESTRE* LEAF FOR RECOVERY EFFICIENCY IMPROVEMENT OF PHENOLIC AND FLAVONOID

Nguyễn Tân Thành¹, Nguyễn Tiến Anh¹,
Nguyễn Thị Huyền¹, Nguyễn Đức Nam², Nguyễn Đức Trung^{3,*}

TÓM TẮT

Nghiên cứu này tối ưu hoá quá trình sấy bơm nhiệt nhằm nâng cao hiệu suất thu hồi hàm lượng tổng phenolic và flavonoid từ lá cây Dây thìa canh (*Gymnema sylvestre*) bằng phương pháp đáp ứng bề mặt (RSM). Bố trí thí nghiệm theo phương án cấu trúc có tâm (CCD) đã được thực hiện để tìm được mô hình hồi quy hàm lượng tổng phenolic tổn thất (Y_1 , %), tổng flavonoid tổn thất (Y_2 , %) và độ ẩm của quá trình (Y_3 , %) với ba yếu tố là nhiệt độ sấy (X_1), tốc độ tác nhân sấy (X_2) và thời gian sấy (X_3). Theo mô hình, điều kiện tối ưu hóa quá trình sấy bơm nhiệt tối thiểu hoá tổn thất hàm lượng các hợp chất có hoạt tính sinh học và độ ẩm là: 53°C (nhiệt độ), 1,1m/s (tốc độ tác nhân sấy) và 480 phút (thời gian sấy). Với điều kiện này, tỷ lệ tổn thất hàm lượng tổng phenolic là $16,82 \pm 0,05\%$, tỷ lệ tổn thất hàm lượng tổng flavonoid là $17,51 \pm 0,07\%$ và độ ẩm sau khi sấy đạt $6,72 \pm 0,04\%$.

Từ khóa: *Gymnema sylvestre*; phenolic; flavonoid; phương pháp bề mặt đáp ứng; bơm nhiệt.

ABSTRACT

This study optimizes heat pump drying condition of *Gymnema sylvestre* leaf in order to improve the recovery efficiency of total phenolic and flavonoid content via Response Surface Method (RSM). Central Composite Designed (CCD) experiments were implemented to obtain the regressive model of total phenolic content losses (Y_1 , %), total flavonoid content losses (Y_2 , %) and moisture content (Y_3 , %) due to three factors: drying air temperature (X_1), drying air velocity (X_2) and drying time (X_3). Due to obtained model, optimal condition of heat pump drying process which minimizes bioactive content loss and moisture is 53°C (drying air temperature), 1.1m/s (drying air velocity) và 480 minutes (drying time). At found condition, total phenolic content loss (TPCL) is $16.82 \pm 0.05\%$, total flavonoid loss is $17.51 \pm 0.07\%$ and moisture content (MC) is $6.72 \pm 0.04\%$.

Keywords: *Gymnema sylvestre*; phenolic; flavonoid; response surface method; heat pump.

¹Viện Công nghệ Hóa sinh và Môi trường, Trường Đại học Vinh

²Khoa Điện, Đại học Công nghiệp Hà Nội

³Viện Công nghệ sinh học và Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

*Email: trung.nguyenduc@hust.edu.vn

Ngày nhận bài: 01/7/2021

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 05/8/2021

Ngày chấp nhận đăng: 25/8/2021

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dây thìa canh (*Gymnema sylvestre*) còn có tên gọi khác là Muôi hay Lỗ ti rừng, thuộc chi Lỗ ti (*Gymnema*) họ Trúc đào (*Apocynaceae*), có xuất xứ từ rừng nhiệt đới thuộc miền nam và miền trung Ấn Độ. Đến nay, loài cây này đã được biết đến và sử dụng rộng rãi tại nhiều nước trên thế giới để chữa bệnh tiểu đường với các tên gọi khác nhau như Diabeticin (Ấn Độ), Sugarest (Mỹ), Glucos care (Singapore)... Ở Việt Nam, Dây thìa canh được xếp vào loại dây leo và được tìm thấy nhiều ở các tỉnh phía Bắc và miền Trung. Cây ra hoa vào tháng 6 và kết quả vào tháng 8 hàng năm. Khi chín, quả rụng xuống đất, tách đôi giống 2 chiếc thìa, vì thế người dân thường gọi loại cây này là Dây thìa canh hay cây Muôi [1].

Thành phần có hoạt tính sinh học chính của Dây thìa canh là hoạt chất GS4 (*Gymnema Sylvestre* kiềm hóa lần thứ 4) gồm nhiều axit gymnemic - một loại saponin triterpenoid có tác dụng kích thích sản sinh tế bào β tuyến tụy, nhờ đó tăng cường sản xuất insulin, tăng hoạt tính của insulin, giúp kiểm soát và ổn định đường huyết. Một số nhà khoa học khác trên thế giới đã công bố về thành phần hóa học trong cây Dây thìa canh như flavone, alcaloid, anthraquinone, hentri-acontane, pentatriacontane, α -chlorophylls, β -chlorophylls, phytin, resins, d-quercitol, acid tartaric, acid formic, acid butyric, lupeol,... [2-6].

