ISSN 1859 - 1558

Tạp chí

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

Journal of Vietnam Agricultural Science and Technology

VIỆN KHOA HỌC NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM
Vietnam Academy of Agricultural Sciences

Số 04 (137) | 2022

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP
Editorial Committee

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG (*Chairman*)

GS.TS. Nguyễn Hồng Sơn

PHÓ CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG (*Vice - Chairman*)

PGS. TS. Đào Thế Anh

ỦY VIÊN (*Members*)

TS. Ad Spijker
PGS.TS. Nguyễn Văn Bộ
GS.TS. Bùi Chí Bửu
TS. Bùi Quang Đãng
PGS.TS. Đặng Văn Đông
TS. Estelle Bienabe
PGS.TS. Phạm Quang Hà
GS.TS. Vũ Mạnh Hải
TS. Phạm Bích Hiên
PGS.TS. Phạm Xuân Hội
PGS.TS. Trần Đăng Khánh
TS. Kris Wyckhuys
TS. Nguyễn Văn Liêm
PGS.TS. Trịnh Khắc Quang
TS. Sivapragasam Annamalai
TS. Trần Danh Sửu
PGS.TS. Lê Quốc Thanh
GS.TS. Phạm Văn Toản
GS.TS. Nguyễn Văn Tuất
TS. Trần Vinh
TS. Nguyễn Thị Tuyết

TẠP CHÍ

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

Journal of Vietnam Agricultural Science and Technology

NĂM THỨ MƯỜI BẢY
SỐ 04 NĂM 2022

BAN BIÊN TẬP

Tổng biên tập
Editor in chief
PGS.TS. Đào Thế Anh

Phó Tổng biên tập
Deputy Editor
TS. Phạm Bích Hiên
PGS.TS. Trần Đăng Khánh

Ủy viên
Members
TS. Bùi Quang Đãng
TS. Estelle Bienabe
TS. Kris Wyckhuys
TS. Nguyễn Thế Yên

Thư ký
Secretary
TS. Nguyễn Thị Tuyết

TÒA SOẠN - TRỊ SỰ

Ban Thông tin và Đào tạo
Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam
Vĩnh Quỳnh, Thanh Trì, Hà Nội
ĐT: 024.36490504; 0974006898
Email: tapchi@vaas.vn
Website: https://tapchi.vaas.vn/

ISSN: 1859 - 1558

Giấy phép xuất bản
Số: 351/GP-BTTTT
Bộ Thông tin và Truyền thông
cấp ngày 11 tháng 8 năm 2020

MỤC LỤC

1. **Phạm Trung Kiên, Trần Anh Thái, Nguyễn Khắc Thắng, Nguyễn Hữu Minh, Dương Hoàng Sơn, Huỳnh Văn Nghiệp, Trần Đình Giỏi.** Tuyển chọn các giống lúa chịu mặn cho vùng lúa tôm tỉnh Kiên Giang 3

2. **Nguyễn Thị Tâm Phúc, Vũ Linh Chi, Trịnh Thùy Dương, Vương Thị Ánh Tuyết, Nguyễn Thị Thu Hằng, Nguyễn Thị Hằng, Đoàn Minh Diệp.** Đánh giá chất lượng và khả năng bảo quản sau thu hoạch của quả bí đỏ Quỳnh Lưu 12

3. **Phạm Hồng Minh, Nguyễn Văn Khiêm, Phạm Xuân Hội.** Đa dạng di truyền nguồn gen cây gấc bằng các tính trạng hình thái - nông học 19

4. **Nguyễn Văn Tuấn Anh, Nghị Khắc Nhu, Bùi Thanh Liêm.** Đánh giá tính chịu mặn của các dòng lúa nếp trên môi trường dung dịch mặn yoshida và đất nhiễm mặn tự nhiên 27

5. **Trần Thị Quý, Phạm Hữu Nhượng, Ngô Thị Lam Giang, Trương Thanh Hưng, Ngô Minh Dũng, Nguyễn Quang Thạch.** Ảnh hưởng của các chất điều hòa sinh trưởng đến sự ra hoa của cây sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) 32

6. **Trương Thị Cẩm Trang, Trần Văn Lâm.** Ảnh hưởng của hydrogel giữ ẩm đến sinh trưởng của cây hương thảo (*Rosmarinus officinalis* L.) trồng chậu 38

7. **Đỗ Thị Lan.** Nghiên cứu ảnh hưởng một số loại phân bón lá đến năng suất, chất lượng quả cam Canh trên địa bàn Hà Nội 43

8. **Trần Danh Việt, Đoàn Thị Thanh Nhàn, Nguyễn Bá Hoạt, Nguyễn Văn Dũng.** Nghiên cứu thời vụ gieo hạt cây ban âu (*Hypericum perforatum*) tại huyện Tân Lạc, tỉnh Hòa Bình 49

9. **Nghị Khắc Nhu.** Sự kéo dài thân mầm (diệp tiêu) - đặc tính quyết định khả năng chịu ngập của lúa ở giai đoạn nẩy mầm 55

10. **Phan Lê Trâm Anh, Nguyễn Thị Thanh Thảo, Lý Triệu Minh, Dương Hoa Xô, Nguyễn Xuân Dũng.** Tái sinh chồi từ lá mầm cây dưa leo Nếp ta 62

