



BÁO CÁO KHOA HỌC
HỘI NGHỊ CÔNG NGHỆ SINH HỌC TOÀN QUỐC 2022

PROCEEDINGS
OF VIETNAM NATIONAL CONFERENCE ON BIOTECHNOLOGY 2022

HÀ NỘI - 2022

64. THÀNH PHẦN FLAVONOID VÀ HOẠT TÍNH KHÁNG OXY HÓA TỪ CÂY CỎ MỰC (<i>Eclipta prostrata</i> L.) THU HÁI Ở VƯỜN QUỐC GIA YOK ĐÓN. Đoàn Mạnh Dũng, Trần Thanh Tâm Toàn, Nguyễn Thị Quỳnh Hương, Phan Tử Quý, Nguyễn Mậu Thành, Nguyễn Nho Dũng, Nguyễn Thị Huyền, Nguyễn Văn Bốn, Đỗ Mai Nguyễn, Nguyễn Thị Thu, Đỗ Xuân Hưng, Nguyễn Anh Dũng, Nguyễn Quang Vinh.....	410
65. KHẢO SÁT ĐỘC TÍNH CẤP ĐƯỜNG UỐNG VÀ TÁC ĐỘNG GIẢM STRESS CỦA CAO CHIẾT RỄ TƠ SÂM NGỌC LINH TRÊN CHUỘT NHẬT. Hà Thị Loan, Trần Nguyễn Lệ Quyên, Cao Huệ Trinh, Nguyễn Trần Phước Huy, Huỳnh Đại Quốc, Vũ Thị Thắm, Phan Diễm Quỳnh, Nguyễn Thành Vũ, Đỗ Thị Hồng Tươi.....	417
66. PHÂN LOẠI VÀ ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH SINH HỌC CỦA CHỦNG VI NẤM WQF7 NỘI SINH TRÊN CÂY ĐÌNH TÙNG (<i>Cephalotaxus mannii</i> Hook.f.) TẠI HÀ GIANG. Vũ Thị Hạnh Nguyên, Phạm Ngọc Sơn, Quách Ngọc Tùng, Phạm Quỳnh Anh, Lê Phương Chi, Nguyễn Văn Thế, Đỗ Thị Thảo, Phí Quyết Tiến.....	424
67. PHÂN LOẠI, ĐẶC TÍNH SINH HỌC CỦA CHỦNG <i>Penicillium crustosum</i> WQF11 NỘI SINH TRÊN CÂY ĐÌNH TÙNG (<i>Cephalotaxus mannii</i> Hook.f.). Phạm Ngọc Sơn, Vũ Thị Hạnh Nguyên, Lê Phương Chi, Phạm Quỳnh Anh, Quách Ngọc Tùng, Lê Thị Thanh Xuân, Nguyễn Thị Thanh Lợi, Phí Quyết Tiến.....	430
68. ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH KHÁNG KHUẨN VÀ ỨC CHẾ TYROSINASE CỦA CAO CHIẾT THÂN RỄ NGHỆ TRẮNG (<i>Curcuma aromatica</i> Salisb.). Võ Thị Ngọc Mỹ, Nguyễn Vũ Hồng Vân, Lê Thị Trúc Huỳnh.....	436
69. XÂY DỰNG QUY TRÌNH ĐỊNH LƯỢNG MIR-9-3P TRONG HUYẾT TƯƠNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP STEMLOOP RT-qPCR. Huỳnh Hữu Luân, Dương Thị Chung Thủy, Phan Ngô Hoàng, Nguyễn Thị Ngọc Thanh, Nguyễn Thị Huệ.....	442
70. SỰ BIẾN ĐỔI AMINO ACID CỦA CÁC BIẾN THỂ OMICRON CỦA SARS-CoV-2 TRONG CÁC CA NHIỄM Ở VIỆT NAM. Lê Thị Yến, Huỳnh Phước, Nguyễn Thị Thương Huyền, Thái Kế Quân.....	449
71. SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ MASTER MIX SẤY KHÔ CHO NGHIỆN CỨU PHÁT TRIỂN KIT REAL-TIME PCR. Mai Hoàng Khánh Chi, Nguyễn Duy Khánh, Ngô Hồng Gấm.....	454
72. SO SÁNH HOẠT ĐỘNG CHỐNG OXY HOÁ VÀ KHÁNG KHUẨN CỦA CAO CHIẾT LÁ TRẦU (<i>Piper betle</i> L.) TƯƠI VÀ KHÔ. Võ Thị Phước, Nguyễn Thị Tâm, Chế Thị Cẩm Hà.....	460
73. ĐỊNH DANH VÀ ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH KHÁNG KHUẨN, KHÁNG NẤM CỦA HAI CHỦNG VI KHUẨN LAM DL1 VÀ DL12. Ngô Thị Trang, Nguyễn Thị Thu Hà, Bùi Lê Đăng Minh, Nguyễn Thị Thu Huyền, Trần Thị Thủy Anh, Phạm Thị Lương Hằng.....	467
74. DETERMINATION OF α -MANGOSTIN, TOTAL PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT, ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF MANGOSTEEN (<i>Garcinia mangostana</i> L.) PERICARP EXTRACTS. Lê Thị Tươi, Van Thai Than, Nguyen Thi Hien, Trinh Minh Quan, Pham Bui My Linh, Bui Minh Quang, Nguyen Thi Len.....	474
75. OPTIMIZATION OF EXTRACTION OF TOTAL PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES FROM <i>Ganoderma lucidum</i> (Leyss ex. Fr.) Karst. MUSHROOM AT NGHE AN, VIETNAM. Nguyen Tan Thanh, Lê Thị Mỹ Châu, Dao Thị Thanh Xuân, Tran Phuong Chi, Nguyen Thi Huyen, Dinh Thi Kim Hao, Lê Thị Mai Trang, Dinh Thi Phuong An, Nguyen Duc Dien.....	481
76. OPTIMIZATION OF MICROWAVE ASSISTED HYDRO DISTILLATION OF <i>Houttuynia cordata</i> LEAVES. Nguyen Tan Thanh, Pham Minh Trang, Tran Dinh Thang, Doan Manh Dung.....	487
77. TỐI ƯU HÓA QUÁ TRÌNH SẤY BƠM NHIỆT ĐỂ CHIẾT XUẤT TỔNG FLAVONOID VÀ PHENOLIC TỪ LÁ CÂY XUYẾN TÂM LIÊN. Lê Thị Mỹ Châu, Nguyễn Tân Thành, Trần Phương Chi, Nguyễn Thị Huyền, Đào Thị Thanh Xuân, Đặng Thị Ngọc, Đoàn Mạnh Dũng, Nguyễn Đức Anh.....	494
78. HOẠT TÍNH ỨC CHẾ TẾ BÀO UNG THƯ GAN HEPG2 CỦA SeNPs/OLIGOFUCOIDAN CHẾ TẠO BẰNG PHƯƠNG PHÁP CHIẾU XẠ TIA GAMMA (Co-60). Nguyễn Văn Linh, Trần Đức Trọng, Nguyễn Trọng Nghĩa, Nguyễn Thanh Vũ, Lê Quang Luân.....	501
79. ĐỊNH TÍNH HỢP CHẤT HÓA HỌC THỰC VẬT VÀ ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH KHÁNG KHUẨN <i>Staphylococcus aureus</i> CỦA CAO CHIẾT ETHANOL TỪ LÁ VÀ THÂN CÂY TÍA TỎ HAI MÀU (<i>Perilla frutescens</i> L.). Trương Quốc Tấn, Phùng Thị Thúy Liễu, Nguyễn Duy Khánh.....	507
80. THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ KHẢ NĂNG KHÁNG KHUẨN CỦA CAO CHIẾT ACETONE LY TRÍCH TỪ LÁ CỦA HAI LOÀI <i>Amorphophallus opertus</i> VÀ <i>Amorphophallus lanceolatus</i> . Thái Thị Kim Tuyền, Nguyễn Ngọc Ân, Nguyễn Thị Diệu Hạnh, Phạm Tấn Việt, Ngô Ngọc Hưng, Lê Văn Sơn, Lê Thành Thọ, Nguyễn Quốc Hùng, Văn Hồng Thiện.....	513
81. VAI TRÒ CỦA MỘT SỐ THẢO DƯỢC TRONG ĐIỀU TRỊ VÀ DỰ PHÒNG ĐỘT QUÝ THIẾU MÁU NÃO. Đinh Hữu Hùng, Nguyễn Hoàng Anh Thư, Nguyễn Anh Dũng.....	518
82. THÀNH PHẦN HOÁ HỌC, KHẢ NĂNG KHÁNG OXY HOÁ VÀ KHÁNG VIÊM CỦA TINH DẦU NGHỆ VÀNG (<i>Curcuma longa</i> L.) ĐƯỢC CHỦNG CẮT TỪ NƯỚC ÉP CỎ NGHỆ ĐÃ QUA XỬ LÝ. Nguyễn Thị Thanh, Trần Thị Kim Thi, Đoàn Mạnh Dũng, Phạm Bằng Phương, Nguyễn Thị Thu.....	527
83. ẢNH HƯỞNG CỦA KHỐI LƯỢNG PHẦN TỬ CỦA CHITOSAN ĐẾN KHẢ NĂNG KHÁNG KHUẨN <i>Streptococcus pneumoniae</i> CỦA PHỨC HỢP NANO CHITOSAN-AMOXICILLIN TẠO BẰNG PHƯƠNG PHÁP GEL ION VÀ SẤY PHUN. Nguyễn Vinh Nghi, Nguyễn Thị Huyền, Nguyễn Anh Dũng.....	535