Các hợp chất Phenolic bao gồm flavonoid, acid phenolic, tannin, lignin và một số hợp chất khác. Với cấu trúc có nhiều nhóm phenol,

chúng có khả năng ngăn chặn các chuỗi phản ứng dây chuyền gây ra bởi các gốc tự do bằng cách phản ứng trực tiếp với gốc tự do đó tạo thành một gốc tự do mới bền hơn, hoặc cũng có thể tạo phức với các ion kim loại chuyển tiếp vốn là xúc tác cho quá trình tạo gốc tự do.

Flavonoid là nhóm hợp chất polyphenol rất phổ biến trong giới thực vật. Do có bản chất là polyphenol các flavonoid thường có tính chống oxy hóa mạnh giúp cơ thể chống lại các tổn thương do gốc tự do một cách hữu hiệu. Nhờ vậy, flavonoid còn có tác dụng bảo vệ hệ tim mạch, giảm nguy cơ tử vong do các bệnh lý tim mạch như đau thắt ngực, nhồi máu cơ tim, xơ vữa động mạch....

Trên thế giới, máy sấy bơm nhiệt được sử dụng rộng rãi vào đầu những năm 1970, đặc biệt được sử dụng nhiều trong lĩnh vực thực phẩm và chế biến gỗ [7], chất lượng của sản phẩm sau khi sấy bằng máy sấy bơm nhiệt tốt hơn nhiều so với máy sấy đối lưu không khí nóng [8]. Ở cùng một nhiệt độ sấy thì mức tiêu thụ năng lượng của máy sấy bơm nhiệt thấp hơn từ 60 - 80% so với máy sấy đối lưu không khí nóng [9]. Với những ưu điểm mà công nghệ sấy bơm nhiệt mang lại thì hiện nay máy sấy bơm nhiệt được sử dụng rất rộng rãi ở Việt Nam trong các lĩnh vực chế biến thực phẩm, dược liệu và các sản phẩm sau thu hoạch.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Lá cây Dây thìa canh (*Gymnema sylvestre*) được lấy tại Công ty cổ phần dược liệu Pù Mát, trồng tại vùng đệm Vườn quốc gia Pù Mát, tỉnh Nghệ An. Mẫu tươi ban đầu có độ ẩm 65 - 70%. Mẫu được rửa sạch và làm ráo nước trên bề mặt lá. Mẫu nguyên liệu sau khi sấy bơm nhiệt được nghiền nhỏ và sàng qua lưới sàng có kích thước 2mm để thu được mẫu có kích thước đồng nhất, mẫu nghiền được hút chân không và bảo quản ở -20°C trước khi tiến hành các nghiên cứu tiếp theo.

2.2. Phương pháp và thiết bị sấy

Lá cây Dây thìa canh được sấy bằng máy sấy bơm nhiệt CYF-EL040 (Hãng Chin Ying Fa, Đài Loan). Máy gồm 18 khay sấy có kích thước 600x800mm, khoảng cách giữa các khay là 100mm. Hệ thống sấy bơm nhiệt gồm một máy nén, hai thiết bị ngưng tụ, van tiết lưu, thiết bị bay hơi và bộ thu hồi nhiệt. Hệ thống sử dụng tác nhân lạnh R22, công suất máy nén 2HP.

Nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ tác nhân sấy được cài đặt trên thiết bị theo yêu cầu công nghệ, các thông số quá trình được ghi lại 15 phút/lần. Cảm biến đo nhiệt được đặt ở giữa thân máy. Rải lớp nguyên liệu có chiều cao 40 - 50mm lên khay sấy. Điều chỉnh tốc độ tác nhân sấy theo biến tần quạt đặt trong máy.

2.3. Phương pháp và thiết bị trích ly

Tiến hành cân 10g nguyên liệu cho vào bình trích ly của thiết bị trích ly Reaction có thể tích 500ml, bổ sung 300ml nước cất, thời gian trích ly 2 tiếng, nhiệt độ trích ly 50°C, quá trình trích ly có khuấy trộn. Các thí nghiệm về trích ly đều được tiến hành cùng một thông số.

2.4. Phương pháp bố trí thí nghiệm và tối ưu hóa điều kiện sấy

Lựa chọn phương pháp bề mặt đáp ứng (Response Surface Methodology) để tối ưu hóa điều kiện sấy ảnh hưởng đến tổn thất hàm lượng tổng phenolic và flavonoid từ cây Dây thìa canh. Ba thông số quan trọng của quá trình sấy được nghiên cứu bao gồm: nhiệt độ sấy (X_1), thời gian sấy (X_2) và tốc độ tác nhân sấy (X_3). Các thí nghiệm được bố trí theo phương án cấu trúc có tâm (CCD) gồm 20 thí nghiệm với 6 thí nghiệm ở tâm. Mỗi thí nghiệm được tiến hành 3 lần và lấy kết quả trung bình. Mô hình toán học mô tả ảnh hưởng của các biến độc lập đối với biến phụ thuộc có dạng hàm đa thức bậc hai và có dạng tổng quát như sau:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_{ii} + \sum_{j=1}^k \sum_{i < j} \beta_{ij} X_i X_j \quad (1)$$

Trong đó: Y - Biến phụ thuộc (hàm mục tiêu); X_{ij} - Biến mã hóa (biến độc lập) ảnh hưởng đến Y; $\beta_0, \beta_i, \beta_{ii}, \beta_{ij}$ - Các hệ số hồi quy.

