

## ẢNH HƯỞNG CỦA NỒNG ĐỘ $\text{CaCl}_2$ , NHIỆT ĐỘ SẤY VÀ THỜI GIAN SẤY ĐẾN CHẤT LƯỢNG BỘT ỔI SẤY LẠNH

Nguyễn Thy Đan Huyền\*, Nguyễn Thị Thủy Tiên, Trần Bảo Khánh,  
Hoàng Thị Cẩm Nhung, Lê Thị Khánh Ly, Dương Gia Tuệ, Nguyễn Thị Cẩm Vân,  
Hoàng Thị Thùy Dương

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

\*Tác giả liên hệ: nguyenthidanhuyen@huaf.edu.vn

Nhận bài: 10/11/2021 Hoàn thành phản biện: 25/12/2021 Chấp nhận bài: 17/01/2022

### TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm khảo sát ảnh hưởng của nồng độ  $\text{CaCl}_2$  trong nước ngâm trước khi sấy, nhiệt độ sấy và thời gian sấy đến chất lượng bột ổi sấy lạnh dựa trên các chỉ tiêu về độ ẩm, màu sắc, hàm lượng vitamin C và chất lượng cảm quan của sản phẩm bằng máy sấy bơm nhiệt. Ổi nguyên liệu được cắt lát khoảng 0,15 cm, xử lý với  $\text{CaCl}_2$  nồng độ 2, 3, 4 và 5% (đối chứng 0%) để hạn chế sự mất màu và giảm độ nhớt của ổi trong quá trình sấy, sau đó được đưa đi sấy lạnh và nghiền mịn để tạo sản phẩm bột ổi. Kết quả cho thấy  $\text{CaCl}_2$  nồng độ 4% giúp màu sắc của sản phẩm sáng hơn, chất lượng cảm quan cao hơn. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến chất lượng bột ổi sấy lạnh được khảo sát ở các mức nhiệt độ 45, 50, 55 và 60°C. Ảnh hưởng của thời gian sấy được khảo sát cách 2 giờ mỗi lần đối với độ ẩm kể từ khi bắt đầu sấy và ở 16, 18 và 20 giờ sau khi sấy đối với chỉ tiêu vitamin C và cảm quan. Ổi sấy ở 50°C trong 18 giờ cho độ ẩm 11,73% (< 13%), hàm lượng vitamin C là 156 mg, tính chất cảm quan của bột ổi ở mức “thích” và “rất thích” trên thang 9 điểm.

**Từ khóa:** Ổi, Bột ổi,  $\text{CaCl}_2$ , Tiền xử lý, Sấy trái cây

## EFFECTS OF $\text{CaCl}_2$ CONCENTRATION, DRYING TEMPERATURE AND TIME ON QUALITY OF GUAVA POWDER USING HEAT PUMP DRYING METHOD

Nguyen Thy Dan Huyen\*, Nguyen Thi Thuy Tien, Tran Bao Khanh,  
Hoang Thi Cam Nhung, Le Thi Khanh Ly, Duong Gia Tue, Nguyen Thi Cam Van,  
Hoang Thi Thuy Duong

University of Agriculture and Forestry, Hue University

### ABSTRACT

This study aimed to investigate the effects of  $\text{CaCl}_2$  concentration of soaking water before drying, drying temperature and drying time on the quality of dried guava pulp based on moisture content, color, vitamin C content and sensory quality using a heat pump dryer. Guava was sliced at approximate 0.15 cm thickness, treated with  $\text{CaCl}_2$  concentrations of 2, 3, 4% and 5% (control 0%) to limit the color loss and reduce the viscosity of guava during drying, then dried and finely ground to produce guava powder. The results showed that the concentration of  $\text{CaCl}_2$  4% brought to a brighter color and higher sensory quality of the product. The effect of temperature on the quality of dried guava powder was investigated at the temperature of 45, 50, 55 and 60°C. The effect of drying time was investigated every 2 hours on moisture content from the beginning of drying and at 16, 18 and 20 hours after drying on vitamin C and sensory properties. The results indicated that guava dried at 50°C for 18 hours gave moisture of 11.73% (< 13%), vitamin C content was 156 mg, sensory properties of guava powder were at "like moderately" and "like very much".

**Keywords:** Guava, Guava powder,  $\text{CaCl}_2$ , Pretreatment, Fruit drying

## 1. MỞ ĐẦU

Mỗi loại trái cây thường không được thu hoạch liên tục trong năm mà chỉ có một số thời điểm thu hoạch nhất định. Giá trái cây thường thấp vào chính vụ và cao gấp nhiều lần ở thời điểm trái vụ. Để đảm bảo đáp ứng nguồn cung trái cây phục vụ cho nhu cầu sử dụng và chế biến, trái cây thường được chế biến thành nhiều dạng sản phẩm khác nhau như sấy khô, đóng hộp, làm mứt, chế biến thành sản phẩm dạng bột... Trái cây sấy khô và tạo thành dạng bột là dạng sản phẩm vừa có thể bảo quản lâu so với sản phẩm tươi, vừa là một bán thành phẩm đáp ứng nhu cầu chế biến một số sản phẩm khác như nước trái cây, kem, mứt... Sấy là một phương pháp bảo quản phổ biến và tiết kiệm đối với các nước trồng nhiều trái cây, đặc biệt là vào chính vụ khi trái cây tươi không được tiêu thụ hết. Chất lượng của sản phẩm sấy dựa trên nhiều đặc tính khác nhau tùy thuộc vào ứng dụng cụ thể (Lim và Khoo, 1990), thường gồm các chỉ tiêu như độ ẩm cuối, khả năng hòa tan, khả năng phân tán và hàm lượng vitamin C còn lại trong sản phẩm (Patil và cs., 2014).