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

Nhà A16 - Số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Điện thoại: Phòng Phát hành: **024.22149040**;

Phòng Biên tập: **024.37917148**;

Phòng Quản lý Tổng hợp: **024.22149041**;

Fax: **024.37910147**; Email: **nxb@vap.ac.vn**; Website: **www.vap.ac.vn**

BÁO CÁO KHOA HỌC
HỘI NGHỊ CÔNG NGHỆ SINH HỌC TOÀN QUỐC 2022
(Proceedings of Vietnam National Conference on Biotechnology 2022)

Trường Đại học Tây Nguyên
(Tay Nguyen University)

Chịu trách nhiệm xuất bản
Giám đốc, Tổng biên tập
PHẠM THỊ HIẾU

Biên tập:	Lê Phi Loan, Nguyễn Văn Vĩnh
	Nguyễn Thị Chiên, Hà Thị Thu Trang
Trình bày kỹ thuật:	Lê Thị Vân Anh
Trình bày bìa:	Đỗ Thị Hồng Ngân

Liên kết xuất bản: Trường Đại học Tây Nguyên
Địa chỉ: Số 567 Lê Duẩn, Ea Tam, Thành phố Buôn Ma Thuột, Đắk Lắk

ISBN: 978-604-357-052-6

In 250 cuốn, khổ 19×27 cm tại Công ty Cổ phần Khoa học và Công nghệ Hoàng Quốc Việt.
Địa chỉ: Số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội.
Số xác nhận đăng ký xuất bản: 2500-2022/CXBIPH/01-33/KHTNVN.
Số quyết định xuất bản: 60/QĐ-KHTNCN, cấp ngày 24 tháng 10 năm 2022.
In xong và nộp lưu chiểu quý IV năm 2022.