2.5. Phương pháp phân tích

2.5.1. Xác định độ ẩm

Độ ẩm được xác định theo AOAC 2003 [10], mẫu được cho vào tủ sấy và sấy khô ở 105°C đến khi khối lượng không đổi.

2.5.2. Xác định hàm lượng tổng phenolic (TPC)

Hàm lượng tổng phenolic được xác định theo phương pháp Folin-Ciocalteu [11]. Hút 1ml dịch mẫu pha loãng, thêm 5ml thuốc thử Folin-Ciocalteu 10% và lắc đều, sau 3 phút tiếp tục thêm 4ml dung dịch Na_2CO_3 7,5%, lắc đều và để yên 1h trong bóng tối, sau đó tiến hành so màu ở bước sóng 765nm. Mỗi thí nghiệm lặp lại 3 lần và lấy kết quả trung bình. Tổn thất hàm lượng tổng phenolic (TPCL) được xác định:

$$\text{TPCL} = \frac{\text{TPC}_{\text{NL}} - \text{TPC}_{\text{SP}}}{\text{TPC}_{\text{NL}}} \times 100 \quad (2)$$

2.5.3. Xác định hàm lượng tổng flavonoid (TFC)

Tổng hàm lượng flavonoid được xác định theo phương pháp Al-flavonoid [12]. Độ hấp thụ được đo ở bước sóng 510nm. Sử dụng catechin làm chất chuẩn. Một phần dịch chiết (1ml) hoặc dung dịch catechin chuẩn đã được thêm vào bình định mức 10ml chứa 4ml H_2O . Sau đó thêm 0,3ml NaNO_2 5%. Sau 5 phút, thêm tiếp 0,3ml dung dịch AlCl_3 10%. Sau 6 phút, cho thêm 2ml NaOH 1M và định mức đến thể tích 10 ml bằng nước cất. Dung dịch được trộn đều và độ hấp thụ được đo ở bước sóng 510nm (Agilent 8453). Tổn thất hàm lượng tổng flavonoid (TFCL) được xác định:

$$\text{TFCL} = \frac{\text{TFC}_{\text{NL}} - \text{TFC}_{\text{SP}}}{\text{TFC}_{\text{NL}}} \times 100 \quad (3)$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thiết lập mô hình

Biến mã hóa tương ứng các mức ở bảng 1 thể hiện các miền đơn yếu tố trong khảo sát chế độ tối ưu: nhiệt độ 45 ÷

55°C, tốc độ tác nhân sấy 1 ÷ 2m/s và thời gian sấy 480 ÷ 540phút.

Bảng 1. Mã hóa của các biến độc lập

Các biến độc lập	Kí hiệu	Các mức mã hóa		
		-1	0	+1
Nhiệt độ sấy (°C)	X ₁	45	50	55
Tốc độ tác nhân sấy (m/s)	X ₂	1,0	1,5	2,0
Thời gian sấy (phút)	X ₃	480	510	540

Nghiên cứu tập trung vào sự mất mát của các hàm lượng tổng phenolic và tổng flavonoid cũng như độ ẩm sản phẩm từ lá cây Dây thìa canh khi tiến hành sấy trên máy sấy bơm nhiệt so với nguyên liệu ban đầu, sao cho tỷ lệ tổn thất này là nhỏ nhất. Phương án thiết kế thí nghiệm với ba biến và ba hàm mục tiêu được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm theo phương án cấu trúc có tâm (CCD)

RUN	X ₁ (°C)	X ₂ (m/s)	X ₃ (min)	TPCL - Y ₁ (%)	TFCL - Y ₂ (%)	MC - Y ₃ (%)
1	50	1,5	510	19,54	17,22	5,83
2	55	2,0	540	25,55	22,96	5,01
3	50	1,5	460	18,30	15,95	9,22
4	45	2,0	540	24,08	20,83	9,05
5	50	1,5	510	17,69	18,06	5,20
6	45	2,0	480	26,63	19,74	10,52
7	50	1,5	510	20,93	18,47	5,64
8	50	2,3	510	22,39	19,80	5,85
9	50	0,7	510	16,52	21,64	8,18
10	55	1,0	480	17,71	17,42	5,78
11	55	1,0	540	23,68	24,85	5,19
12	45	1,0	480	24,47	21,81	11,72
13	50	1,5	510	20,22	18,23	6,81
14	41,5	1,5	510	30,91	24,86	12,37
15	50	1,5	510	19,16	19,13	6,60
16	55	2,0	480	24,25	19,79	5,72
17	50	1,5	560	22,80	21,92	5,45
18	50	1,5	510	18,79	18,44	7,26
19	58,5	1,5	510	25,82	26,65	5,23
20	45	1,0	540	25,62	23,78	10,19

Ở đây, Y₁ là tỷ lệ tổn thất tổng hàm lượng phenolic sau quá trình sấy (ký hiệu TPCL,%), Y₂ là tỷ lệ tổn thất tổng hàm lượng flavonoid sau quá trình sấy (ký hiệu TFCL,%), Y₃ là độ ẩm của vật liệu sấy (ký hiệu MC, %).