Ổi có tên khoa học là *Psidium guajava*, thuộc họ Myrtaceae, là một loại trái cây được trồng ở các vùng nhiệt đới hoặc cận nhiệt đới. Theo Nunes và cs. (2016), quả ổi rất giàu chất xơ, licopen, các hợp chất phenolic và vitamin C. Ở dạng tươi, ổi là một loại trái cây thơm ngon với hàm lượng vitamin C cao hơn so với họ cam, quýt (Chetan và cs., 2001). Thông thường, ổi là một loại trái cây theo mùa vụ và chủ yếu được tiêu thụ ở dạng tươi. Hiện nay, các sản phẩm ổi đã qua chế biến được thương mại không nhiều như một số loại trái cây khác. Các sản phẩm được chế biến từ ổi gồm ổi cắt lát đóng hộp, nước ổi cô đặc, mứt ổi, thạch ổi, mứt ổi nhuyễn... (Patil và cs., 2014).

Các phương pháp sấy sản phẩm bột ổi thường sử dụng là sấy phun, sấy đông khô, sấy đối lưu, sấy hầm (Chetan và cs., 2001; Rahel và cs., 2015; Nunes và cs., 2016). Các phương pháp sấy khô thông thường như phơi nắng, sấy đối lưu không giữ được giá trị dinh dưỡng và giá trị cảm quan của sản phẩm. Sấy phun hoặc sấy đông khô cho chất lượng ổi tốt nhưng chi phí cao (Tan và cs., 2020). Sấy hầm cho chất lượng ổi sau sấy ở mức chấp nhận được nhưng làm giảm đáng kể hàm lượng vitamin C trong ổi (Nunes và cs., 2016). Trong khi đó, sấy bơm nhiệt (sấy lạnh) là một phương pháp có thể lưu giữ được tốt các tính chất cần thiết của sản phẩm do quá trình sấy được thực hiện ở nhiệt độ thấp (Võ Văn Quốc Bảo và Nguyễn Văn Toàn, 2017). Sấy lạnh được cho là phương pháp sấy giúp cải thiện màu sắc, duy trì tốt lượng polyphenol cũng như các chất bay hơi khác của một số loại rau mùi (Calín-Sánchez và cs., 2020). Sấy lạnh được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp thực phẩm do phương pháp này tiêu thụ ít năng lượng, hao hụt chất lượng thấp nhất, hiệu quả sử dụng nhiệt cao và hiệu suất sấy cao. Sấy lạnh tiết kiệm được năng lượng dựa vào nguyên tắc chu trình Carnot thuận nghịch (chu trình lạnh), nó có thể phục hồi năng lượng từ khí thải và kiểm soát độc lập nhiệt độ và độ ẩm của không khí (Salehi, 2021). Máy sấy lạnh (sấy bơm nhiệt) được cấu tạo từ năm bộ phận chính bao gồm máy nén, bình ngưng, dàn bay hơi, van tiết lưu và máy sấy. Không khí sấy đầu vào đi qua buồng máy sấy và lấy ẩm từ sản phẩm thực phẩm. Không khí ẩm từ máy sấy đi qua dàn bay hơi của máy sấy bơm nhiệt, hoạt động như một chất hút ẩm. Trong quá trình hút ẩm tại hệ thống thiết bị bay hơi, không khí đầu tiên làm nguội hợp lý đến điểm sương của nó. Hơn nữa, làm mát dẫn đến nước được ngưng tụ từ không khí. Nhiệt ẩn của quá trình hóa hơi sau đó được hấp thụ bởi thiết bị bay hơi để làm sôi chất làm lạnh.

Nhiệt thu hồi được “bom” đến bình ngưng. Không khí được làm mát và hút ẩm sau đó được hấp thụ nhiệt ở bình ngưng để gia nhiệt hợp lý đến nhiệt độ mong muốn. Hiệu suất của máy sấy lạnh và hoạt động không gây ô nhiễm đến từ các mạch chất làm lạnh không khí khép kín và từ khả năng thu hồi hoàn toàn nhiệt tiềm ẩn của không khí ẩm khi nó ra thoát ra khỏi buồng sấy. Nhiệt độ sấy của máy sấy bơm nhiệt dao động trong khoảng 40 - 65°C (Salehi, 2021).

Các loại quả thường được sấy lạnh bao gồm táo, chuối, nho, táo Tàu, kiwi, dứa. Táo sấy lạnh có màu sắc và hàm lượng vitamin C, các thông số chất lượng tổng thể cao hơn các phương pháp khác. Hệ thống sấy lạnh làm giảm đáng kể tỷ lệ co rút của táo Tàu cắt lát và cải thiện chất lượng cảm quan của lát táo (Salehi, 2021). Ổi cắt lát đã được xử lý bằng  $\text{CaCl}_2$  2,7% có tác dụng tốt trong việc ngăn ngừa sự hóa nâu, duy trì độ cứng và các đặc tính cảm quan của lát ổi trong quá trình bảo quản (Raheem và cs., 2013). Trong nghiên cứu của Rahel và cs. (2015), quả ổi được ngâm trong dung dịch canxi clorua ở nồng độ 3 và 4,5% và dung dịch calcium propionate nồng độ 0,4%, 0,8% và mẫu đối chứng không xử lý, trong 15 phút, làm khô trong 30 phút. Sau 32 ngày đối với mẫu có xử lý và 24 ngày đối với mẫu đối chứng, ổi được nghiền và đem đi sấy phun. Kết quả cho thấy quả ổi được xử lý với  $\text{CaCl}_2$  nồng độ 3% giúp giữ được độ cứng của nó so với các công thức khác. Bột ổi được làm từ ổi đã qua xử lý  $\text{CaCl}_2$  nồng độ 3% có tính chất cảm quan tổng thể về cấu trúc, hương vị và màu sắc tốt nhất (Rahel và cs., 2015).

Đối với quả ổi, việc sấy thành dạng bột với tính chất lưu biến tốt là một trong những phương pháp chế biến và bảo quản hiệu quả nhằm kéo dài thời gian sử dụng của ổi (Rahel và cs., 2015). Tuy nhiên, việc áp dụng phương pháp sấy lạnh đối với ổi hầu

như chưa được áp dụng rộng rãi. Bột ổi có thể được sử dụng trong việc chuẩn bị các loại thức uống và sữa lắc (Rahel và cs., 2015). Tuy nhiên, các nghiên cứu về chế biến bột ổi bằng phương pháp sấy lạnh vẫn chưa được công bố rộng rãi. Do đó, mục đích của nghiên cứu này là xác định các thông số công nghệ của quá trình sấy lạnh để tạo nên sản phẩm bột ổi đảm bảo chất lượng. Nghiên cứu này tập trung khảo sát ảnh hưởng của phương pháp xử lý ổi với dung dịch  $\text{CaCl}_2$  và các thông số của quá trình sấy lạnh đến chất lượng bột ổi thông qua các chỉ tiêu chất lượng bao gồm vitamin C, hoạt tính kháng oxi hóa, màu sắc, tính chất cảm quan của sản phẩm bột ổi. Những thông tin nghiên cứu này có thể có ý nghĩa cho việc sản xuất thương mại bột ổi và các loại rau quả khác để đạt được đặc tính lý hóa mong muốn.