TỐI ƯU HÓA QUÁ TRÌNH SẤY BƠM NHIỆT ĐỂ CHIẾT XUẤT TỔNG FLAVONOID VÀ PHENOLIC TỪ LÁ CÂY XUYỀN TÂM LIÊN

Lê Thị Mỹ Châu¹, Nguyễn Tân Thành^{1*}, Trần Phương Chi¹, Nguyễn Thị Huyền¹, Đào Thị Thanh Xuân¹, Đặng Thị Ngọc², Đoàn Mạnh Dũng³, Nguyễn Đức Anh⁴

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

²K59 Công nghệ Thực phẩm, Viện Công nghệ Hóa, Sinh và Môi trường, Đại học Vinh

³Viện Công nghệ Sinh học và Môi trường, Trường Đại học Tây Nguyên

⁴Khoa Hóa học, Trường Sư phạm, Đại học Vinh

TÓM TẮT

Nghiên cứu này có mục đích xác định điều kiện tối ưu quá trình sấy bơm nhiệt hàm lượng tổng phenolic và flavonoid từ lá cây Xuyên tâm liên. Bố trí thí nghiệm theo phương án Box - Behnken (BBK), đã xây dựng được mô hình tối ưu quy trình sấy bơm nhiệt với ba yếu tố là nhiệt độ sấy (X_1), tốc độ tác nhân sấy (X_2) và thời gian sấy (X_3); hai hàm mục tiêu là hàm lượng tổng flavonoid (Y_1 , mgQE/g) và hàm lượng tổng phenolic (Y_2 , mgGAE/g). Các thông số tối ưu của quá trình sấy bơm nhiệt là nhiệt độ sấy 50°C, tốc độ tác nhân sấy 1,8 m/s và thời gian sấy 15 giờ. Ở điều kiện này, độ ẩm cuối của sản phẩm đạt dưới 10%, hàm lượng tổng flavonoid cao nhất đạt $15,42 \pm 0,12$ mgQE/g và hàm lượng tổng phenolic cao nhất đạt $74,15 \pm 0,35$ mgGAE/g.

Từ khoá: Xuyên tâm liên, phenolic, flavonoid, phương pháp bề mặt đáp ứng, sấy bơm nhiệt.

MỞ ĐẦU

Cây Xuyên tâm liên có tên khoa học là *Andrographis paniculata* (Burm.f.) Nee hay còn gọi là cây Công cộng, Lãm hạch liên,... là một loại cây thảo thuộc họ Ô rô (Acanthaceae). Ngày nay, cây Xuyên tâm liên được trồng rộng rãi trên thế giới, chủ yếu ở Trung Quốc, Ấn Độ, Việt Nam và các nước Đông Nam Á khác. Ở Việt Nam, cây Xuyên tâm liên được trồng nhiều ở khu vực phía Bắc và dùng để làm thuốc. Cây Xuyên tâm liên là loại cây nhỏ, thuộc thảo, mọc thẳng đứng, cao từ 0,3 ÷ 0,8m, nhiều đốt, rất nhiều cành. Lá mọc đối, cuống ngắn, phiến lá hình trứng thuôn dài hay hơi hình mác, hai đầu nhọn, mặt nhẵn, dài 3 ÷ 12 cm, rộng 1 ÷ 3 cm. Hoa có màu trắng, điểm hồng, mọc thành chùm ở nách lá hay đầu cành, thành chùy. Quả dài khoảng 15 ÷ 20 mm, rộng 3,5 ÷ 4,0 mm, hơi nhẵn. Hạt hình trụ, thuôn dài [1, 2, 3].

Theo các nghiên cứu cho thấy cây Xuyên tâm liên có tỉ lệ tannin khá cao tập trung ở vỏ thân, cành và vỏ rễ. Thành phần hóa học chính của cây Xuyên tâm liên là các hợp chất diterpenoid, flavonoid và polyphenol [4]. Ngoài ra trong cây Xuyên tâm liên còn chứa các loại hợp chất steroid, terpenoid, alkaloids, saponin,... Giá trị dược liệu của loại cây này là do sự hiện diện của các hoạt chất andrographolide và neoandrographolide là dẫn xuất của diterpenoids [5, 6, 7, 8]. Một số diterpenoid và diterpenoid glycoside đã được phân lập từ cây Xuyên tâm liên như andrographolide, neoandrographolide và deoxyandrographolide [6], đây là các hợp chất có vị đắng chính trong cây Xuyên tâm liên.

Ở Việt Nam, tại một số tỉnh miền Trung, người dân dùng cây Xuyên tâm liên làm thuốc bổ cho phụ nữ sau khi sinh xong bị ứ huyết, đau nhức tê thấp, kinh nguyệt tắc. Trong những năm gần đây, cây Xuyên tâm liên còn được phát hiện làm tăng bài tiết mật, bảo vệ gan mật và cơ tim, điều hòa tuần hoàn máu và tuyến giáp, đặc biệt có khả năng chống ung thư và kháng HIV. Cây này có tác dụng thanh nhiệt, giải độc, trừ thấp, hoạt huyết, có tính kháng sinh mạnh đối với nhiều loại vi trùng, tăng khả năng thực trùng của bạch cầu. Bên cạnh đó, cây Xuyên tâm liên còn có tác dụng giảm đau tương tự aspirin và làm hạ huyết áp nhưng không gây tai biến [1, 2, 3].