3.2. Phân tích sự có nghĩa và sự tương quan của mô hình

Tỷ lệ tổn thất hàm lượng tổng phenolic sau quá trình sấy bơm nhiệt so với hàm lượng tổng phenolic trong nguyên liệu thấp nhất 16,52% tại điều kiện nhiệt độ sấy 50°C, tốc độ tác nhân sấy 0,7m/s và thời gian sấy là 510 phút, tỷ lệ tổn thất hàm lượng tổng flavonoid sau quá trình sấy thấp nhất 15,95% tại điều kiện nhiệt độ sấy 50°C, tốc độ

tác nhân sấy 1,5m/s và thời gian sấy là 460 phút và độ ẩm thấp nhất 5,01% tại nhiệt độ sấy 55°C, tốc độ tác nhân sấy 2m/s và thời gian sấy là 540 phút.

$$Y_1 = 19,36 - 1,33X_1 + 1,38X_2 + 0,98X_3 + 0,97X_1X_2 + 1,08X_1X_3 - 1,05X_2X_3 + 3,39X_1^2 + 0,24X_2^2 + 0,62X_3^2 \quad (4)$$

$$Y_2 = 18,28 + 0,14X_1 - 0,56X_2 + 1,74X_3 + 0,69X_1X_2 + 0,94X_1X_3 - 0,64X_2X_3 + 2,52X_1^2 + 0,74X_2^2 + 0,11X_3^2 \quad (5)$$

$$Y_3 = 6,22 - 2,33X_1 - 0,44X_2 - 0,79X_3 + 0,32X_1X_2 + 0,2X_1X_3 + 0,05X_2X_3 + 0,93X_1^2 + 0,30X_2^2 + 0,41X_3^2 \quad (6)$$

Từ các phân tích hồi quy tuyến tính 20 thí nghiệm đã xây dựng được phương trình hồi quy bậc hai của quá trình sấy bơm nhiệt theo các phương trình: (4), (5) và (6).

Bảng 3. Kết quả phân tích hồi quy tổn thất hàm lượng tổng phenolic, tổng flavonoid và độ ẩm vật liệu sau khi sấy lá cây Dây thìa canh

Nguồn	Tổn thất hàm lượng tổng phenolic Y ₁ - TPCL		Tổn thất hàm lượng tổng flavonoid Y ₂ - FC		Độ ẩm vật liệu sấy Y ₃ - MC	
	Giá trị F	Giá trị p	Giá trị F	Giá trị p	Giá trị F	Giá trị p
Mô hình	22,73	< 0,0001 ^S	28,10	< 0,0001 ^S	21,37	< 0,0001 ^S
X ₁ (Nhiệt độ sấy)	19,33	0,0013 ^S	0,41	0,5329 ^{NS}	141,74	< 0,0001 ^S
X ₂ (Tốc độ TNS)	20,92	0,0010 ^S	6,95	0,0249 ^S	5,08	0,0478 ^S
X ₃ (Thời gian sấy)	10,57	0,0087 ^S	66,98	< 0,0001 ^S	16,08	0,0025 ^S
X ₁ X ₂	6,06	0,0335 ^S	6,15	0,0325 ^S	1,55	0,2402 ^{NS}
X ₁ X ₃	7,51	0,0208 ^S	11,57	0,0067 ^S	0,60	0,4532 ^{NS}
X ₂ X ₃	7,00	0,0245 ^S	5,37	0,0428 ^S	0,04	0,8492 ^{NS}
X ₁ ²	132,08	< 0,0001 ^S	148,99	< 0,0001 ^S	23,59	0,0007 ^S
X ₂ ²	0,63	0,4433 ^{NS}	12,82	0,0050 ^S	2,40	0,1517 ^{NS}
X ₃ ²	4,46	0,0608 ^{NS}	0,27	0,6115 ^{NS}	4,59	0,0576 ^{NS}
Không tương thích	0,96	0,5182 ^{NS}	2,14	0,2118 ^{NS}	0,69	0,6515 ^{NS}
R ²	0,9534		0,9620		0,9506	

S: có ý nghĩa với p < 0,05; NS: không có ý nghĩa.