## 2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu

Ổi nguyên liệu là giống ổi Bom (*Psidium guajava* L.) được trồng tại xã Hương Xuân, thị xã Hương Trà, tỉnh Thừa Thiên Huế. Chọn ổi có màu xanh sáng, vị ngọt, ít chát, không bị tổn thương cơ học và sâu bệnh, khối lượng quả ổi từ 150 - 250 g/quả.

### 2.2. Nội dung

Xác định nồng độ  $\text{CaCl}_2$ , nhiệt độ sấy và thời gian sấy lạnh để tạo nên sản phẩm bột ổi có chất lượng tốt.

### 2.3. Phương pháp

#### 2.3.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Từ nguyên liệu quả ổi tươi, thu bột ổi theo quy trình sau:

Quả ổi → lựa chọn → sơ chế → cắt lát → ngâm muối → sấy → nghiền mịn → bột ổi.

Lựa chọn quả ổi tươi không bị sâu, hong được rửa sạch, cắt bỏ đầu và cuống sau đó cắt lát chiều dày lát ổi khoảng 0,15 cm. Các thí nghiệm xác định ảnh hưởng của các yếu tố nghiên cứu đến chất lượng bột ổi được thực hiện tuần tự thay đổi từng yếu tố, các yếu tố còn lại sẽ được cố định. Ổi được xử lý với dung dịch muối  $\text{CaCl}_2$  theo phương pháp của Rahel và cs. (2015) với thời gian ngâm được điều chỉnh. Ổi được ngâm trong  $\text{CaCl}_2$  nồng độ 0 (đối chứng), 2, 3, 4 và 5% trong 5 phút, làm ráo ở điều kiện thường 30 phút và đưa đi sấy (nhiệt độ sấy  $50^\circ\text{C}$ , thời gian sấy 17 giờ, độ ẩm bột ổi sau khi sấy < 13%). Khối lượng ổi nguyên liệu sử dụng cho mỗi công thức thí nghiệm là 2 kg. Các thí nghiệm được thực hiện lặp lại 3 lần.

Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ sấy theo các mốc 45, 50, 55 và  $60^\circ\text{C}$ , cố định thời gian sấy 17 giờ. Sau khi xác định được nhiệt độ sấy, thời gian sấy được khảo sát từ 0 đến 20 giờ với bước nhảy là 2 giờ. Ổi được sấy bằng máy sấy lạnh (Model K187.1812, sản xuất bởi hãng Kingtech, Việt Nam, năng suất 12 L/giờ). Ổi sau khi sấy được nghiền mịn, bảo quản trong túi zip bạc có gói hút ẩm nhằm hạn chế sự tiếp xúc với không khí và tránh bị hút ẩm trở lại. Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng bột ổi được xác định dựa trên các chỉ tiêu chất lượng gồm: hàm lượng vitamin C, màu sắc, độ ẩm và chất lượng cảm quan (màu, mùi, vị) của sản phẩm.

### 2.3.2. Phương pháp phân tích

Độ ẩm được xác định bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi theo TCVN 4415:1987. Sấy mẫu đến khối lượng không đổi, cân khối lượng của mẫu trước và sau khi sấy. Sự chênh lệch khối lượng mẫu trước và sau khi sấy là lượng ẩm đã bay hơi.

Đo màu sắc quả ổi: đo màu bằng thiết bị đo màu cầm tay (Model NF 330, Nhật). Các thông số đo được gồm L (thể hiện độ

sáng của mẫu với giá trị 0 = đen, 100 = trắng), a (giá trị (+): đỏ, giá trị (-): màu xanh đậm) và b (giá trị (+): màu vàng, giá trị (-): xanh lá cây) với bảng màu nền tiêu chuẩn của máy là màu trắng với  $L = 94,27$ ,  $a = -0,56$ ,  $b = 4,09$ .

Hàm lượng vitamin C được xác định bằng phương pháp chuẩn độ iốt. Nguyên tắc: vitamin C có thể khử dung dịch iốt, dựa vào lượng iốt bị khử bởi vitamin C có trong mẫu tìm được hàm lượng vitamin C (Lê Thị Mùi, 2009).

Xác định hàm lượng acid tổng theo phương pháp chuẩn độ bằng NaOH 0,1N (Lê Thị Mùi, 2009).

Xác định hàm lượng đường theo phương pháp Bertrand. Nguyên tắc: dựa trên cơ sở trong môi trường kiềm, các đường khử có thể dễ dàng khử  $\text{Cu}^{2+}$  thành  $\text{Cu}^+$ , kết tủa  $\text{Cu}_2\text{O}$  có màu đỏ gạch, qua đó tính được lượng monosaccharide (Lê Thị Mùi, 2009).

Xác định hàm lượng cellulose dựa trên nguyên tắc: thủy phân các chất hữu cơ không phải cellulose bằng acid và kiềm, phần còn lại là cellulose thô được định phân bằng phương pháp khối lượng (Lê Thị Mùi, 2009).

Hàm lượng chất khô hòa tan được xác định bằng khúc xạ kế theo TCVN 4414:1987. Nghiền mịn 5 g ổi, vắt lấy dịch, lọc qua giấy lọc và đồng nhất mẫu bằng thiết bị Vortex. Tổng chất khô hòa tan được đo từ cùng một mẫu bằng cách nhỏ vài giọt dịch ổi vào lăng kính của khúc xạ kế điện tử (ATAGO PAL – 1, Nhật Bản).