TẠP CHÍ

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

Journal of Vietnam Agricultural Science and Technology

NĂM THỨ MƯỜI BẢY
SỐ 04 NĂM 2022

BAN BIÊN TẬP

Tổng biên tập
Editor in chief
PGS.TS. Đào Thế Anh

Phó Tổng biên tập
Deputy Editor
TS. Phạm Bích Hiên
PGS.TS. Trần Đăng Khánh

Ủy viên
Members
TS. Bùi Quang Đãng
TS. Estelle Bienabe
TS. Kris Wyckhuys
TS. Nguyễn Thế Yên

Thư ký
Secretary
TS. Nguyễn Thị Tuyết

TÒA SOẠN - TRỊ SỰ

Ban Thông tin và Đào tạo
Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam
Vĩnh Quỳnh, Thanh Trì, Hà Nội
ĐT: 024.36490504; 0974006898
Email: tapchi@vaas.vn
Website: https://tapchi.vaas.vn/

ISSN: 1859 - 1558
Giấy phép xuất bản
Số: 351/GP-BTTTT
Bộ Thông tin và Truyền thông
cấp ngày 11 tháng 8 năm 2020

11. **Trần Phương Chi, Nguyễn Tân Thành, Hoàng Thị Lệ Hằng, Trần Đình Thắng.** Tối ưu điều kiện sấy hành đen bằng công nghệ bơm nhiệt 69

12. **Trần Ngọc Hè, Trương Ánh Phương, Phạm Thị Kim Vàng.** Đánh giá độc tính của các quần thể rầy nâu vùng sinh thái đất mặn tại đồng bằng sông Cửu Long 77

13. **Huỳnh Hồng Phiến, Trần Thanh Mến.** Đánh giá hiệu quả gây độc của chiết xuất từ cây cỏ gấu trên mô hình ruồi giấm 82

14. **Hồ Thị Thu Ba.** Nghiên cứu định danh và thuần hóa loài nấm thuộc chi *Lentinus* thu thập tại vùng Thất Sơn tỉnh An Giang 90

15. **Trương Vĩnh Hải, Nguyễn Văn An, Lê Văn Gia Nhỏ, Nguyễn Văn Mãnh, Trần Kim Ngọc, Nguyễn Bình Duy, Nguyễn Thị Hương, Trần Tuấn Anh, Phan Trung Hiếu.** Hiện trạng sản xuất và một số giải pháp nâng cao hiệu quả sản xuất hồ tiêu tại Phú Quốc 95

16. **Dương Hoàng Oanh, Phạm Kim Long.** Nghiên cứu sử dụng nước thải ao nuôi cá lóc và ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự tăng sinh khối của tảo *Spirulina platensis* 101

17. **Lý Văn Khánh, Trần Ngọc Hải, Võ Nam Sơn, Cao Mỹ Án, Châu Tài Tảo.** Thực nghiệm sản xuất giống tôm sú theo công nghệ biofloc tại tỉnh Cà Mau 106

Shoot regeneration from cotyledon of cucumber variety Nep ta

Phan Le Tram Anh, Nguyen Thi Thanh Thao, Ly Trieu Minh,
Duong Hoa Xo, Nguyen Xuan Dung

Abstract

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is a popular vegetable in Vietnam. Previous studies showed that the regeneration of cucumber based on genotype and the regenerative response is not the same for various cucumber varieties. This study was performed to develop an efficient procedure for shoot regeneration in *Cucumis sativus* L. cultivar Nep ta via cotyledon tissue culture. Factors affecting the efficiency of seed sterilisation, shoot regeneration and *in vitro* plant growth were investigated. The results showed that the seeds germinated best when sterilized with Javen at 40% concentration for 15 minutes. The 3-day-old cotyledons cultured on MS medium supplemented with 1.0 mg/L BA were suitable for shoot regeneration. MS medium and MS supplemented with 0.1 mg/L BA were suitable for rooting and shoot growth, respectively. This finding is an important premise for studying the production and development of the Nep ta cucumber variety.

Keywords: Cucumber variety Nep ta, cotyledon tissue culture, shoot regeneration

Ngày nhận bài: 05/4/2022
Ngày phản biện: 25/4/2022
Người phản biện: TS. Nguyễn Thanh Nhung
Ngày duyệt đăng: 30/5/2022

TỐI ƯU ĐIỀU KIỆN SẤY HÀNH ĐEN BẰNG CÔNG NGHỆ BƠM NHIỆT

Trần Phương Chi[1*], Nguyễn Tân Thành[1],
Hoàng Thị Lệ Hằng[2], Trần Đình Thắng[3]