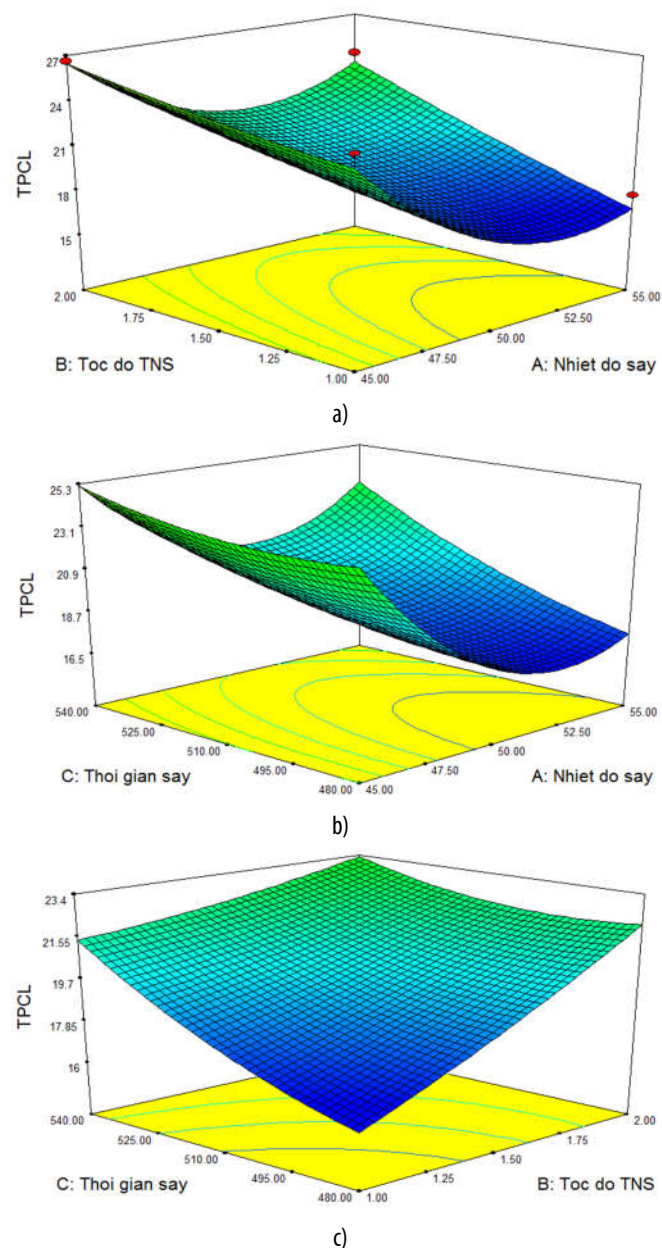
Kết quả phân tích ANOVA của mô hình bậc hai của ba hàm mục tiêu đã được đánh giá bằng các giá trị F, p và R² tương ứng (bảng 3). Giá trị F, p của Y₁ là 22,73 và 0,0001; của Y₂ là 28,10 và 0,0001 Y₃ là 21,37 và 0,0001. Cả ba giá trị đều thỏa mãn điều kiện p < 0,05 cho thấy cả ba mô hình hoàn toàn có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy đều ở mức trên 99,99% (p < 0,0001). Hệ số tương quan bội (R²) của mô hình Y₁ là 0,9534, Y₂ là 0,9620 và Y₃ là 0,9506 cho thấy mô hình Y₁ mô tả đến 95,34%, mô hình Y₂ mô tả đến 96,20% và mô hình Y₃ mô tả đến 95,06% sự thay đổi của các hàm mục tiêu phụ thuộc vào các biến ảnh hưởng. Chuẩn F của mô hình Y₁ là 0,96 (p = 0,5182), Y₂ là 2,14 (p = 0,2118) và Y₃ là

0,69 ($p = 0,6515$) chỉ ra “sự không tương thích” của ba mô hình là vô nghĩa. Điều này tốt cho quá trình thiết lập mô hình mô phỏng thực nghiệm theo phương án đã thiết kế.

3.3. Phân tích các bề mặt đáp ứng

Dựa vào mô hình đa thức bậc 2 thực nghiệm, dữ liệu thực nghiệm được phân tích bằng phương pháp bề mặt đáp ứng sử dụng phần mềm Design-Expert 7.0. Các trục X và Y của bề mặt đáp ứng ba chiều đại diện cho hai yếu tố, trục Z là một trong hai chỉ số đánh giá là tổn thất hàm lượng tổng phenolic (TPCL), tổn thất tổng hàm lượng flavonoid (TFCL) và độ ẩm sản phẩm. Ba bề mặt đáp ứng được xây dựng như mô tả trong hình 1 ÷ 3.