Chất lượng cảm quan gồm các chỉ tiêu: màu sắc, mùi, vị được theo xác định theo phương pháp cho điểm thị hiếu với thang điểm 9 (1: cực kỳ không thích; 2: rất không thích; 3: không thích; 4: tương đối không thích; 5: không thích không ghét; 6:

tương đối thích; 7: thích; 8: rất thích; 9: cực kỳ thích) (Hà Duyên Tư, 2010).

### 2.3.3. Phương pháp xử lý số liệu

Sự khác nhau giữa các giá trị kết quả trong thí nghiệm được xử lý bằng phân tích phương sai ANOVA,  $p \leq 0,05$ , sử dụng phần mềm SPSS 20.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

**Bảng 1.** Một số thành phần hóa học của quả ổi

Thành phần	Đơn vị (theo tổng khối lượng ổi)	Hàm lượng
Hàm lượng nước	%	85,27 ± 0,41
Hàm lượng đường	%	10,40 ± 0,10
Acid tổng (acid citric)	%	0,043 ± 0,001
Vitamin C	mg/ 100 g	293 ± 0,01
Cellulose	%	3,10 ± 0,01
Chất khô hòa tan	°Bx	11,20 ± 0,05

Hàm lượng nước trong quả ổi nguyên liệu khá cao, lên đến 85,27%. Tổng chất khô hòa tan của ổi chiếm 11,20%. So với công bố của Adrees và cs. (2010), loại ổi này có hàm lượng đường và vitamin C cao hơn với các giá trị lần lượt là 10,40% và 293 mg/100 g. Trong khi đó, hàm lượng acid tổng tính theo acid citric là 0,043%, thấp hơn nhiều so với công bố của Adrees và cs. (2010). Ngoài ra, ổi nguyên liệu còn chứa một lượng đáng kể chất xơ (3,1%). Sự khác biệt này có thể là do sự khác nhau về giống ổi, về điều kiện tự nhiên cũng như canh tác. Hàm lượng đường cao và acid thấp sẽ giúp cho sản phẩm chế biến từ nguyên liệu này có vị ngọt hài hòa, ít chua, đảm bảo cho sản phẩm bột ổi có tính chất cảm quan tốt. Chính vì vậy, loại ổi này có thể sử dụng làm nguyên liệu để chế biến thành các sản phẩm khác nhau.

**Bảng 2.** Màu sắc của bột ổi khi xử lý với các nồng độ  $\text{CaCl}_2$  khác nhau

Nồng độ $\text{CaCl}_2$ (%)	L*	a*	b*
0	76,81 <sup>a</sup>	2,86 <sup>a</sup>	25,94 <sup>d</sup>
2	78,87 <sup>b</sup>	2,63 <sup>a</sup>	18,82 <sup>a</sup>
3	78,90 <sup>b</sup>	3,65 <sup>b</sup>	21,94 <sup>b</sup>
4	79,36 <sup>b</sup>	4,18 <sup>c</sup>	23,66 <sup>c</sup>
5	80,15 <sup>b</sup>	4,51 <sup>c</sup>	25,92 <sup>d</sup>

<sup>a-d</sup> giá trị khác nhau trong một cột có các chữ số khác nhau thể hiện sự khác nhau có nghĩa ( $p \leq 0,05$ ).

### 3.1. Kết quả xác định một số thành phần hóa học của quả ổi

Chất lượng nguyên liệu ban đầu ảnh hưởng lớn đến chất lượng thành phẩm. Do đó, trong nghiên cứu này, các chỉ tiêu về thành phần hóa, lý của quả ổi đã được phân tích và trình bày trong Bảng 1.

### 3.2. Ảnh hưởng của nồng độ $\text{CaCl}_2$ đến chất lượng bột ổi

Việc xử lý ổi cắt lát bằng dung dịch  $\text{CaCl}_2$  giúp làm giảm hiện tượng sẫm màu của nguyên liệu trong quá trình sấy và bột ổi thành phẩm nhờ vào khả năng làm giảm hoạt tính polyphenoloxidase. Đồng thời, nó còn có tác dụng làm giảm nhớt trên bề mặt lát ổi, tạo điều kiện thuận tiện cho quá trình sấy (Rahel và cs., 2015). Việc chọn được nồng độ  $\text{CaCl}_2$  thích hợp giúp bột ổi giữ được dinh dưỡng và có chất lượng cảm quan tốt. Ảnh hưởng của nồng độ  $\text{CaCl}_2$  đến chất lượng được xác định dựa trên các chỉ tiêu gồm: màu sắc của bột ổi, hàm lượng vitamin C và đánh giá cảm quan.

#### 3.2.1. Ảnh hưởng của nồng độ $\text{CaCl}_2$ đến màu sắc của bột ổi

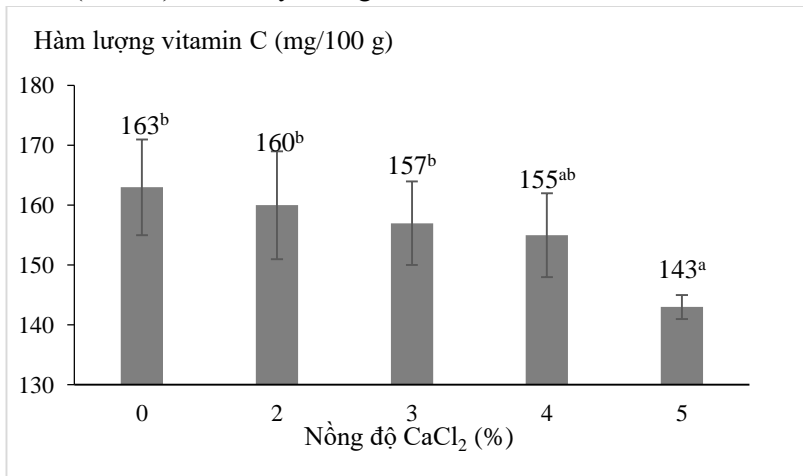
Các giá trị thể hiện màu sắc L, a, b tỷ lệ thuận với nồng độ CaCl<sub>2</sub>, nghĩa là khi ngâm ổi trong dung dịch CaCl<sub>2</sub> với nồng độ càng cao sẽ làm màu bột ổi càng sáng. Mặc dù giá trị L tăng dần theo sự tăng của nồng độ CaCl<sub>2</sub> và đạt giá trị cao nhất ở 5% (80,15) nhưng sự sai khác lại không có nghĩa ở các nồng độ CaCl<sub>2</sub> từ 2% đến 5%. Nồng độ CaCl<sub>2</sub> xử lý càng cao thì giá trị b càng lớn đồng nghĩa với màu sắc của bột ổi càng thiên về màu vàng. Kết quả nghiên cứu của Rahel và cs. (2015) cũng cho thấy nồng độ CaCl<sub>2</sub> cao sẽ cho giá trị Hue lớn hơn và sắc độ của các mẫu ổi cũng ở mức độ vàng nhạt.