Công nghệ sấy bơm nhiệt bắt đầu biết đến khi ứng dụng hiệu quả trong lĩnh vực chế biến thực phẩm và sấy gỗ vào đầu những năm 1970 [9, 10]. Mức tiêu thụ năng lượng của máy sấy bơm nhiệt thấp hơn từ 60-80% so với máy sấy đối lưu không khí nóng khi tiến hành sấy ở cùng một nhiệt độ [11]. Hiện nay công nghệ sấy bơm nhiệt đang được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực sơ chế và chế biến thực phẩm, dược liệu và các sản phẩm sau thu hoạch ở Việt Nam. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành tối ưu hóa quá trình sấy nguyên liệu lá cây Xuyên tâm liên nhằm mục đích giữ lại nhiều nhất các hoạt chất chính trong nguyên liệu là hàm lượng tổng flavonoid và phenolic trên máy sấy bơm nhiệt, đây là thiết bị đang được sử dụng rộng rãi trong việc sấy các loại dược liệu nhằm hạn chế sự tổn thất các hoạt chất trong dược liệu có giá trị.

Áp dụng thiết kế thử nghiệm Box-Behnken và tối ưu bề mặt đáp ứng (RSM) nhằm thu nhận được hàm lượng tổng flavonoid và phenolic là cao nhất để tối ưu các thông số, đồng thời cho phép phân tích ảnh hưởng của từng thông

số, sự tương tác của các thông số, đánh giá mức độ ảnh hưởng cũng như độ tin cậy trong tối ưu hóa trong quá trình sấy bơm nhiệt [12].

NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

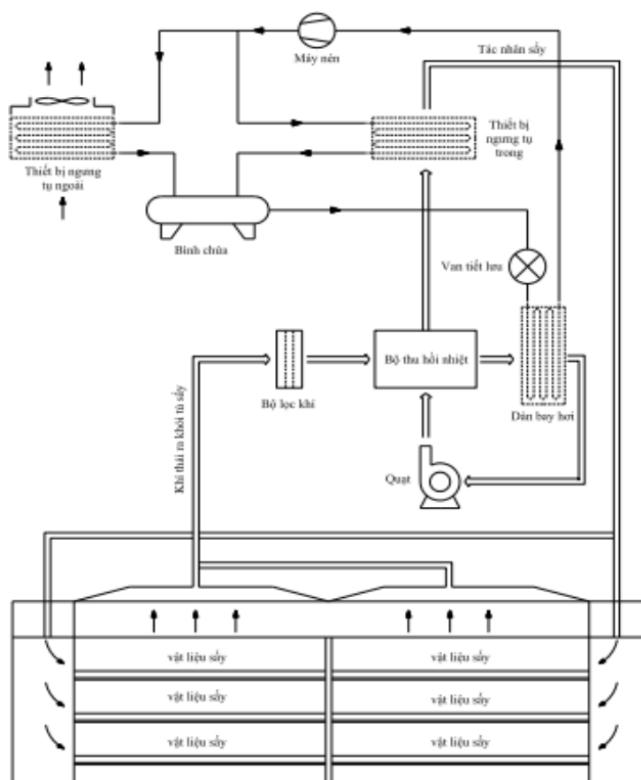
Nguyên liệu

Lá cây Xuyên tâm liên (*Andrographis paniculata*) được thu hái ở huyện Anh Sơn, tỉnh Nghệ An, mẫu được rửa sạch, làm ráo. Các mẫu đều được chuẩn bị theo phương pháp lấy mẫu tổ hợp để thu được mẫu đại diện cho vùng nghiên cứu và được sơ chế, bảo quản theo đúng quy định về bảo quản mẫu cho nghiên cứu về các hợp chất tự nhiên phù hợp với đối tượng và phạm vi của nghiên cứu này.

Phương pháp và thiết bị sấy

Lá cây Xuyên tâm liên sấy bằng máy sấy bơm nhiệt CYF-EL040 (Hãng Chin Ying Fa, Đài Loan, Trung Quốc). Máy gồm 18 khay sấy có kích thước 600x800 mm, khoảng cách giữa các khay là 100 mm. 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 là 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. Cảm biến đo nhiệt được đặt ở giữa thân máy. Rải nguyên liệu lên khay sấy. Điều chỉnh tốc độ tác nhân sấy theo biến tần quạt đặt trong máy.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý máy sấy bơm nhiệt thực nghiệm

Phương pháp và thiết bị trích ly

Tiến hành cân 10 g nguyên liệu sau khi nghiền nhỏ và cho vào bình trích ly của thiết bị trích ly Reaction có thể tích 500 mL, bổ sung 300 mL 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.

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 hàm lượng tổng phenolic và flavonoid từ lá cây Xuyên tâm liên. 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 Box - Benhken (BBK) gồm 17 thí nghiệm với 5 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 (1):

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i < j} \beta_{ij} X_i X_j \quad (1)$$

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

Phương pháp phân tích

Xác định độ ẩm

Độ ẩm được xác định theo AOAC 2003 [13], mẫu được cho vào tủ sấy và sấy khô ở 105°C đến khi khối lượng không đổi.