TÓM TẮT

Nghiên cứu này có mục đích xác định điều kiện tối ưu quá trình sấy bơm nhiệt nhằm nâng cao hiệu suất thu hồi hàm lượng tổng phenolic và flavonoid từ hành đen và khảo sát một số thành phần dinh dưỡng trong đó. Thí nghiệm được thiết kế theo phương pháp bề mặt (RSM) - phương án cấu trúc có tâm (CCD). Kết quả đã xây dựng được mô hình tối ưu quy trình sấy bơm nhiệt với ba yếu tố là nhiệt độ sấy (X_1), thời gian sấy (X_2) và tốc độ tác nhân sấy (X_3); ba hàm mục tiêu là tổn thất hàm lượng tổng phenolic (Y_1, %) và tổn thất hàm lượng tổng flavonoid (Y_2, %), độ ẩm sau sấy (Y_3, %). Các thông số tối ưu của quá trình sấy bơm nhiệt là nhiệt độ sấy 53°C, tốc độ tác nhân sấy 2,3 m/s và thời gian sấy 20 giờ. Ở điều kiện này, tổn thất hàm lượng tổng phenolic thấp nhất là 11,45 ± 0,05%, tổn thất hàm lượng tổng flavonoid thấp nhất là 12,80 ± 0,04% và độ ẩm sản phẩm là 13,11 ± 0,05%.

Từ khoá: Hành đen (*Allium ascalonium*), quy trình sấy bơm nhiệt, điều kiện sấy

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hành đen là sản phẩm mới từ củ hành tím *(Allium ascalonicum*), một trong những loại gia vị và thuốc được sử dụng lâu đời trong ẩm thực và y học dân gian Việt Nam, được chế biến bằng cách ủ nhiệt hành trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm có kiểm soát. Thông qua quá trình ủ nhiệt, các hợp chất kém ổn định và có mùi khó chịu được chuyển thành các hợp chất bền và không mùi. Sản phẩm thu được có trạng thái dẻo, màu đen, vị ngọt. Theo Moreno-Rojas và cộng tác viên (2019), một số thành phần polyphenol, flavonoid, axit amin,

[1] Viện CN Hóa sinh Môi trường - Trường ĐH Vinh
[2] Viện Nghiên cứu Rau quả
[3] Đại học Công nghiệp thành phố Hồ Chí Minh
* Tác giả liên hệ: E-mail: phuongchi53@gmail.com

hợp chất organosulfur và hoạt tính sinh học của hành đen có sự thay đổi trong quá trình ủ nhiệt. Nghiên cứu cho thấy dịch chiết hành đen có một số tác dụng vượt trội so với hành tươi như: tác dụng chống oxy hóa, tăng cường miễn dịch, ngăn ngừa rối loạn chuyển hóa và nhiễm độc gan do rượu…

Hành đen sau quá trình ủ nhiệt có hàm lượng nước còn tương đối cao (60,5 ± 0,21%), do vậy, sau quá trình ủ nhiệt ẩm, hành đen cần thêm công đoạn sấy để đưa về độ ẩm yêu cầu, tạo điều kiện thuận lợi cho các quá trình bảo quản và chế biến về sau như nghiền bột, trích ly, sản xuất các thực phẩm chức năng.

Sấy không đơn giản chỉ là quá trình tách nước ra khỏi sản phẩm mà còn phải đảm bảo chất lượng đầu ra của sản phẩm và tối thiểu hoá chi phí năng lượng dùng để sấy. Nhiệt độ sấy quá cao sẽ làm cho sản phẩm khô nhanh nhưng khô không đều, trở nên giòn và đặc biệt là dễ bị mất màu, mất chất dinh dưỡng,… Phương pháp sấy bơm nhiệt sử dụng tác nhân chính là không khí rất khô ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ sấy thông thường với dải nhiệt độ sấy từ 10 - 75°C, độ ẩm không khí sấy vào khoảng 10 - 30%. Công nghệ sấy bơm nhiệt giúp tiết kiệm 60 - 80% điện năng tiêu thụ so với máy sấy đối lưu không khí nóng khi tiến hành ở cùng nhiệt độ (Prasertsan and Saen-saby, 1998). Điều này được thực hiện bởi dòng không khí nóng tuần hoàn khép kín bên trong buồng sấy, do vậy tổn hao về điện năng rất thấp. Không khí được tách ẩm liên tục, độ ẩm và nhiệt độ phòng sấy được kiểm soát, vì vậy hệ thống sấy hiệu quả ở mọi thời tiết (Strommen *et al.*, 2002). 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.

Xuất phát từ thực tiễn trên, việc xác định được điều kiện sấy bơm nhiệt tối ưu làm cơ sở để hoàn thiện công nghệ sấy, góp phần nâng cao hiệu suất thu hồi hàm lượng tổng phenolic và flavonoid là vấn đề được quan tâm nghiên cứu trong nội dung bài báo này.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Củ hành tím (*Allium ascalonicum* L.) được lấy tại xã Vĩnh Châu, huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. Sau khi được xử lý sơ bộ (cắt bỏ rễ, rửa, phơi khô), củ hành được bọc trong giấy bạc (mỗi bọc có đục lỗ 1,5 - 2 mm, chứa 8 - 10 củ) và ủ (75°C, 90% RH) trong 20 ngày (Tran Gia Buu *et al.*, 2020).

Củ hành tím sau khi lên men được sấy nguyên củ bằng máy sấy bơm nhiệt CYF-EL040 (Hãng Chin Ying Fa, Đài Loan) (Hình 1). Mẫu được để nguyên củ để tiến hành sấy bơm nhiệt nhằm giảm độ ẩm xuống dưới 14%. Bố trí mỗi mẻ sấy 2 kg, dàn đều trên 5 khay sấy có đục lỗ, bề dày lớp vật liệu trên mỗi khay là 3 - 4 cm. Sản phẩm của quá trình ủ nhiệt có màu nâu đen, dẻo, có vị ngọt nhẹ, độ ẩm 60 - 62% (Hình 2).