3.2.2. Ảnh hưởng của nồng độ CaCl<sub>2</sub> đến hàm lượng vitamin C của bột ổi

Hàm lượng vitamin C trong sản phẩm tỷ lệ nghịch với nồng độ CaCl<sub>2</sub> trong dịch xử lý nguyên liệu (Hình 1). Điều này chứng

tỏ nồng độ CaCl<sub>2</sub> càng cao thì lượng vitamin C hòa tan vào dịch ngâm càng lớn (Babalola và cs., 2010). Vitamin C trong bột ổi cao nhất (163 mg/100 g) khi nguyên liệu được xử lý bằng nước không bổ sung muối và thấp nhất (143 mg/ 100 g) khi nồng độ muối là 5%. Tuy nhiên, hàm lượng vitamin C trong 4 mẫu xử lý từ 0 đến 4% CaCl<sub>2</sub> không sai khác có ý nghĩa thống kê, chỉ có mẫu xử lý 5% CaCl<sub>2</sub> mới sai khác có ý nghĩa với các mẫu còn lại.

Nhìn chung, khi ngâm ổi cắt lát trong nước, hàm lượng vitamin C sẽ bị giảm do bị hòa tan trong nước. Hơn thế nữa, với nước có bổ sung CaCl<sub>2</sub>, hàm lượng vitamin C bị mất mát nhiều hơn. Điều này có thể là do sự có mặt của muối tạo ra áp suất thẩm thấu trong dung dịch ngâm làm dịch chất trong ổi thoát ra nhiều, kéo theo sự mất mát lớn hơn của vitamin C.



Hình 1. Ảnh hưởng của nồng độ CaCl<sub>2</sub> đến hàm lượng vitamin C của bột ổi Trung bình ở các cột có các chữ số khác nhau thể hiện sự khác nhau có nghĩa (p ≤ 0,05).

3.2.3. Ảnh hưởng nồng độ CaCl<sub>2</sub> đến chất lượng cảm quan của bột ổi

Bảng 3. Ảnh hưởng của nồng độ CaCl<sub>2</sub> đến chất lượng cảm quan bột ổi

Nồng độ CaCl <sub>2</sub> (%)	Màu sắc	Mùi	Vị
0	6,65 <sup>a</sup>	6,92 <sup>a</sup>	6,23 <sup>b</sup>
2	6,75 <sup>a</sup>	6,80 <sup>a</sup>	5,85 <sup>a</sup>
3	6,92 <sup>b</sup>	6,84 <sup>a</sup>	6,54 <sup>c</sup>
4	7,38 <sup>c</sup>	6,87 <sup>a</sup>	6,77 <sup>d</sup>
5	7,05 <sup>b</sup>	6,77 <sup>a</sup>	6,31 <sup>b</sup>

Tung bình trong một cột có các chữ số khác nhau thể hiện sự khác nhau có nghĩa (p ≤ 0,05).

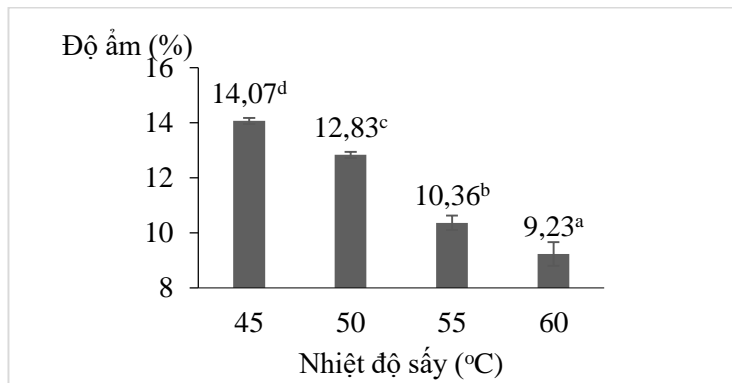
Bảng 3 cho thấy, việc xử lý nguyên liệu bằng  $\text{CaCl}_2$  không ảnh hưởng đến mùi của sản phẩm và bột ôi có giá trị cảm quan về màu và vị tốt nhất khi nguyên liệu được xử lý bằng dung dịch  $\text{CaCl}_2$  4%. Điểm cảm quan về màu và vị của sản phẩm giảm so với bột ôi xử lý  $\text{CaCl}_2$  4% khi tăng nồng độ  $\text{CaCl}_2$  xử lý lên 5%. Điều này có thể do hàm lượng  $\text{CaCl}_2$  tồn dư trong sản phẩm, làm ảnh hưởng đến mùi vị, đặc biệt là vị đắng liên quan đến muối gốc  $\text{Cl}^-$  (Udomkun và cs., 2014).

Kết hợp phân tích các kết quả khảo sát ở trên, có thể thấy rằng 4% là nồng độ  $\text{CaCl}_2$  thích hợp để xử lý nguyên liệu vì sản phẩm bột ôi thu được có cảm quan tốt nhất và hàm lượng vitamin C còn lại cao nhất. Do đó, 4%  $\text{CaCl}_2$  được chọn làm nồng độ phù hợp để xử lý ôi cắt lát trước khi sấy.

