

Nghiên cứu gốc

NGHIÊN CỨU QUY TRÌNH SẢN XUẤT BỘT HÒA TAN TỪ MÍT THÁI BẰNG KỸ THUẬT SẤY BỘT XÓP

Ung Minh Anh Thu^{1,✉}, Châu Thị Thúy Nguyễn², Nguyễn Tấn Hùng²

¹Trường Cao đẳng Nông nghiệp Nam Bộ, tỉnh Tiền Giang,

²Trường Đại học Tiền Giang tỉnh Tiền Giang

TÓM TẮT

Mục tiêu: Xác định các thông số thích hợp cho quy trình sản xuất sản phẩm bột hòa tan từ nguyên liệu mít Thái (Changai) thứ phẩm bằng kỹ thuật sấy bột xóp.

Phương pháp: Nghiên cứu được thực hiện trên cơ sở khảo sát (i) các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tạo bột (tỉ lệ bổ sung albumin trứng và Carboxymethyl Cellulose) và (ii) ảnh hưởng của điều kiện sấy bằng không khí nóng (nhiệt độ sấy và độ dày màng bột) đến chất lượng bột mít hòa tan.

Kết quả: Dịch mít được tiến hành tạo bột với albumin trứng (4%) và CMC (7,5%) giúp tạo được màng bột tốt và bền vững. Mặt khác, màng bột xóp được tiến hành sấy ở nhiệt độ 60°C và độ dày 3 mm giúp thu hồi bột có màu sắc tốt và hàm lượng chất dinh dưỡng được lưu giữ tốt nhất hàm lượng vitamin C 3,96 mg%; hàm lượng carotenoid là 5,34 µg/g; hàm lượng đường tổng 11,27%, đường khử 8,33 g/100g, hàm lượng acid toàn phần 0,077% và độ ẩm thấp 4,28%.

Kết luận: Kết quả nghiên cứu này giúp đa dạng hóa các sản phẩm từ mít bằng phương pháp sấy mới giúp tiết kiệm chi phí nhưng vẫn giữ được chất lượng.

Từ khoá: Albumin, CMC, carotenoid, mít, sấy màng bột, vitamin C.

STUDY ON PRODUCTION OF FRUIT POWDER FROM THAILAND JACKFRUIT (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) BY FOAM MAT DRYING

ABSTRACT

Aims: To determine the appropriate parameters for the production process of jackfruit powder from “Changai” small size jackfruit by foam mat drying technique.

Methods: The study was carried out on the basis of investigating the factors (i) affecting the foaming process (egg albumin and carboxymethyl cellulose concentrations) and (ii) the influence of hot air drying conditions (drying temperature and foam thickness) on the quality of jackfruit powder.

Results: Tackfruit juice was stirred with egg albumin (4%) and CMC (7.5%) to help create a good and sustainable foam film. On the other hand, the foam layer was dried at 60°C and 3mm thick to help recover the powder with good color and best kept nutrient content with vitamin C content of 3.96 mg%; carotenoid content of 5.34 µg/g; total sugar of 11.27%, reducing sugar content of 8.33 g/100g and the total acid content of 0.077% and moisture of 4.28%.

Conclusion: This research result helps to diversify products from jackfruit by a new drying method to reduce input costs but still ensure quality.

Keywords: albumin, CMC, carotenoid, fackfruit, foam mat, vitamin C.