Xác định hàm lượng tổng phenolic (TPC)

Hàm lượng tổng phenolic (TPC) được xác định theo Quang Vinh Nguyen & Jongbang Eun (2011) [14]. Đường chuẩn gallic được xây dựng bằng cách lấy 1 mL dung dịch gallic acid được chuẩn bị trong methanol với các nồng độ: 0,0078, 0,0156, 0,03125, 0,0625 và 0,125 mg/mL trộn với 5 mL Folin - Ciocalteu reagent (được pha loãng 10 lần) và 4 mL Na_2CO_3 (75 g/L), lắc đều. Độ hấp thụ của dung dịch được xác định sau 30 phút ở bước sóng 765 nm bằng máy UV-VIS (V-630, Jasco, Nhật Bản). Xây dựng đường chuẩn và phương trình tương quan nồng độ gallic và độ hấp thụ. Sau đó, độ hấp thụ của mẫu cao chiết được xác định theo trình tự như gallic acid, thay bằng 1 mL dịch chiết. Tổng hàm lượng polyphenol của cao trích được xác định qua giá trị tương đương với gallic acid (gallic acid equivalents - GAE) dựa vào đường chuẩn. Tổng hàm lượng polyphenol được tính theo công thức: $C = c^* V/m$ trong đó, C là hàm lượng polyphenol tổng (mgGAE/g), c là giá trị độ hấp thụ tương ứng với đường chuẩn acid gallic (mg/mL), V là thể tích mẫu (mL), m là khối lượng dịch mẫu (g).

Xác định hàm lượng tổng flavonoid (TFC)

Tổng hàm lượng flavonoid được xác định theo Vinh Nguyen and Jongbang Eun (2011)[14]. Đường chuẩn quercetin được xây dựng bằng cách lấy 0,5 mL dung dịch quercetin trong methanol (nồng độ 0,02, 0,04, 0,06, 0,08 và 0,1 mg/mL) trộn với 2,5 mL nước cất và 0,15 mL NaNO_2 5% lắc đều. Sau 5 phút, bổ sung 0,3 mL AlCl_3 10%. Sau 6 phút bổ sung 1 mL NaOH 1 M và 0,55 mL nước cất rồi đo ở bước sóng 510 nm bằng máy UV-VIS (V-630, Jasco, Nhật Bản). Xây dựng đường chuẩn và phương trình tương quan giữa nồng độ quercetin và độ hấp thụ. Sau đó, độ hấp thụ của mẫu dịch chiết được xác định tương tự như trên với 0,5 mL dung dịch mẫu dịch chiết. Tổng hàm lượng flavonoid của cao trích được xác định giá trị tương đương với quercetin (Quercetin Equivalent – QE) dựa vào đường chuẩn và xác định theo công thức: $F = f^* V/m$ trong đó, F là hàm lượng flavonoid tổng (mgQE/g), f là giá trị độ hấp thụ tương ứng với đường chuẩn quercetin (mg/mL), V là thể tích mẫu (mL), m là khối lượng mẫu (g).

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Thiết lập mô hình

Trong nghiên cứu này, miền tối ưu được chọn sau khi khảo sát đơn yếu tố là nhiệt độ sấy $40 \pm 50^\circ\text{C}$, tốc độ tác nhân sấy $1,0 \pm 2,0$ m/s và thời gian sấy 15 ± 17 giờ. Biến mã hóa và các mức được thể hiện ở bảng 2. Độ ẩm ban đầu của lá nguyên liệu tươi trước khi sấy được xác định là $68,7 \pm 0,24\%$

Bảng 2. Mã hóa của các biến độc lập

Các biến độc lập	Kí hiệu	Các mức mã hóa		
		-1	0	+1
Nhiệt độ sấy ($^\circ\text{C}$)	X_1	40	45	50
Tốc độ tác nhân sấy (m/s)	X_2	1,0	1,5	2,0
Thời gian sấy (giờ)	X_3	15	16	17

Nghiên cứu tập trung ảnh hưởng của các điều kiện sấy đến hàm lượng tổng phenolic và tổng flavonoid từ lá cây Xuyên tâm liên khi tiến hành sấy trên máy sấy bơm nhiệt sao cho các hàm lượng này thu được là cao nhất. Bên

cạnh đó độ ẩm của sản phẩm khi kết thúc quá trình sấy phải đạt độ ẩm nhỏ hơn 10%. Phương án thiết kế thí nghiệm với ba biến và hai hàm mục tiêu được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm theo phương án Box- Benhken (BBK)

Số TN	X ₁ (°C)	X ₂ (m/s)	X ₃ (giờ)	TFC Y ₁ (%)	TPC Y ₂ (%)
1	0	0	0	16,67	70,58
2	-1	0	-1	10,48	64,59
3	0	+1	-1	13,96	74,43
4	+1	-1	0	11,16	68,22
5	0	-1	-1	10,04	68,16
6	-1	-1	0	9,52	61,65
7	0	0	0	16,08	71,58
8	-1	0	+1	13,08	65,88
9	+1	+1	0	14,64	70,02
10	0	0	0	15,28	71,19
11	0	-1	+1	12,56	68,61
12	0	0	0	15,68	70,83
13	0	0	0	15,81	71,07
14	0	+1	+1	14,12	69,51
15	+1	0	-1	14,36	74,97
16	+1	0	+1	14,08	69,90
17	-1	+1	-1	11,45	66,42

Ghi chú: Y₁ là tổng hàm lượng flavonoid thu được sau quá trình sấy (ký hiệu TFC, mg QE/g); Y₂ là tổng hàm lượng phenolic thu được sau quá trình sấy (ký hiệu TPC, mg GAE/g).