### 3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến chất lượng bột ôi

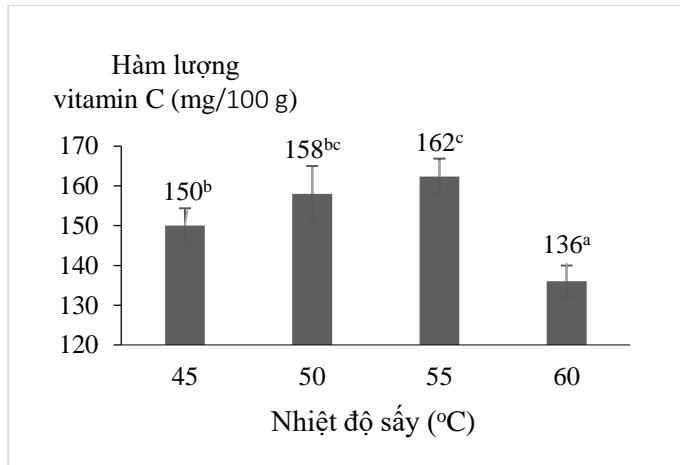
#### 3.3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến độ ẩm của bột ôi

Nhiệt độ sấy ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất sấy và chất lượng của sản phẩm. Nhiệt độ sấy phù hợp sẽ cho sản phẩm có cảm quan tốt và giá trị dinh dưỡng cao. Độ ẩm của sản phẩm cao nhất (14,07%) khi nhiệt độ sấy ở 45°C và thấp nhất (9,23%) khi sấy ở nhiệt độ 60°C sau 17 giờ sấy. Điều này là do nhiệt độ sấy càng cao thì khả năng truyền nhiệt của tác nhân sấy càng cao làm ẩm bốc hơi nhanh hơn. Đối với tinh bột, theo TCVN 10546:2014, sản phẩm chế biến từ tinh bột cần đạt độ ẩm  $\leq 13\%$  (TCVN 10546:2014). Như vậy, sau 17 giờ sấy, với nhiệt độ sấy 50°C trở lên, độ ẩm của sản phẩm đều đạt dưới 13%. Để đảm bảo hiệu quả kinh tế, chúng tôi chọn 50°C là nhiệt độ phù hợp để sấy ôi.



**Hình 2.** Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến độ ẩm của bột ôi Trung bình ở các cột có các chữ số khác nhau thể hiện sự khác nhau có nghĩa ( $p \leq 0,05$ ).

3.3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng vitamin C của bột ổi



Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng vitamin C của bột ổi

<sup>™</sup> Trung bình ở các cột có các chữ số khác nhau thể hiện sự khác nhau có nghĩa ( $p \leq 0,05$ ).

Việc lựa chọn nhiệt độ sấy không chỉ dựa vào khả năng làm bay hơi nước mà còn phải chú ý đến việc bảo tồn các thành phần tốt trong sản phẩm. Đối với ổi, một loại quả cung cấp nhiều vitamin C cho người sử dụng, thì việc giữ lại thành phần dinh dưỡng này là một tiêu chí quan trọng trong việc lựa chọn chế độ sấy. Vitamin C rất nhạy cảm với nhiệt độ nên dựa vào hàm lượng của nó có thể đánh giá được các thành phần dinh dưỡng khác. Nếu vitamin C được bảo toàn tốt trong quá trình sấy khô thì các chất dinh dưỡng khác cũng có thể được bảo toàn (Lee và cs., 2018).

Có thể thấy, hàm lượng vitamin C cao nhất trong mẫu ổi sấy ở 55°C (162 mg/100 g) và thấp nhất ở mẫu ổi sấy ở nhiệt độ 60°C (136 mg/100 g). Hàm lượng

vitamin C khi sấy ổi ở nhiệt độ 50°C là 158 mg/100 g và không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê với hàm lượng vitamin C ở nhiệt độ 55°C. Ở nhiệt độ sấy thấp hơn (45°C), hàm lượng vitamin C còn lại thấp hơn khi sấy ở 50°C và 55°C do vitamin C là chất khử nên khi tiếp xúc với không khí dẫn đến quá trình vitamin C bị oxy hóa. Còn ở nhiệt độ cao hơn (60°C) vitamin C dễ bị phân hủy bởi nhiệt. Điều này cho thấy, 50 - 55°C là nhiệt độ sấy để duy trì hàm lượng vitamin C trong ổi. Kết quả này cũng tương đồng với công bố của Ali và cs. (2016) về sản phẩm ổi và công bố của Nguyễn Duy Tân và cs. (2019) về sản phẩm chuối Xiêm.

3.3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến chất lượng cảm quan của bột ổi

Bảng 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến tính chất cảm quan của bột ổi

Nhiệt độ (°C)	Chỉ tiêu		
	Màu sắc	Mùi	Vị
45	5,83 <sup>a</sup>	6,24 <sup>a</sup>	6,17 <sup>a</sup>
50	7,35 <sup>d</sup>	6,91 <sup>c</sup>	7,18 <sup>b</sup>
55	7,05 <sup>c</sup>	6,49 <sup>b</sup>	6,93 <sup>b</sup>
60	6,49 <sup>b</sup>	6,35 <sup>a</sup>	6,40 <sup>a</sup>

<sup>™</sup> Trung bình trong một cột có các chữ số khác nhau thể hiện sự khác nhau có nghĩa ( $p \leq 0,05$ ).

Nhiệt độ sấy có ảnh hưởng lớn đến tính chất cảm quan của bột ổi. Bảng 4 cho

thấy 50°C là nhiệt độ sấy cho sản phẩm có cảm quan tốt nhất, thể hiện ở điểm đánh giá



ở cả 3 chỉ tiêu màu sắc, mùi và vị đều có giá trị cao nhất, tương ứng với mức “thích”. Bột ổi sấy ở 45°C có điểm cảm quan thấp nhất ở cả 3 tiêu chí đánh giá. Điều này có thể do ở nhiệt độ thấp, các hợp chất polyphenol trong nguyên liệu bị oxy hóa, làm cho sản phẩm bị biến màu và có hương vị không tốt. Còn ở nhiệt độ sấy cao hơn (55°C và 60°C), chất lượng cảm quan của bột ổi bắt đầu giảm có thể là do xảy ra phản ứng caramen.