Hình 1. Máy sấy bơm nhiệt CYF-EL040

Hình 2. Nguyên liệu hành đen trước khi sấy

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. 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 hạn chế tổn thất hàm lượng tổng phenolic và flavonoid từ hành đen. 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) - là phương án quy hoạch thực nghiệm bậc 2 trực giao đối xứng của Box-Wilson. Theo phương án này, tổng số thí nghiệm là 20, trong đó có 8 thí nghiệm ở mức dưới và trên; 6 thí nghiệm ở mức "sao" dưới và "sao" trên và 6 thí nghiệm ở mức cơ sở (mức ở tâm) (Erbay and Icier, 2009). 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):

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

Trong đó: Y - Biến phụ thuộc (hàm mục tiêu); $X_{i,j}$ - Biến mã hóa (biến độc lập) ảnh hưởng đến Y; β_0, β_i, β_j - các hệ số hồi quy.

2.2.2. Các chỉ tiêu theo dõi

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

- Hàm lượng protein được xác định bằng phương pháp Kjeldahl theo TCVN 10385:2014.

- Hàm lượng tổng carbohydrate được xác định bằng phương pháp phenol-sulfuric (Nielsen, 2017).

- Hàm lượng tro tổng số được xác định bằng phương pháp nung theo TCVN 10691:2015.

- Hàm lượng đường khử được xác định bằng phương pháp sử dụng acid dinitrosalicylic (DNS) (Miller, 1959).

- Hàm lượng tổng phenolic được xác định theo phương pháp của Singleton và cộng tác viên (1999).

- Hàm lượng tổng flavonoid (TFC) được xác định theo phương pháp so màu như miêu tả của Chang và cộng tác viên (2002).

2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Xử lí số liệu thực nghiệm bằng phần mềm thống kê Design-Expert 13.0 (Stat-Ease, Inc., Minneapolis, USA) để phân tích các hệ số hồi quy, bề mặt đáp ứng và tối ưu hóa với thuật toán hàm mong đợi.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trong khoảng thời gian từ tháng 02 năm 2021 đến tháng 6 năm 2021 tại Trung tâm thực hành thí nghiệm, Trường Đại học Vinh.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả xác định hàm lượng một số thành phần hóa học của hành đen trước khi sấy

Bảng 1. Thành phần hoá học chính của hành đen

Thành phần	Hàm lượng
Nước	60,5 ± 0,21%
Carbohydrates	17,2 ± 0,14%
Protein	2,46 ± 0,03%
Tro	1,08 ± 0,07%
Đường khử	4,02 ± 0,11%
pH	4,22 ± 0,09
Phenolic	17,28 ± 0,12 mg GAE/g
Flavonoid	5,42 ± 0,08 mg QE/g

Dựa vào bảng kết quả trên ta có thể thấy rằng, hành đen sau quá trình ủ nhiệt có hàm lượng nước tương đối cao (60,5 ± 0,21%), nếu không có quá trình sấy giảm ẩm sẽ khó bảo quản và hiệu suất quá trình trích ly không cao (tốn nhiều dung môi, kéo dài thời gian thực hiện,…). Các thành phần dinh dưỡng trong hành đen tương đối cao (carbohydrates, protein, đường khử), bên cạnh đó, các thành phần mang hoạt tính sinh học cao như phenolic, flavonoid trong hành đen cần được quan tâm. Vì vậy, trong quá trình sấy lạnh cần điều chỉnh các thông số kỹ thuật để đưa hành đen về độ ẩm yêu cầu và hạn chế mức thấp nhất sự biến đổi các chất dinh dưỡng và sự tổn thất phenolic, flavonoid.

3.2. Thiết lập mô hình

Trong nghiên cứu này, miền tối ưu được chọn sau khi khảo sát đơn yếu tố là nhiệt độ sấy 45 ÷ 55°C, tốc độ tác nhân sấy 2,0 ÷ 3,0 m/s và thời gian sấy 20 ÷ 24 giờ. Biến mã hóa và các mức được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Mức biến thiên và giá trị mã hoá của các biên độc lập X_i

Các mức mã hoá	Giá trị mã hoá x_i	Giá trị thực của các biến độc lập X_i		
		X_1 (°C)	X_2 (m/s)	X_3 (h)
Mức "sao" dưới	–1,682	41,59	1,66	18,64
Mức dưới	–1,00	45	2,0	20
Mức cơ sở	0,00	50	2,5	22
Mức trên	1,00	55	3,0	24
Mức "sao" trên	1,682	58,41	3,34	25,36
Khoảng biến thiên $å_i$	1,00	5	0,5	2

Nghiên cứu tập trung vào sự tổn thất của các hàm lượng tổng phenolic và tổng flavonoid từ củ hành đen khi tiến hành sấy trên máy sấy bơm nhiệt so với ban đầu, sao cho tỷ lệ tổn thất này là nhỏ nhất. Bên cạnh đó, độ ẩm của sản phẩm khi kết thúc quá trình sấy phải đạt độ ẩm nhỏ hơn 14%. Phương án thiết kế thí nghiệm với ba biến và ba hàm mục tiêu được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm theo phương án cấu trúc có tâm (CCD)