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

Từ các phân tích hồi quy tuyến tính 17 thí nghiệm đã xây dựng được phương trình hồi quy bậc hai của quá trình sấy bơm nhiệt sau khi đã loại bỏ các hệ số hồi quy không có nghĩa (bảng 4) như sau:

$$Y_1 = 15,90 + 1,21X_1 + 1,36X_2 + 0,63X_3 - 0,72X_1X_3 - 0,59X_2X_3 - 1,94X_1^2 - 2,27X_2^2 - 0,96X_3^2 \quad (2)$$

$$Y_2 = 71,05 + 3,07X_1 + 1,72X_2 - 1,03X_3 - 1,59X_1X_3 - 1,34X_2X_3 - 2,91X_1^2 - 1,57X_2^2 \quad (3)$$

Bảng 4. Kết quả phân tích hồi quy hàm lượng tổng flavonoid và phenolic sau khi sấy lá xuyên tâm liên

Nguồn	Hàm lượng tổng flavonoid Y ₁ - TFC		Hàm lượng tổng phenolic Y ₂ - TPC	
	Giá trị F	Giá trị p	Giá trị F	Giá trị p
Mô hình	57,08	< 0,0001 ^S	47,02	< 0,0001 ^S
X ₁ (Nhiệt độ sấy)	76,16	< 0,0001 ^S	181,44	< 0,0001 ^S
X ₂ (Tốc độ TNS)	95,79	< 0,0001 ^S	56,74	0,0001 ^S
X ₃ (Thời gian sấy)	20,19	0,0028 ^S	20,46	0,0027 ^S
X ₁ X ₂	3,88	0,0895 ^{NS}	5,30	0,0548 ^{NS}
X ₁ X ₃	13,40	0,0081 ^S	24,31	0,0017 ^S
X ₂ X ₃	9,00	0,0200 ^S	17,33	0,0042 ^S
X ₁ ²	102,48	< 0,0001 ^S	85,58	< 0,0001 ^S
X ₂ ²	140,30	< 0,0001 ^S	24,80	0,0016 ^S
X ₃ ²	25,25	0,0015 ^S	4,85	0,0634 ^{NS}
Không tương thích	0,021	0,9951 ^{NS}	5,47	0,0670 ^{NS}
R ²	0,9866		0,9837	

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

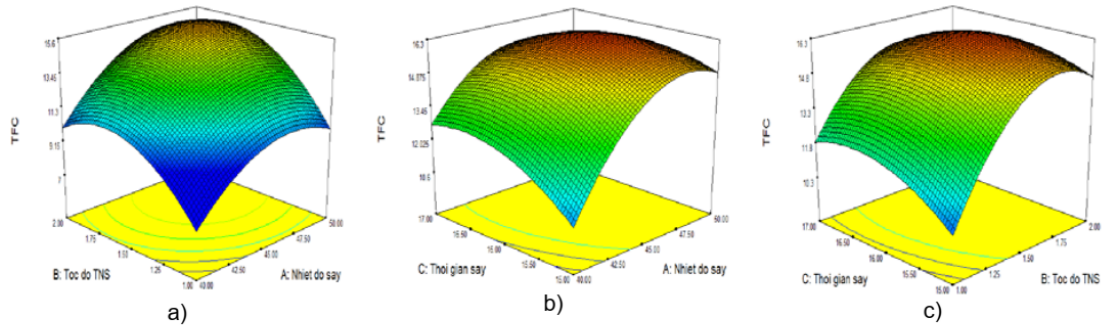
Kết quả phân tích ANOVA mô hình bậc hai của hai hàm mục tiêu đã được đánh giá bằng các giá trị F, p và R² tương ứng (bảng 3). Giá trị F, p của mô hình Y₁ là 57,08 và 0,0001; mô hình Y₂ là 47,02 và 0,0001. Các giá trị của hai mô hình đều thỏa mãn điều kiện p < 0,05 điều này cho thấy cả ba mô hình hoàn toàn có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy đều là 99,99% (p < 0,0001). Hệ số tương quan bội (R²) của mô hình Y₁ là 0,9866, mô hình Y₂ là 0,9837 cho thấy mô hình Y₁ mô tả đến 98,66% và mô hình Y₂ mô tả đến 98,37% sự thay đổi của các hàm mục tiêu phụ thuộc vào ảnh hưởng của các thông số. Chuẩn F của mô hình Y₁ là 0,021 (p = 0,9951, mô hình Y₂ là 5,47 (p =

0,0670) chỉ ra “sự không tương thích” của hai mô hình là vô nghĩa. Điều này cho thấy mô hình phù hợp với bức tranh thực nghiệm.

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 hàm lượng tổng flavonoid (TFC) và hàm lượng tổng phenolic (TPC). Các bề mặt đáp ứng được xây dựng như mô tả trong hình 2-3.

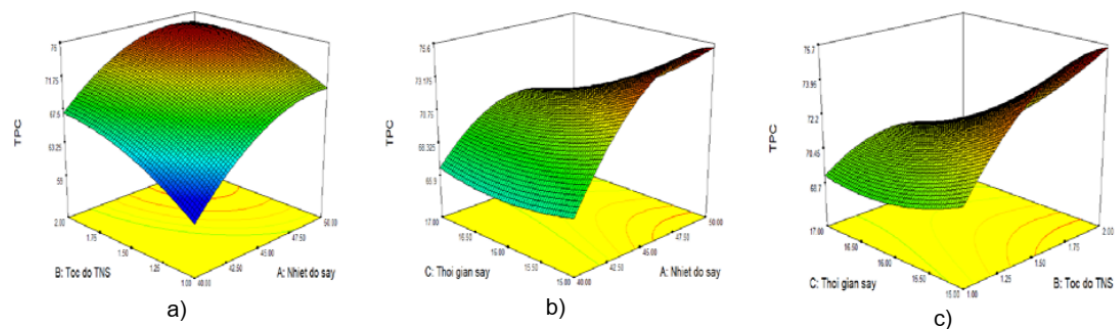
Phân tích bề mặt đáp ứng của hàm lượng tổng flavonoid