✉ Tác giả liên hệ: Ung Minh Anh Thu
Email: anhthu@nbac.edu.vn
Doi: 10.56283/1859-0381/288

Gửi bài: 16/8/2022 Chính sửa: 6/10/2022
Chấp nhận đăng: 12/12/2022
Xuất bản online: 17/12/2022

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây mít (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) thuộc họ Moraceae là một trong những cây ăn quả quan trọng được trồng nhiều ở Ấn Độ, Bangladesh và Đông Nam Á [1]. Ở Việt Nam, mít được trồng tại nhiều địa phương trong cả nước. Thời gian gần đây, giống mít Thái siêu sớm du nhập từ Thái Lan trong đó giống Changai là chủ yếu đang được phát triển mạnh tại các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long, đặc biệt là các tỉnh Tiền Giang, Hậu Giang, Cần Thơ. Theo An và cộng sự (2022) [2], mít Thái khi chín, ngoài trừ lớp vỏ, phần còn lại của múi mít đều có thể ăn được. Thịt mít màu vàng tươi, cùi dày, khô, giòn ngọt thơm, hạt nhỏ, ít xơ. Về khía cạnh dinh dưỡng, phần thịt mít đã được báo cáo có chứa hàm lượng cao protein, tinh bột, canxi và thiamine [3]. Ngoài ra, mít cũng chứa các loại đường tự do (sucrose), axit béo, axit amin, axit ellagic, vitamin C và carotenoid [2]. Mít còn chứa các chất có đặc tính kháng oxy hóa: lignans, flavonoid và saponin có nhiều lợi ích cho sức khỏe như đặc tính chống ung thư, hạ huyết áp và chống lão hóa [4].

Bên cạnh hình thức sử dụng ở dạng tươi, việc tận dụng được nguồn nguyên liệu trên để chế biến mít Thái thành các sản phẩm giá trị gia tăng, mang lại hiệu quả kinh tế cao bằng việc đa dạng hóa sản phẩm, áp dụng các kỹ thuật chế biến để có thể chế biến sản phẩm như sấy dẻo, sấy khô, đồ hộp, sản phẩm dạng lỏng... là vấn đề cần quan tâm. Đối với sản phẩm sấy dạng bột từ rau quả, sấy phun và sấy đông khô là các phương pháp tiên tiến được sử dụng rộng rãi để tạo ra sản phẩm bột chất lượng cao từ dịch quả. Trong đó, sản phẩm sấy phun có độ hoạt động của nước thấp, khối lượng giảm, dễ dàng cho

việc vận chuyển và tồn trữ nhưng vẫn giữ được chất dinh dưỡng có trong nguyên liệu [5]. Sản phẩm khử nước có thể dễ dàng chuyển đổi sang dạng tươi bằng cách bù nước và có thể sử dụng quanh năm. Tuy nhiên, chất lượng của sản phẩm khử nước về tỷ lệ bù nước, màu sắc và hương vị lưu giữ phụ thuộc vào các tiền xử lý được áp dụng và phương pháp làm khô [6]. Tuy nhiên, sấy phun cũng như sấy đông khô là một quá trình tiêu tốn năng lượng và chi phí đầu tư ban đầu cho thiết bị rất cao nên rất khó áp dụng cho khả năng sản xuất sản phẩm trái cây hòa tan ở quy mô sản xuất nhỏ. Hơn nữa, hầu hết nguyên liệu rau quả với các thành phần dưỡng chất quý của nó rất nhạy cảm với các phương pháp xử lý nhiệt độ cao, vì dẫn đến các biến đổi không mong muốn về mùi vị, màu sắc, vitamin và sự phân hủy hợp chất thơm. Hiện nay, kỹ thuật sấy bọt xốp (foam mat drying) có thể được sử dụng cho các sản phẩm thực phẩm nhạy cảm với nhiệt, dính, nhớt và có hàm lượng đường cao, khó làm khô. Sấy bọt xốp là một kỹ thuật sấy mới và rất phù hợp, có tốc độ sấy cao với sự thay đổi chất lượng tối thiểu trong sản phẩm cuối cùng (M et al., 2018)