Số TN	X_1 (°C)	X_2 (m/s)	X_3 (giờ)	TPCL Y_1 (%)	TFCL Y_2 (%)	MC Y_3 (%)
1	45	2	20	20,02	17,66	19,14
2	55	2	20	11,36	13,27	13,07
3	45	2	24	20,25	22,52	17,52
4	55	2	24	19,2	22,64	12,31
5	45	3	20	21,27	15,59	17,52
6	55	3	20	12,78	15,55	12,82
7	55	3	24	19,15	20,72	12,22
8	45	3	24	13,63	16,66	15,57
9	41,59	2,5	22	23,54	23,66	20,7
10	58,41	2,5	22	20,44	21,42	11,64
11	50	1,66	22	16,16	17,49	14,54
12	50	3,34	22	14,92	15,63	13,16
13	50	2,5	18,64	13,9	14,72	15,63
14	50	2,5	25,36	15,38	17,78	12,61
15	50	2,5	22	13,48	13,25	13,05
16	50	2,5	22	12,85	13,58	14,16
17	50	2,5	22	12,17	13,08	13,18
18	50	2,5	22	14,31	14,27	12,57
19	50	2,5	22	14,25	13,84	12,62
20	50	2,5	22	14,7	11,98	14,01

Ghi chú: Y_1 là tỷ lệ tổn thất hàm lượng tổng phenolic sau quá trình sấy (ký hiệu TPCL, %); Y_2 là tỷ lệ tổn thất tổng hàm lượng flavonoid sau quá trình sấy (ký hiệu TFCL, %); Y_3 (ký hiệu MC, %) là độ ẩm cuối của sản phẩm sấy.

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

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 như sau:

$$Y_1 = 13,64 - 1,31X_1 - 0,45X_2 + 0,68X_3 + 0,84X_1X_2 + 2,7X_1X_3 - 1,17X_2X_3 + 2,87X_1^2 + 0,59X_2^2 + 0,27X_3^2 \quad (4)$$

$$Y_2 = 13,36 - 0,29X_1 - 0,78X_2 + 1,88X_3 + 1,04X_1X_2 + 1,08X_1X_3 - X_2X_3 + 3,11X_1^2 + X_2^2 + 0,89X_3^2 \quad (5)$$

$$Y_3 = 13,26 - 2,53X_1 - 0,46X_2 - 0,73X_3 + 0,40X_1X_2 + 0,28X_1X_3 - 0,021X_2X_3 + 1,07X_1^2 + 0,25X_2^2 + 0,35X_3^2 \quad (6)$$

Bảng 4. Kết quả phân tích hồi quy tổn thất hàm lượng tổng phenolic, tổn thất hàm lượng tổng flavonoid và độ ẩm vật liệu sau khi sấy củ hành đen

Nguồn	Tổn thất hàm lượng tổng phenolic Y_1 – TPCL		Tổn thất hàm lượng tổng flavonoid Y_2 – TFCL		Độ ẩm sản phẩm Y_3 – MC	
	Giá trị F	*Giá trị p*	*Giá trị F*	*Giá trị p*	*Giá trị F*	*Giá trị p*
Mô hình	20,25	< 0,0001^S	16,78	< 0,0001^S	42,99	< 0,0001^S
X_1 (Nhiệt độ sấy)	18,78	0,0015^S	0,76	0,4026^{NS}	288,64	< 0,0001^S
X_2 (Tốc độ TNS)	2,17	0,1713^{NS}	5,42	0,0422^S	9,38	0,0120^S
X_3 (Thời gian sấy)	5,06	0,0482^S	31,06	0,0002^S	24,20	0,0006^S
X_1X_2	4,55	0,0588^{NS}	5,55	0,0402^S	4,30	0,0648^{NS}
X_1X_3	46,80	< 0,0001^S	5,99	0,0344^S	2,01	0,1863^{NS}
X_2X_3	8,73	0,0144^S	5,16	0,0465^S	0,012	0,9152^{NS}
X_1^2	95,09	< 0,0001^S	90,13	< 0,0001^S	54,79	< 0,0001^S
X_2^2	4,01	0,0729^{NS}	9,25	0,0124^S	3,05	0,1113^{NS}
X_3^2	0,85	0,3779^{NS}	7,33	0,0221^S	5,78	0,0370^S
Không tương thích	1,63	0,3033^{NS}	3,99	0,0774^{NS}	0,31	0,8859^{NS}
R^2	*0,9480*		*0,9379*		*0,9748*	