Hình 2. Bề mặt đáp ứng hàm lượng tổng flavonoid của lá cây Xuyên tâm liên sau quá trình sấy bơm nhiệt

Bề mặt đáp ứng của hàm mục tiêu hàm lượng tổng flavonoid từ dịch chiết lá cây Xuyên tâm liên được thể hiện ở hình 2 (a-c). Mô hình 3D thể hiện ảnh hưởng và tương tác của các biến độc lập đến sự hàm lượng tổng phenolic từ lá cây Xuyên tâm liên sau quá trình sấy bơm nhiệt. Trong hình 2 (a-c) và bảng 3, cả 3 yếu tố nhiệt độ sấy, tốc độ tác nhân sấy và thời gian sấy đều có ảnh hưởng đến quá trình sấy bơm nhiệt ($p < 0,05$). Trên hình 2a cho thấy ảnh hưởng của yếu tố nhiệt độ sấy và yếu tố tốc độ tác nhân sấy là tương đương như nhau. Khi nhiệt độ sấy tăng từ 40 đến 47 °C thì hàm lượng tổng flavonoid thu được từ dịch chiết tăng lên, tuy nhiên khi nhiệt độ sấy tiếp tục tăng thì hàm lượng này có xu hướng giảm. Khi tốc độ tác nhân sấy tăng từ 1,0 đến 1,7 m/s thì hàm mục tiêu tăng lên, khi tốc độ tác nhân sấy tăng từ 1,7 đến 2 m/s thì hàm lượng này có giảm xuống. Ở hình 2b, cho thấy ảnh hưởng của yếu tố nhiệt độ sấy lớn hơn ảnh hưởng của yếu tố thời gian sấy đến hàm lượng tổng flavonoid thu được. Yếu tố thời gian sấy có ảnh hưởng đến quá trình sấy, tuy nhiên ảnh hưởng này ít hơn so với các yếu tố khác, thời gian sấy tăng thì hàm mục tiêu có tăng, tuy nhiên mức tăng này không đáng kể. Trong hình 2c là tương tác của hai yếu tố thời gian sấy và tốc độ sấy, ảnh hưởng của yếu tố tốc độ tác nhân sấy cao hơn so với yếu tố thời gian sấy.

Phân tích bề mặt đáp ứng của hàm lượng tổng phenolic



Hình 3. Bề mặt đáp ứng hàm lượng tổng phenolic của lá cây xuyên tâm liên sau quá trình sấy bơm nhiệt

Trên hình 3 (a-c) và bảng 3 thể hiện ảnh hưởng của các cặp yếu tố đến tổn thất hàm lượng tổng phenolic (TPC) thu được từ dịch chiết của lá cây Xuyên tâm liên trong quá trình sấy bơm nhiệt. Ảnh hưởng của các cặp yếu tố này đều có ý nghĩa đến quá trình sấy ($p < 0,05$). Hình 3a và bảng 3 cho thấy ảnh hưởng tương tác của hai yếu tố nhiệt độ sấy và tốc độ tác nhân sấy, sự tương tác của hai yếu tố này là có nghĩa đối với hàm mục tiêu của quá trình sấy

bơm nhiệt. Hàm lượng tổng phenolic tăng khi nhiệt độ tăng từ 40°C đến 50°C, tương tự hàm mục tiêu cũng tăng khi tốc độ tác nhân sấy tăng từ 1,0 đến 2,0 m/s. Với yếu tố thời gian sấy, khi thời gian sấy tăng hàm lượng tổng phenolic thu được có xu hướng giảm (hình 3b, c). Ở hình 3b và 3c, có thể thấy rằng ảnh hưởng của hai yếu tố là nhiệt độ sấy và tốc độ tác nhân sấy ảnh hưởng lớn hơn nhiều so với yếu tố thời gian sấy. Điều này cũng hoàn toàn hợp lý và đúng với các nghiên cứu trước đây về sấy bơm nhiệt.

Tối ưu hóa quá trình sấy bơm nhiệt

Xác định điều kiện tối ưu quá trình sấy bơm nhiệt để thu được đồng thời hàm lượng tổng phenolic (TPC) và flavonoid (TFC) từ lá cây Xuyên tâm liên cao nhất bằng cách bố trí thí nghiệm theo phương án Box - Benken (BBK). Kết quả thu được điều kiện tối ưu quá trình sấy lá cây Xuyên tâm liên trên máy sấy bơm nhiệt được xác định với các hàm mục tiêu hàm lượng tổng flavonoid và phenolic. Kết quả phân tích tối ưu hóa trên phần mềm Design-Expert 7.0 cho thấy với nhiệt độ sấy 47,97°C; tốc độ tác nhân sấy 1,77 m/s và thời gian sấy 15,12 giờ thì giá trị dự đoán hàm lượng tổng flavonoid và phenolic lần lượt là 15,5081 mgQE/g và 74,97 mgGAE/g.

Tiến hành thực nghiệm lại mô hình tối ưu tại các thông số: nhiệt độ sấy 50°C, tốc độ tác nhân sấy 1,8 m/s và thời gian sấy là 15 giờ thu được kết quả như sau: Hàm lượng tổng flavonoid 15,42±0,12 mgQE/g và hàm lượng tổng phenolic là 74,15±0,35 mgGAE/g. Kết quả thực nghiệm lại cho thấy quy trình sấy bơm nhiệt phù hợp với giá trị tối ưu của mô hình.