Sấy bọt xốp là một kỹ thuật mà thực phẩm chứa nước được sấy khô trong không khí ở nhiệt độ thấp hơn để giảm độ ẩm trong thực phẩm và tạo thành một hệ bọt (tổ ong) ổn định giống như tấm xốp và được nghiền thành bột. Trong kỹ thuật này, diện tích bề mặt của sản phẩm làm khô được tăng lên do sự hình thành bọt và thời gian cần thiết để làm khô sản phẩm có bọt giảm đáng kể. Sản phẩm thu được từ quá trình sấy bọt xốp có chất lượng tốt hơn, xốp hơn và giữ được các đặc tính ban đầu khi hoàn nguyên. Kỹ

thuật sấy này rất hiệu quả và phù hợp với các thành phần thực phẩm nhạy cảm với nhiệt do sản phẩm khô tương đối nhanh, chất lượng cao và dễ hoàn nguyên. Trong kỹ thuật này, thực phẩm dạng bột được sấy khô bằng cách sử dụng không khí nóng hoặc microwave ở áp suất khí quyển (Sangamithra et al., 2014). Sấy khô bột xốp có thể được thực hiện ở nhiệt độ thấp hơn và được sử dụng cho các sản phẩm nhạy cảm với nhiệt và có hàm lượng đường cao, do sự gia tăng diện tích bề mặt và cấu trúc xốp của vật liệu, quá trình chuyển khối được tăng cường dẫn đến thời gian sấy ngắn hơn và do đó đạt được chất lượng cao hơn trong sản phẩm được sấy khô. Kỹ thuật sấy bột xốp đã được áp dụng thành công cho

nhiều loại thực phẩm như: khế, nước táo, xoài, chuối, quýt, nho đen, tôm và nước ép yacon [7].

Mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng chất tạo và ổn định bột cũng như điều kiện sấy đến chất lượng sản phẩm bột mít hòa tan bằng kỹ thuật sấy bột xốp. Nghiên cứu có ý nghĩa thực tiễn cao là giúp giải quyết tốt nguồn nguyên liệu mít thứ phẩm và đa dạng sản phẩm từ mít. Hơn nữa, sản phẩm bột không chỉ có dinh dưỡng mà còn tiện dụng trong việc vận chuyển, phân phối và bảo quản, góp phần đa dạng hóa các sản phẩm, nâng cao giá trị kinh tế của nguồn nguyên liệu mít Thái tại địa phương.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

Mít Thái chín loại thứ phẩm (mít chợ): trọng lượng < 9 kg/trái, chín đều, không thối hỏng.

Sodium Carboxymethyl Cellulose (CMC): dạng bột màu trắng, không mùi

và Albumin trứng: Công ty Cổ phần hóa chất Miền Nam (Cần Thơ), xuất xứ Trung Quốc.

2.2. Quy trình chuẩn bị bột mít được thể hiện trong sơ đồ dưới đây

Mít Thái → Xử lý (tách múi) → Nghiền với nước (1:1) → Xử lý microwave (60 giây) → Tạo bột với albumin và CMC → Rót khay → Sấy → Làm nguội, nghiền → Sản phẩm.

Mít Thái được gọt vỏ, tách múi và thêm nước lọc (1 nước: 1 thịt mít) đưa qua máy xay trái cây (Panasonic MJ M-176P). Sau đó, dịch mít được thanh trùng bằng microwave trong 60 giây [8].

Thí nghiệm 1: Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ chất tạo bột và bện bột thích hợp: 250 mL dịch mít được tạo bột bằng cách thêm chất tạo bột: Albumin (2-6% w/v) và chất bện bột: CMC (5-10%) bằng máy đánh trứng trong 10 phút ở tốc độ tối đa. Tiến hành đo đặc độ tạo bột và độ bện bột sau 3 giờ.

Thí nghiệm 2: Xác định nhiệt độ sấy và độ dày bột thích hợp: Dịch mít sau khi tạo bột theo kết quả từ thí nghiệm 1 được đổ vào khay (đường kính khay 25 cm) với các độ dày bột 3-7 mm và đặt trong tủ sấy (Shellab, Model SGO3-2, Mỹ) ở nhiệt độ 50-70°C với tốc độ gió 1,5 m/giây đến khi độ ẩm sản phẩm <7%. Sau khi sấy khô, màng bột được nghiền (Panasonic MJ M-176P) thành bột.