3.3.1. Phân tích bề mặt đáp ứng của tổn thất hàm lượng tổng phenolic (TPCL)

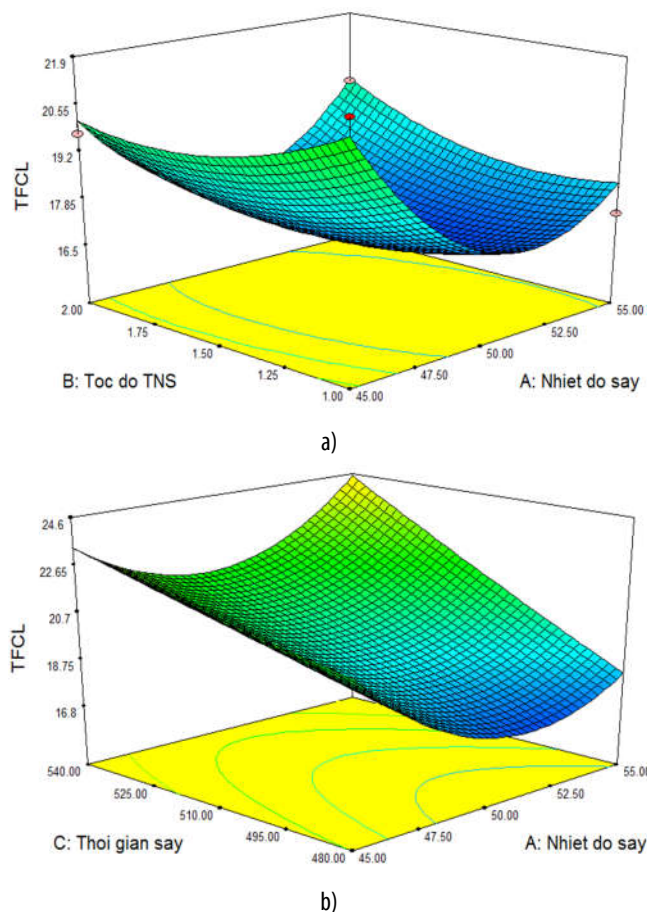


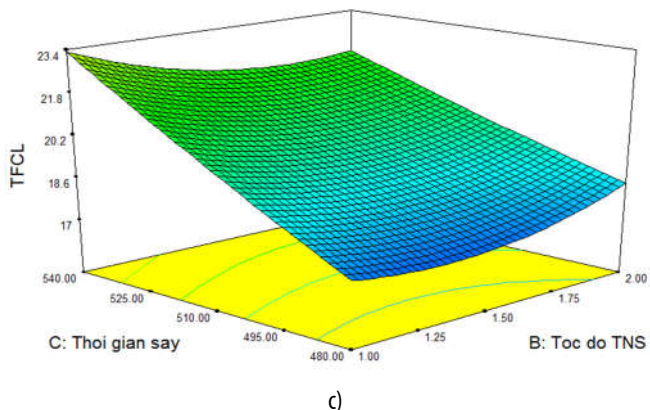
Hình 1. Bề mặt đáp ứng tổn thất hàm lượng tổng phenolic (TPCL) của lá cây Dây thìa canh sau quá trình sấy bơm nhiệt

Bề mặt đáp ứng của tổn thất hàm lượng tổng phenolic của lá cây Dây thìa canh được thể hiện ở hình 1. Thể hiện ảnh hưởng và tương tác của các biến độc lập đến sự mất mát hàm lượng tổng phenolic sau quá trình sấy bơm nhiệt. Trong hình 1 và bảng 3, cả ba yếu tố nhiệt độ sấy, tốc độ tác nhân sấy và thời gian sấy đều có ảnh hưởng đến quá trình ($p < 0,05$). Hình 1a và bảng 3 cho thấy ảnh hưởng tương tác của hai yếu tố nhiệt độ sấy và tốc độ tác nhân sấy khi thời gian sấy ở mức tâm, sự tương tác của hai yếu tố này là có nghĩa đối với tổn thất hàm lượng phenolic của cây Dây thìa canh trong quá trình sấy bơm nhiệt. Nhìn vào hình 1a, 1b thấy rằng ảnh hưởng của yếu tố nhiệt độ sấy lớn hơn so với yếu tố tốc độ tác nhân sấy và thời gian sấy. Tổn thất hàm lượng phenolic giảm dần khi nhiệt độ tăng từ 45°C đến 52,5°C và có xu hướng tăng lên khi nhiệt độ tăng từ 52,5°C đến 55°C.

Hình 1c thể hiện ảnh hưởng tương tác của hai yếu tố thời gian sấy và tốc độ tác nhân sấy, hai yếu tố này ảnh hưởng đến hàm mục tiêu là tương đương như nhau, thời gian và tốc độ tác nhân sấy càng thấp thì tổn thất hàm lượng tổng phenolic của quá trình sấy bơm nhiệt càng thấp và ngược lại. Dựa vào hình 1 có thể nhận thấy, tổn thất hàm lượng tổng phenolic nhỏ nhất khi nhiệt độ sấy trong khoảng 50 - 52,5°C, tốc độ tác nhân sấy từ 1,75 - 2,0m/s và thời gian sấy từ 525 - 540 phút.

3.3.2. Phân tích bề mặt đáp ứng của tổn thất hàm lượng tổng flavonoid (TFCL)

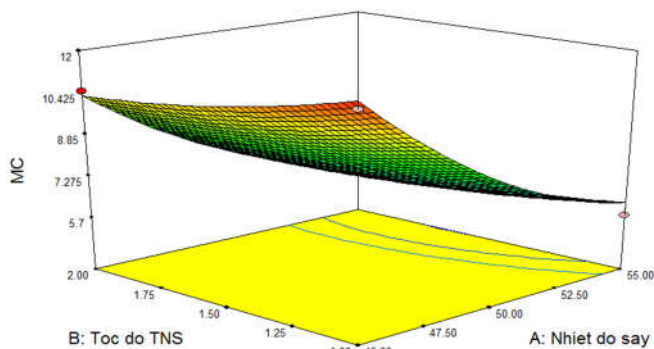




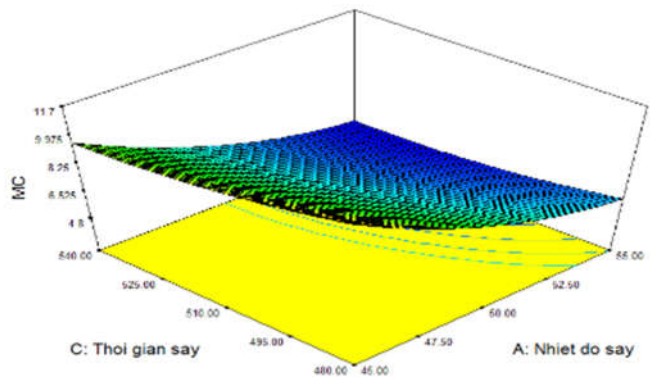
Hình 2. Bề mặt đáp ứng tổn thất hàm lượng tổng flavonoid (TFCL) của lá cây Dây thìa canh sau quá trình sấy bơm nhiệt