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

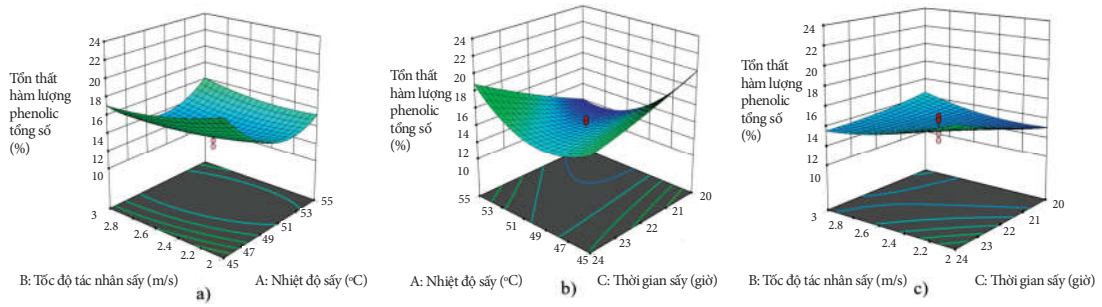
Kết quả phân tích ANOVA mô hình bậc hai của ba hàm mục tiêu đã được đánh giá bằng các giá trị F, p và R^2 tương ứng (Bảng 4). Giá trị F, p của mô hình Y_1 là 20,25 và 0,0001; mô hình Y_2 là 16,67 và 0,0001; mô hình Y_3 là 42,99 và 0,0001. Các giá trị của ba mô hình đều thỏa mãn điều kiện p < 0,05 điều 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 (R^2) của mô hình Y_1 là 0,9480, mô hình Y_2 là 0,9379 và mô hình Y_3 là 0,9748 cho thấy mô hình Y_1 mô tả đến 94,80%, mô hình Y_2 mô tả đến 93,79% và mô hình Y_3 mô tả đến 97,48% sự thay đổi của các hàm mục tiêu phụ thuộc vào các biến ảnh hưởng. Chuẩn F của mô hình Y_1 là 1,63 (p = 0,3033) Y_2 là 3,99 (p = 0,0774) và Y_3 là 0,31 (p = 0,8859) 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.

3.4. 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 13.0. 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 hàm lượng tổng flavonoid (TFCL) và độ ẩm sản phẩm (MC). Ba bề mặt đáp ứng được xây dựng như mô tả trong hình 3 - 5.

3.4.1. Phân tích bề mặt đáp ứng của tổn thất hàm lượng tổng phenolic

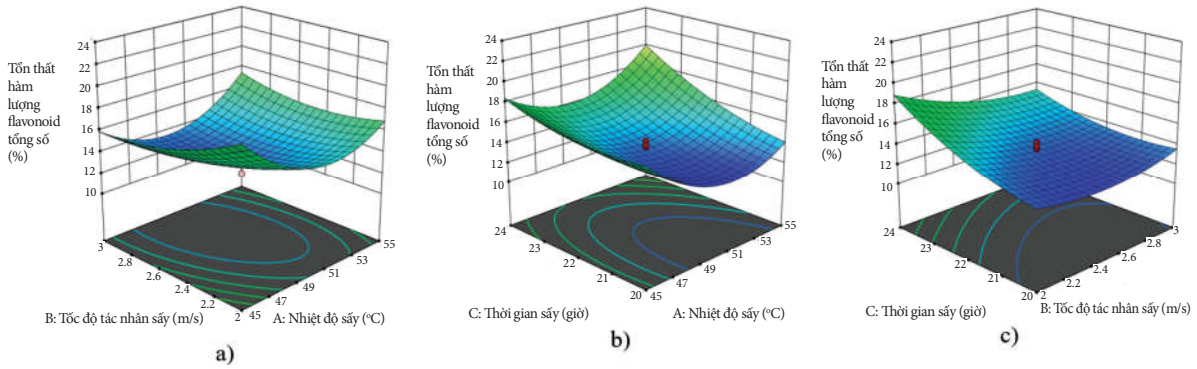
Bề mặt đáp ứng của tổn thất hàm lượng tổng phenolic của hành đen được thể hiện ở hình 3 (a-c).



Hình 3. Bề mặt đáp ứng thể hiện mối tương quan giữa điều kiện sấy đến mức độ tổn thất phenolic tổng số

Mô hình 3D 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 3 (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 ($p < 0,05$). Nhìn vào hình 3a có thể thấy ảnh hưởng của yếu tố nhiệt độ sấy lớn hơn so với yếu tố tốc độ tác nhân sấy. Ở hình 3b cũng tương tự, ảnh hưởng của nhiệt độ sấy lớn hơn thời gian sấy. Trong hình 3c thì ảnh hưởng của yếu tố thời gian sấy lớn hơn yếu tố tốc độ sấy. Tổn thất hàm lượng tổng phenolic giảm dần khi nhiệt độ tăng từ 45°C đến 51°C và có xu hướng tăng lên khi nhiệt độ tăng từ 51°C đến 55°C (Hình 3a, b). Với yếu tố thời gian sấy, khi thời gian sấy tăng thì tổn thất hàm lượng tổng phenolic cũng tăng theo (Hình 3b, c), ngược lại khi tốc độ tác nhân sấy tăng lên thì hàm lượng tổn thất tổng phenolic lại giảm đi.