2.3. Phương pháp phân tích nguyên liệu và sản phẩm

Bảng 1. Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích

Chỉ tiêu	Phương pháp
pH	Sử dụng máy đo pH Inolad (WTW inoLab 7310)
Hàm lượng vitamin C (mg/100g)	Pandidurai và Vennila (2018) [6]
Hàm lượng acid tổng số, tính theo acid lactic (%)	Theo mô tả của Shivani và cộng sự (2019) [19]
Hàm lượng carotenoid ($\mu\text{g/g}$)	Theo mô tả của Shivani và cộng sự (2019) [19]
Hàm lượng đường khử (%)	Theo mô tả của Shivani và cộng sự (2019) [19]
Màu sắc (L^* , a^* , b^*)	Sử dụng máy đo màu Minolta CXR400 (Nhật)
Độ hòa tan (giây)	Theo mô tả của Quek và cộng sự (2007) [9]
Độ tạo bọt (FE%)	Theo mô tả của Khamjae và cộng sự (2018) [10]
Độ bền bọt (FS)	Theo mô tả của Macedo và cộng sự (2021) [11]
Độ ẩm (%)	Theo mô tả của Quek và cộng sự (2007) [9]
Hoạt độ nước (a_w)	Theo mô tả của Quek và cộng sự (2007) [9]

2.4. Phương pháp thu thập số liệu và thống kê

Độ lớn của mẫu thí nghiệm: 1 kg/mẫu. Số lần lặp lại: 3 lần. Số liệu phân tích từ các thí nghiệm được tính toán thống kê bằng chương trình

Statgraphics Centurion 15.1, phân tích ANOVA với phép thử Duncan để so sánh trung bình các nghiệm thức. Vẽ đồ thị bằng excel 2010.

III. KẾT QUẢ

3.1. Phân tích nguyên liệu

Bảng 2. Thành phần hóa lý cơ bản của nguyên liệu mít

Thành phần	Hàm lượng
Độ ẩm	$68,25 \pm 1,23\%^*$
Hàm lượng đường khử	$8,85 \pm 0,26$ (g/100g)
Hàm lượng acid tổng	$0,11 \pm 0,02\%$
Hàm lượng vitamin C	$6,16 \pm 0,12$ (mg%)
Hàm lượng carotenoid	$8,41 \pm 0,33$ $\mu\text{g/g}$
pH	$6,52 \pm 0,05$
Hàm lượng chất khô hòa tan, Brix	$22 \pm 1,29$
Màu sắc	
L^*	$76,86 \pm 2,56$
a^*	$8,50 \pm 0,78$
b^*	$44,57 \pm 1,76$

* số liệu trung bình của 3 lần lặp lại và độ lệch chuẩn

Nguyên liệu mít được xử lý sơ bộ, lấy thịt quả để phân tích các chỉ tiêu hóa lí. Kết quả phân tích các chỉ tiêu hóa lí được trình bày ở Bảng 2. Mít là loại nguyên liệu có hàm lượng đường cao, màu vàng đẹp, rất thích hợp để sản xuất các loại bột uống liền. Hàm lượng đường tổng là 10,43%; đường khử là 8,85