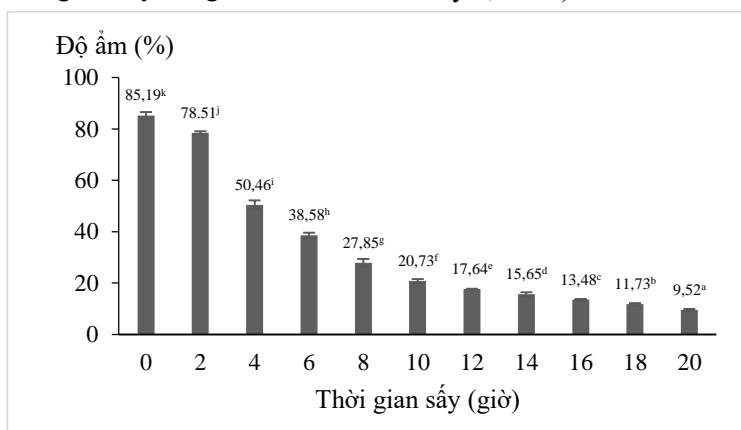
Như vậy, 50°C là nhiệt độ thích hợp để sấy ổi để thu được sản phẩm có chất lượng cao hơn so với ổi sấy ở các công thức thí nghiệm khác. Do đó, 50°C được lựa chọn làm nhiệt độ sấy để khảo sát ảnh hưởng của thời gian sấy đến chất lượng bột ổi.

### 3.4. Ảnh hưởng của thời gian sấy đến chất lượng bột ổi

#### 3.4.1. Ảnh hưởng của thời gian sấy đến độ ẩm của bột ổi

Bên cạnh nhiệt độ, thời gian cũng là một yếu tố quan trọng của chế độ sấy. Cùng một nhiệt độ, thời gian sấy càng dài thì độ

ẩm còn lại trong sản phẩm càng thấp. Ảnh hưởng của thời gian sấy đến độ ẩm của bột ổi được thể hiện trên Hình 4. Tốc độ giảm ẩm trong sản phẩm không giống nhau ở các giai đoạn sấy khác nhau. Trong giai đoạn đầu của quá trình sấy (2 giờ đầu), quá trình thoát ẩm chậm do một phần nhiệt lượng được dùng để đốt nóng vật liệu sấy. Giai đoạn từ 2 giờ đến 10 giờ sấy là thời điểm độ ẩm giảm nhanh nhất, từ 78,51% xuống 20,73%. Trong giai đoạn này, hàm lượng nước trong ổi còn cao nên quá trình thoát hơi nước diễn ra nhanh. Sau 10 giờ sấy, mức độ thoát ẩm trong ổi giảm dần, và độ ẩm sản phẩm đạt 11,73% sau 18 giờ sấy. Sau 20 giờ sấy, độ ẩm của sản phẩm đạt mức thấp nhất là 9,52%. Điều này cũng phù hợp với quy luật của quá trình sấy, giai đoạn đầu nước ở dạng tự do nên thoát ẩm nhanh, giai đoạn sau hàm ẩm trong nguyên liệu giảm dần nên quá trình thoát ẩm diễn ra chậm lại, nếu có tiếp tục tăng thời gian sấy thì độ ẩm của sản phẩm cũng không giảm nhiều (Lê Bạch Tuyết, 1996).



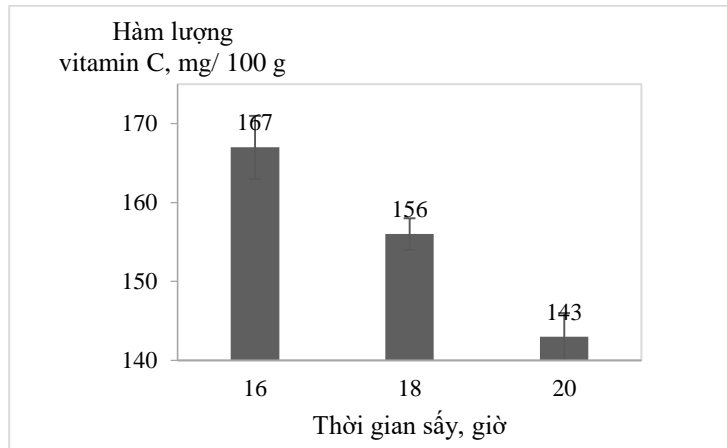
**Hình 4.** Ảnh hưởng của thời gian sấy đến độ ẩm của bột ổi

Trung bình ở các cột có các chữ số khác nhau thể hiện sự khác nhau có nghĩa ( $p \leq 0,05$ ).

#### 3.4.2. Ảnh hưởng của thời gian sấy đến hàm lượng vitamin C của bột ổi

Nhiệt độ sấy và thời gian sấy là hai thông số chính ảnh hưởng trực tiếp đến hàm

lượng vitamin C trong sản phẩm sấy. Hàm lượng vitamin C trong bột ổi được xác định sau khi sấy sản phẩm từ 16 giờ đến 20 giờ. Đây là khoảng thời gian sấy giúp sản phẩm đạt độ ẩm phù hợp.



**Hình 5.** Ảnh hưởng của thời gian sấy đến hàm lượng vitamin C của bột ổi

Hình 5 cho thấy, thời gian sấy càng dài hàm lượng vitamin C càng giảm. Hàm lượng vitamin C cao nhất khi sấy 16 giờ (167 mg/ 100 g) và thấp nhất khi sấy 20 giờ (143 mg/ 100 g). Tuy nhiên, độ ẩm của sản phẩm sau khi sấy 16 giờ (13,48%) vẫn còn cao hơn độ ẩm an toàn của các sản phẩm dạng bột (<13%). Như vậy, nên sấy nguyên liệu ở 50°C trong 18 giờ để thu được sản phẩm bột ổi có độ ẩm an toàn (11,73%) mà

vẫn giữ được hàm lượng vitamin C cao hơn các công thức còn lại.

**3.4.3. Ảnh hưởng của thời gian sấy đến chất lượng cảm quan của bột ổi**

Cảm quan của bột ổi cũng bị ảnh hưởng bởi thời gian sấy. Các mẫu đánh giá được sấy trong 3 khoảng thời gian 16, 18 và 20 giờ.