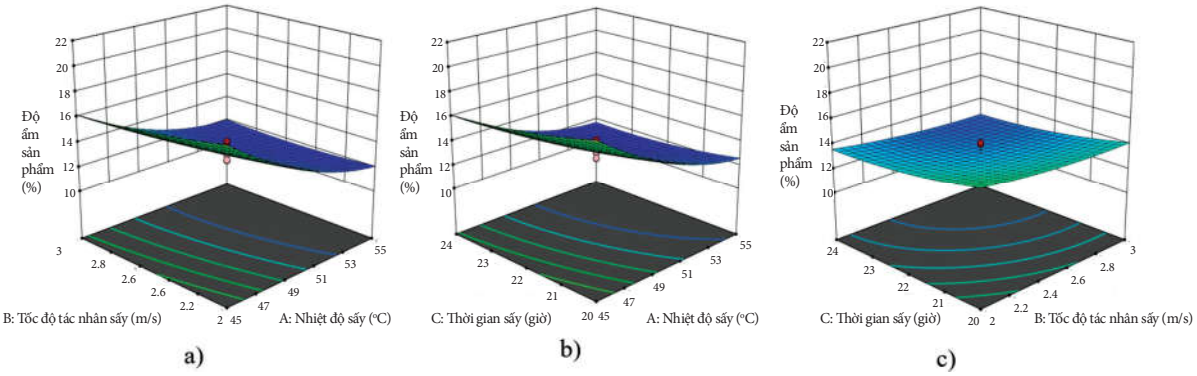
3.4.2. Phân tích bề mặt đáp ứng của tổn thất hàm lượng tổng flavonoid



Hình 4. Bề mặt đáp ứng thể hiện mối tương quan giữa điều kiện sấy đến hàm lượng flavonoid

Hình 4 (a-c) và bảng 3 thể hiện ảnh hưởng của các cặp yếu tố đến tổn thất hàm lượng tổng flavonoid của hành đen 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 4a 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 tổn thất hàm lượng tổng flavonoid của hành đen trong quá trình sấy bơm nhiệt. Tổn thất hàm lượng tổng flavonoid giảm dần khi nhiệt độ tăng từ 45°C đến 51°C và có xu hướng tăng lên khi nhiệt độ tăng từ 51°C đến 55°C (Hình 4a, b). Với yếu tố thời gian sấy, khi thời gian sấy tăng thì tổn thất hàm lượng tổng flavonoid cũng tăng theo (Hình 4b, c), sự biến thiên của 2 yếu tố nhiệt độ và thời gian sấy giống với hàm mục tiêu Y_1. Đối với yếu tố tác nhân sấy thì yếu tố này ảnh ít đến hàm lượng tổn thất flavonoid của quá trình sấy bơm nhiệt hành đen.

3.4.3. Phân tích bề mặt đáp ứng của độ ẩm sản phẩm



Hình 5. Bề mặt đáp ứng thể hiện mối tương quan giữa điều kiện sấy đến độ ẩm

Bề mặt đáp ứng của độ ẩm hành đen sau quá trình sấy bơm nhiệt được thể hiện ở hình 5 (a-c). Trong hình 5 (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 độ ẩm cuối của quá trình sấy ($p < 0,05$).

Trong quá trình sấy bơm nhiệt sản phẩm hành đen, yếu tố nhiệt độ sấy là yếu tố ảnh hưởng rõ rệt nhất đến sự giảm ẩm của nguyên liệu hành đen. Nhiệt độ sấy tăng thì độ ẩm của sản phẩm giảm, điều này đúng với các quá trình sấy trong đó có sấy bơm nhiệt. Hai yếu tố còn lại cũng ảnh hưởng đến quá trình sấy hành đen, tuy nhiên ảnh hưởng này ít hơn so với yếu tố nhiệt độ và vẫn tuân theo quy luật giảm ẩm của quá trình sấy.

3.5. Tối ưu hóa quá trình sấy bơm nhiệt

Điều kiện tối ưu quá trình sấy hành đen trên máy sấy bơm nhiệt được xác định với các hàm mục tiêu tổn thất hàm lượng tổng phenolic, tổn thất hàm lượng tổng flavonoid và độ ẩm sản phẩm. Kết quả phân tích tối ưu hóa trên phần mềm Design-Expert 13.0 cho thấy với nhiệt độ sấy 53,45°C; tốc độ tác nhân sấy 2,27 m/s và thời gian sấy 20,02 giờ thì giá trị dự đoán tổn thất hàm lượng tổng phenolic, tổn thất hàm lượng tổng flavonoid, độ ẩm lần lượt là 11,36%; 12,683 % ; 13,0376%. Kết quả tối ưu điều kiện sấy hành đen đã hạn chế được tổn thất hàm lượng tổng phenolic, tổn thất hàm lượng tổng flavonoid và độ ẩm sản phẩm đạt yêu cầu.

Các thí nghiệm được tiến hành ở điểm tối ưu của các yếu tố đầu vào đã được xác định từ mô hình toán (ứng với nhiệt độ sấy 53°C, tốc độ tác nhân sấy 2,3 m/s và thời gian sấy là 20 giờ) nhằm kiểm định giá trị của các thông số ra thực tế với các thông số ra được tính toán từ mô hình để đưa vào ứng dụng. Kết quả thu được thể hiện ở bảng 5.

Tiến hành các thí nghiệm tại điểm tối ưu theo lý thuyết (ứng với nhiệt độ sấy 53°C, tốc độ tác nhân sấy 2,3 m/s và thời gian sấy là 20 giờ) nhằm kiểm định sự sai khác giữa thực nghiệm và lý thuyết. Kết quả thu được thể hiện ở bảng 5.