Hình 2 và bảng 3 cho thấy ảnh hưởng của các cặp yếu tố đến tổn thất hàm lượng tổng flavonoid của lá cây Dây thìa canh trong quá trình sấy bơm nhiệt. Ảnh hưởng của các cặp yếu tố này là có ý nghĩa đến quá trình sấy ($p < 0,05$). Dựa vào bề mặt đáp ứng hình 2 có thể nhận thấy yếu tố tốc độ tác nhân sấy ít ảnh hưởng đến quá trình. Khi nhiệt độ sấy tăng từ 45°C đến 51,5°C thì tổn thất hàm lượng flavonoid giảm, ngược lại khi nhiệt độ sấy tăng từ 51,5°C đến 55°C thì tổn thất hàm lượng tổng flavonoid tăng lên. Thời gian sấy ảnh hưởng nhiều nhất đến quá trình, thời gian sấy càng tăng thì tổn thất hàm lượng tổng flavonoid càng lớn.

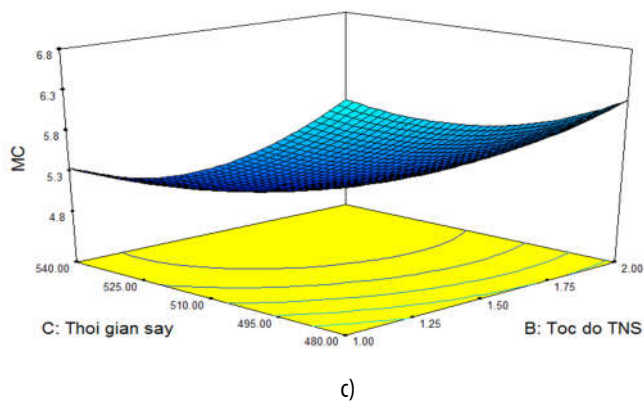
3.3.3. Phân tích bề mặt đáp ứng của độ ẩm sản phẩm (MC)



a)



b)



c)

Hình 3. Bề mặt đáp ứng độ ẩm của lá cây Dây thìa canh sau quá trình sấy bơm nhiệt

Bề mặt đáp ứng của độ ẩm sản phẩm lá cây Dây thìa canh sau quá trình sấy bơm nhiệt được thể hiện ở hình 3. Trong hình 3 và bảng 3, cả ba yếu tố nhiệt độ sấy, tốc độ tác nhân sấy và thời gian sấy đều có ảnh hưởng đến độ ẩm cuối của vật liệu sấy ($p < 0,05$).

Nhìn chung trong quá trình sấy, nhiệt độ cao, thời gian sấy dài và tốc độ tác nhân sấy lớn sẽ làm giảm độ ẩm cuối của sản phẩm. Trên hình 3 cho thấy ảnh hưởng của tốc độ tác nhân sấy đến độ ẩm sản phẩm là tương đối ít, nhiệt độ sấy ảnh hưởng nhiều đến quá trình sấy, nhiệt độ tăng thì độ ẩm cuối của sản phẩm giảm, tương tự như vậy là yếu tố thời gian sấy. Trong nghiên cứu này, giá trị độ ẩm thấp nhất khi nhiệt độ sấy cao nhất 52,5 ÷ 55°C; tốc độ tác nhân sấy từ 1,75 ÷ 2,0m/s và thời gian sấy khoảng 525 ÷ 540 phút.

3.4. Tối ưu hóa quá trình sấy bơm nhiệt

Điều kiện tối ưu quá trình sấy lá cây Dây thìa canh trên máy sấy bơm nhiệt được xác định với các hàm mục tiêu tổn thất hàm lượng tổng phenolic (mức quan trọng 4), tổn thất hàm lượng tổng flavonoid (mức quan trọng 3) và độ ẩm sản phẩm là nhỏ nhất (mức quan trọng 2). Kết quả phân tích tối ưu hóa trên phần mềm Design-Expert® 7.0 cho thấy với nhiệt độ sấy 53,16°C, tốc độ tác nhân sấy 1,12m/s và thời gian sấy 480 phút thì tổn thất hàm lượng tổng phenolic là 16,66%, tổn thất hàm lượng flavonoid là 17,18 % và độ ẩm thấp nhất là 6,57%.