**Bảng 5.** Ảnh hưởng của thời gian sấy đến chất lượng cảm quan của bột ổi

Thời gian sấy (giờ)	Chỉ tiêu		
	Màu sắc	Mùi	Vị
16	7,03 <sup>a</sup>	7,20 <sup>bc</sup>	6,34 <sup>a</sup>
18	7,38 <sup>b</sup>	7,09 <sup>b</sup>	7,53 <sup>c</sup>
20	7,11 <sup>a</sup>	6,64 <sup>a</sup>	7,32 <sup>b</sup>

<sup>a, b, c</sup> *g* bình trong một cột có các chữ số khác nhau thể hiện sự khác nhau có nghĩa ( $p \leq 0,05$ ).

Bảng 5 cho thấy cả 3 chỉ tiêu cảm quan là màu sắc, mùi và vị của mẫu sấy ở 18 giờ đều đạt giá trị tốt nhất, đều ở ngưỡng “thích” và “rất thích”. Mẫu sấy trong 16 giờ mùi vẫn tốt như mẫu sấy 18 giờ nhưng màu sắc và vị kém hơn. Điều này có thể là do lúc này độ ẩm của sản phẩm còn cao nên màu và vị còn nhạt. Trong khi đó, mẫu sấy trong 20 giờ, có thể do sản phẩm quá khô, các tiêu chí cảm quan đều kém hơn mẫu sấy trong 18 giờ.

yêu cầu và chất lượng cảm quan ở ngưỡng “thích” đến “rất thích”.

**4. KẾT LUẬN**

Ổi nguyên liệu sau khi được xử lý trong dung dịch CaCl<sub>2</sub> 4%, sấy ở 50°C trong thời gian 18 giờ có độ ẩm đạt 11,73%, hàm lượng vitamin C ít bị tổn thất và giá trị cảm quan của sản phẩm bột ổi được đánh giá tốt. Đây là các thông số công nghệ quan trọng có thể ứng dụng được trong quy trình sản xuất bột ổi.

**LỜI CẢM ƠN**

Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế về điều kiện thực hiện và

tài trợ kinh phí nghiên cứu trong khuôn khổ đề tài cấp Sinh viên, mã số DHL2021-CK-SV-02.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### 1. Tài liệu tiếng Việt

Võ Văn Quốc Bảo và Nguyễn Văn Toàn. (2017). *Giáo trình Công nghệ sấy nông sản thực phẩm*. Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế.

Lê Thị Mùi. (2009). *Kiểm nghiệm và phân tích thực phẩm*. Giáo trình Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng.

Nguyễn Duy Tân, Trần Phương Lan, Nguyễn Thị Hạnh Dũng và Nguyễn Minh Thủy (2019). Nghiên cứu chế biến bột dinh dưỡng có hàm lượng anthocyanin và vitamin C cao từ khoai lang tím và chuối Xiêm. *Tạp chí dinh dưỡng và thực phẩm*, 15(1), 39 – 48.

TCVN 4414:1987 – Xác định hàm lượng chất khô hòa tan bằng khúc xạ kế.

TCVN 4415:1987 – Phương pháp xác định hàm lượng nước.

TCVN 10546:2014 – Tinh bột sắn.

Hà Duyên Tư. (2010). *Kỹ thuật phân tích cảm quan thực phẩm*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

Lê Bạch Tuyết. (1996). *Các quá trình công nghệ cơ bản trong sản xuất thực phẩm*. Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.

### 2. Tài liệu tiếng nước ngoài

Adrees, M., Younis, M., Farooq, U., & Hussain, K. (2010). Nutritional quality evaluation of different guava varieties. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 47(1), 1 – 4.

Calín-Sánchez, A., Lipan L., Cano-Lamadrid, M., Kharaghani, A., Masztalerz, K., Carbonell-Barrachina A. A. & Figiel, A. (2020). Comparison of traditional and novel drying techniques and its effect on quality of fruits, vegetables and aromatic herbs. *Foods*, 9(9), 1261.

Chetan, A. C. & Diane, M. B. (2001). Optimization of guava juice and powder production. *Journal of Food Processing and Preservation*, 25(6), 411 – 430.

Salehi, F. (2021). Recent applications of heat pump dryer for drying of fruit crops: A review. *International Journal of Fruit Science*. DOI:10.1080/15538362.2021.1911746.

Lee, Y. N. & Aimi, A. A. (2018). Evaluation of Vitamin C content in microwave-dried Guava (*Psidium Guajava* L.). *Special Issue on Bioprocess & Biosystem*, 10(1), 45 – 50.

Lim, T. K. & Khoo, K. C., (1990). *Guava in Malaysia: production, pests, and diseases*. Tropical press, Kuala Lumpur, Malaysia.

Nunes, J. C., Lago, M. G., Castelo-Branco, V. N., Oliveira, F. R., Torres, A. G., Perrone, D. & Monteiro, M. (2016). Effect of drying method on volatile compounds, phenolic profile and antioxidant capacity of guava powders. *Food Chemistry*, 197(Part A), 881 – 890.

Patil, V., Chauhan, A. K. & Singh, R. P. (2014). Optimization of the spray-drying process for developing guava powder using response surface methodology. *Powder Technology*, (253), 230 – 236.

Raheem, M. I. U., Huma, N. & Anjum, F. M. (2013). Effect of calcium chloride and calcium lactate on quality and shelf-life of fresh-cut guava slices. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 50(3), 427-431.

Rahel, R., Chauhan, A. S., Srinivasulu, K., Ravi, R. & Kudachikar, V. B. (2015). Quality attributes of various spray dried pulp powder prepared from low temperature stored calcium salts pretreated guava fruits. *International Journal of Nutrition and Food Engineering*, 9(7), 843 – 854.

Tan, S., Wang, Z., Xiang, Y., Deng, T., Zhao, X., Shi, S., Gao, X. & Li, W. (2020). The effects of drying methods on chemical profiles and antioxidant activities of two cultivars of *Psidium guajava* fruits. *LWT - Food Science and Technology*, 118(4), 1 – 23.

Udomkun, P., Mahayothee B., Nagle, M. & Muller, J., (2014). Effects of calcium chloride and calcium lactate applications with osmotic pretreatment on physicochemical aspects and consumer acceptances of dried papaya. *International Journal of Food Science and Technology*, 49(4), 1122 – 1131.