Bảng 5. Kết quả thực nghiệm tại điểm tối ưu lý thuyết

Điều kiện tối ưu			Hàm mục tiêu	Giá trị thực nghiệm* tại các thông số tối ưu
X_1 (°C)	X_2 (m/s)	X_3 (giờ)		
53	2,3	20	Y_1	11,45 ± 0,05%
			Y_2	12,80 ± 0,04%
			Y_3	13,11 ± 0,05%

*Ghi chú: * Giá trị trung bình của ba lần thực nghiệm (n = 3)*

Kết quả cho thấy, sai lệch giữa các giá trị thực nghiệm so với giá trị tính toán theo lý thuyết dao động trong khoảng 1 - 2% (nhỏ hơn 5%), đây là sự chênh lệch cho phép giữa kết quả của mô hình thực nghiệm và mô hình lý thuyết. Vì vậy, ở các giá trị tối ưu: nhiệt độ sấy 53°C, tốc độ tác nhân sấy 2,3 m/s và thời gian sấy 20 giờ các hàm mục tiêu đạt giá trị mong đợi.

IV. KẾT LUẬN

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 hành đen 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 2,3 m/s và thời gian sấy 20 giờ thu được kết quả tổn thất hàm lượng tổng phenolic thấp nhất 11,45 ± 0,05% tổn thất tổng hàm lượng flavonoid thấp nhất 12,80 ± 0,04% và độ ẩm sản phẩm 13,11 ± 0,05%. Việc xác định được điều kiện sấy bơm nhiệt tối ưu góp phần hoàn thiện công nghệ sấy và nâng cao hiệu suất thu hồi các chất có hoạt tính sinh học (phenolic, flavonoid) của các quá trình trích ly tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam, 2014. TCVN 10385:2014 EN 12135:1997. Xác định hàm lượng nitơ - Phương pháp Kjeldahl.

Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam, 2015. TCVN 10691:2015 EN 1135:1994. Xác định hàm lượng tro tổng số - Phương pháp nung.

AOAC, 2003. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Association of Official Analytical Communities: Arlinton, VA, USA.

Chang C.C., Yang M.H., Wen H.M., Chern J.C, 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10: 178-182.

Erbay Z., Icier F., 2009. Optimization of drying of olive leaves in a pilot-scale heat pump dryer. *Drying Technology*, 27(3): 416-427.

Fattorusso, E., Iorizzi, M., Lanzotti, V., Taglialatela-Scafati, O., 2002. Chemical composition of shallot (*Allium ascalonicum* Hort.). *Journal of agricultural and food chemistry*, 50: 5686-5690.

Gia-Buu Tran, Ngoc-Tuan Nguyen, Hoai-Nguyen Nguyen, Hong-Hieu Pham, Thanh Minh Thi Ngo, 2020. Chemical composition and antioxidant, antiinflammatory, and anticancer effects of ethanol, *Pharmacophore,* 11 (3): 30-37.

Moreno-Ortega, A., Pereira-Caro, G., Luis Ordó đez, J., Manuel Mđoz-Redondo, J., Moreno-Rojas, R., Pérez-Aparicio, J., Manuel Moreno-Rojas, 2019. Changes in the Antioxidant Activity and Metabolite Profile of Three Onion Varieties during the Elaboration of 'Black Onion'. *Food Chemistry,* 311: 1259-1271.

Miller, G.L., 1959. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Journal of Analytical Chemistry*, 31: 426-428.

Nielsen, S. S., 2017. Total Carbohydrate by Phenol-Sulfuric Acid Method. *Food Science Text Series*: 137-141.

Prasertsan, S., Saen-saby, P., 1998. Heat pump drying of agricultural materials. *Drying Technology*, 16 (1-2): 235-250.

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.

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. *Methods in Enzymology*, 299: 152-178.

Yang J., Meyers K.J., Liu R.H., 2004. Varietal differences in phenolic content and antioxidant and antiproliferative activities of onions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (22): 6787-6793.

Optimization of drying conditions of black shallot by heat pump technology

Tran Phuong Chi, Nguyen Tan Thanh,
Hoang Thi Le Hang, Tran Dinh Thang

Abstract

The purpose of this study is to determine the optimal conditions for the heat pump drying process to improve the recovery of total phenolic and flavonoid content from black shallot and investigate its nutritional components. Experiment was designed according to the centered structure plan (CCD). As a result, an optimal model of the heat pump drying process was built with three factors: drying temperature (X1), drying time (X2) and drying speed (X3); three responses were loss of phenolic content (Y1, %), loss of flavonoid content (Y2, %), moisture content (Y3, %). The optimal parameters of the heat pump drying process were the drying temperature of 53°C, the drying speed of 2.3 m/s and the drying time of 20 hours. Under this condition, the lowest loss of total phenolic content was 11.45 ± 0.05%, the lowest loss of total flavonoid content was 12.80 ± 0.04% and moisture content was 13.11 ± 0.05%.

Keywords: Black shallot (*Allium ascalonium*), heat pump drying process, drying conditions

Ngày nhận bài: 20/4/2022
Ngày phản biện: 05/5/2022
Người phản biện: PGS.TS. Trần Như Khuyến
Ngày duyệt đăng: 30/5/2022