Bảng 4. Kết quả tối ưu quá trình sấy lá Dây thìa canh trên máy sấy bơm nhiệt

Điều kiện tối ưu			Hàm mục tiêu	Giá trị thực nghiệm tại các thông số tối ưu (tính theo trung bình 3 lần lặp)
X ₁ (°C)	X ₂ (m/s)	X ₃ (min)		
53	480	1,1	Y ₁	16,82 ± 0,05%
			Y ₂	17,51 ± 0,07%
			Y ₃	6,72 ± 0,04%

Để phù hợp các thông số công nghệ của thiết bị, tiến hành thực nghiệm lại mô hình tối ưu tại các thông số: nhiệt độ sấy 53°C, tốc độ tác nhân sấy 1,1m/s và thời gian sấy là 480 phút thu được kết quả như sau: Tổn thất hàm lượng tổng phenolic là 16,82 ± 0,05%, tổn thất tổng hàm lượng

flavonoid $17,51 \pm 0,07\%$ và độ ẩm sản phẩm $6,72 \pm 0,04\%$ (bảng 4). Kết quả thực nghiệm lại cho thấy quy trình trích ly phù hợp với giá trị tối ưu của mô hình.

4. KẾT LUẬN

Hiện nay công nghệ sấy bơm nhiệt được các công ty trồng và chế biến dược liệu sử dụng để sấy nguyên liệu sau khi thu hoạch. Để nâng cao hiệu suất thu hồi các hợp chất có hoạt tính sinh học sau quá trình sấy, nghiên cứu này đã xác định các điều kiện tối ưu của quá trình sấy để tổn thất hàm lượng tổng phenolic và tổng flavonoid của lá cây Dây thìa canh là nhỏ nhất, bên cạnh đó độ ẩm cuối đáp ứng điều kiện bảo quản sản phẩm. Các thông số tối ưu của quá trình sấy bơm nhiệt là nhiệt độ sấy 53°C , tốc độ tác nhân sấy $1,1\text{m/s}$ và thời gian sấy 480 phút thu được kết quả tổn thất hàm lượng tổng phenolic thấp nhất $16,82 \pm 0,05\%$, tổn thất tổng hàm lượng flavonoid thấp nhất $17,51 \pm 0,07\%$ và độ ẩm sản phẩm $6,72 \pm 0,04\%$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Do Tat Loi, 2006. *Nhung cay thuoc va vi thuoc Viet Nam*. Thoidai Publishing House, Vietnam.
- [2]. Daisy P., Eliza J., Mohamed Farook K. A. M., 2009. *A novel dihydroxy gymnemic triacetate isolated from *Gymnema sylvestre* possessing normoglycemic and hypolipidemic activity on STZ-induced diabetic rats*. Journal of Ethnopharmacology, 126(2), 339–344.
- [3]. Hong M., Fumiuyuki K., Yoshisuke T., 1992. *Isolation and Structure elucidation of Gymnemic Acids, antisweet principles *Gymnema sylvestre**. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 40, 1366–1375.
- [4]. Liu B., Asare-Anane H., Al-Romaiyan A., Huang G., Amiel S.A., Jones P.M., Persaud S.J., 2009. *Characterisation of the insulinotropic activity of an aqueous extract of *Gymnema Sylvestre* in mouse β -cells and human islets of Langerhans*. Cellular Physiology and Biochemistry 23, 125–132.
- [5]. Sahu N., Mahato S.B., Sarkar S.K., Poddar G., 1996. *Triterpenoid saponins from *Gymnema sylvestre**. Phytochemistry, 41, 1181–1185.
- [6]. Shanmugasundaram E.R.B., Gopinath K.L., Shanmugasundaram K.R., Rajendran V.M., 1990. *Possible regeneration of the islets of Langerhans in streptozocin-diabetic rats given *Gymnema sylvestre* leaf extracts*. Journal of Ethnopharmacology, 30, 265–279.
- [7]. Bannister P., Carrington C.G., Chen G., 2002. *Heat pump dehumidifier drying technology – status, potential and prospects*. In: Proceedings of 7th IEA (International Energy Agency) Heat Pump Conference, vol. 1. China Architecture and Building Press, Beijing, 219–230.
- [8]. Prasertsan S., Saen-saby P., 1998. *Heat pump drying of agricultural materials*. Drying Technology, 16 (1–2), 235–250.
- [9]. Strommen I., Eikevik T.M., Alves-Filho O., Syverud K., Jonassen O., 2002. *Low temperature drying with heat pumps new generations of high quality dried products*. In: 13th International Drying Symposium, Beijing, China. 27–30 August, KNL-02.
- [10]. AOAC, 2003. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Association of Official Analytical Communities: Arlington, VA, USA.

[11]. Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M., 1999. *Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent*. Meth.Enzymol., 299, 152-178

[12]. Marinova D., Ribarova F., Atanassova M., 2005. *Total phenolics and total flavonoid in Bulgarian fruits and vegetables*, J. Univ. Chem. Tech. Metallurg., 40 (3), 255-260.

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Tan Thanh¹, Nguyen Tien Anh¹, Nguyen Thi Huyen¹, Nguyen Duc Nam², Nguyen Duc Trung³

¹School of Biochemical Technology - Environment, Vinh University

³Faculty of Electrical Engineering, Hanoi University of Industry

³School of Biotechnology and Food Technology, Hanoi University of Science and Technology