Bảng 5. Kết quả tối ưu quá trình sấy lá cây Xuyên tâm liên trên máy sấy bơm nhiệt

Điều kiện tối ưu			Hàm mục tiêu	Giá trị thực nghiệm* tại các thông số tối ưu	Giá trị dự đoán của mô hình
X ₁ (°C)	X ₂ (m/s)	X ₃ (giờ)			
50	1,8	15	Y ₁	15,42±0,12 mgQE/g	15,5081 mgQE/g
			Y ₂	74,15±0,35 mgGAE/g	74,9699 mgGAE/g

* Giá trị trung bình của ba lần thực nghiệm (n = 3).

KẾT LUẬN

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 nhằm thu được hàm lượng tổng flavonoid và phenolic từ lá cây Xuyên tâm liên là cao 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 50°C, tốc độ tác nhân sấy 1,8 m/s và thời gian sấy 15 giờ thu được kết quả hàm lượng tổng flavonoid cao nhất đạt 15,42±0,12 mgQE/g và hàm lượng tổng phenolic cao nhất đạt 74,15±0,35 mgGAE/g.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đỗ Tất Lợi, *Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam*. NXB Hồng Đức, 2013.
- [2] Đỗ Huy Bích, *Cây thuốc và động vật làm thuốc ở Việt Nam*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2004.
- [3] Chevallier Andrew, *Dược thảo toàn thư*. NXB Tổng hợp Thành phố Hồ Chí Minh, 2012.
- [4] W. W. Chao and B. F. Lin, "Isolation and identification of bioactive compounds in *Andrographis paniculata* (Chuanxinlian)," *Chinese medicine*, Vol. 5, No. 1, pp. 1-15, 2010.
- [5] M. D. Hossain, Z. Urbi, A. Sule, and K. M. Rahman, "*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Wall. ex Nees: A review of ethnobotany, phytochemistry, and pharmacology," *The Scientific World Journal*, 2014.
- [6] S. K. Mishra, N. S. Sangwan, and R. S. Sangwan, "Phcog rev.: Plant review *Andrographis paniculata* (Kalmegh): A review," *Pharmacognosy Reviews*, Vol. 1, No. 2, pp. 283-298, 2007.
- [7] M. A. B. Nyeem, M. A. Mannan, M. Nuruzzaman, K. M. Kamrujjaman, and S. K. Das, "Indigenous king of bitter (*Andrographis paniculata*): A review," *Journal of Medicinal Plants Studies*, Vol. 5, No. 2, pp. 318-324, 2017.
- [8] K. D. Pallav, "Pharmacological properties of *andrographis paniculata*," *International Journal of International Journal of Research and Review in Health Sciences Recent Advances in Multidisciplinary Research*, Vol. 1, No. 4, pp. 105-110, 2014.
- [9] Bannister, P., Carrington, C.G., Chen, G., 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. 2002.
- [10] Prasertsan, S., Saen-saby, P., "Heat pump drying of agricultural materials". *Drying Technology* 16 (1-2), 235-250, 1998.
- [11] Strommen, I., Eikevik, T.M., Alves-Filho, O., Syverud, K., Jonassen, O., 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, 2002.
- [12] Zafer Erbay, Filiz Icier, Optimization of Drying of Olive Leaves in a Pilot-Scale Heat Pump Dryer, *Drying Technology*, 27: 416-427, 2009.
- [13] AOAC (2003) *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*; Association of Official Analytical Communities: Arlington, VA, USA.
- [14] Quang Vinh Nguyen and Jong Bang Eun, "Antioxidant activity of solvent extracts from Vietnamese medicinal plants," *Journal of Medicinal Plants Research*, Vol. 5, No. 13, pp. 2798-2811, 2011.

EFFECT OF THE HEAT PUMP DRYING PROCESS TO TOTAL PHENOLIC AND FLAVONOID CONTENT FROM THE LEAF OF ANDROGRAPHIS PANICULATA

Le Thi My Chau¹, Nguyen Tan Thanh^{1*}, Tran Phuong Chi¹, Nguyen Thi Huyen¹, Dao Thi Thanh Xuan¹, Dang Thi Ngoc², Doan Manh Dung³, Nguyen Duc Anh⁴

¹School of Chemistry, Biology and Environment, Vinh University

²K59 Food technology, School of Chemistry, Biology and Environment, Vinh University

³Institute of Biotechnology and Environment, Tay Nguyen University

⁴Department of Chemistry, College of Education, Vinh University

SUMMARY

The purpose of this study is to determine the optimal conditions for the heat pump drying process of total phenolic and flavonoid content from leaf of *Andrographis paniculata*. Experimental arrangement according to the Box - Benhken Design (BBK), with optimal model of the heat pump drying process was built with three factors: drying temperature (X_1), drying speed (X_2) and drying time (X_3), two responses were total flavonoid content (Y_1 , mgQE/g) and total phenolic content (Y_2 , mg GAE/g). The optimal parameters of the heat pump drying process were the drying temperature of 50°C, the drying speed of 1.8 m/s and the drying time of 15 hours. Under this condition, the final moisture content of the product is less than 10% the total flavonoid content highest was 15.42 ± 0.12 mgQE/g and the total phenolic content highest was 74.15 ± 0.35 mgGAE/g.

Keywords: *Andrographis paniculata*, phenolic, flavonoids, response surface method, heat pump drying.

* Author for correspondence: Tel: 0989339115. Email: nguyentan THANH@vinhuni.edu.vn