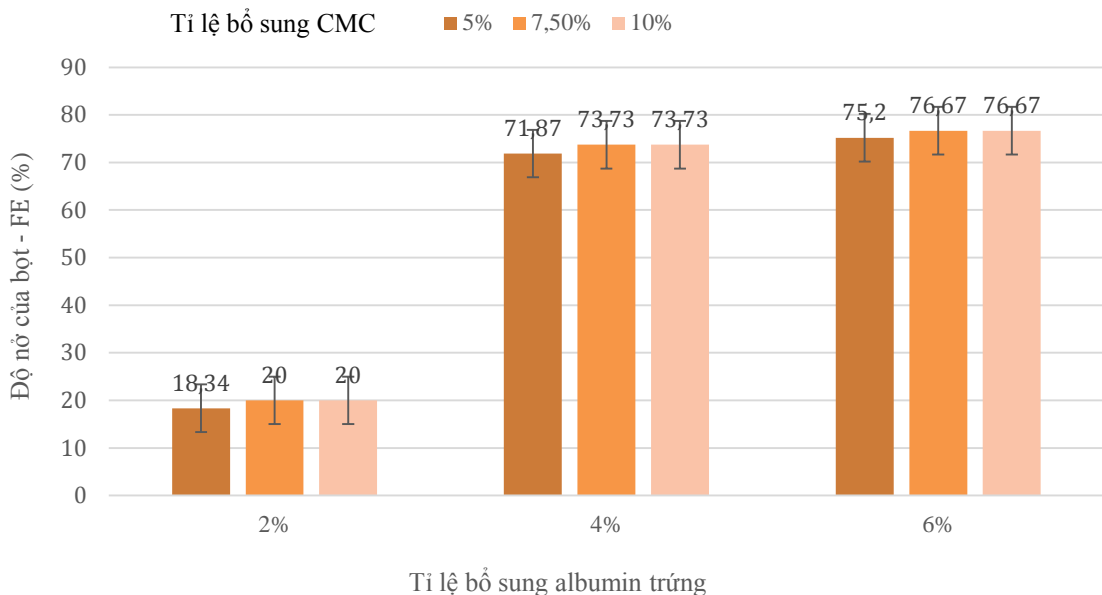
g/100g; acid tổng là 0,11%; độ ẩm là 68,25%. Đặc biệt, mít có chứa hàm lượng vitamin C là 6,16 mg%, carotenoid là 8,41 $\mu\text{g/g}$ là các hợp chất rất dễ mất khi chế biến, nên cần được xác định ở sản phẩm cuối.

3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ bổ sung albumin trứng và CMC đến chất lượng bột

3.2.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ albumin trứng đến khả năng tạo bọt dịch mít

Thể tích bọt (độ nở của bọt) thường được sử dụng để đánh giá tính chất và khả năng tạo bọt. Độ giãn nở của bọt (FE – Foam Expansion) được sử dụng để chỉ lượng không khí được đưa vào dung

dịch trong quá trình đánh khuấy và sự gia tăng thể tích (hoặc chiều cao bọt sau đánh khuấy) được ghi nhận dưới dạng phần trăm [7].



Hình 1. Đồ thị biểu diễn mức độ tạo bọt

Hình 1 cho thấy, độ nở bọt (FE) thể hiện chiều hướng tăng lên khi tăng nồng độ albumin trứng. Độ nở của bọt dao

động từ 18,34–76,67%. Giá trị (FE) thấp nhất là khi bổ sung albumin 2% và CMC là 5%.

3.2.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ bổ sung albumin trứng và CMC đến khả năng ổn định bọt

Độ ổn định của bọt FS (Foam Stability) là khả năng giữ bọt (khả năng duy trì chiều cao - thể tích bọt) theo thời gian. Carboxyl methyl cellulose (CMC) là chất ổn định bọt phổ biến nhất được sử dụng trong nhiều nghiên cứu có tính

chất tăng cường tính ổn định của các protein bọt thông qua việc làm dày đặc hoặc tạo bọt của dung dịch (Klitzing và Muller, 2002). Khả năng giữ bọt được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Độ ổn định của bột theo thời gian chờ sấy

Nồng độ albumin (%) – CMC (%)	Độ ổn định bột (%) sau 2 giờ	Độ ổn định bột (%) sau 3 giờ	Độ ổn định bột (%) sau 4 giờ
2 – 5	91,00 ^a	70,00 ^a	50,00 ^a
2 – 7,5	91,34 ^{ab}	80,91 ^b	54,55 ^b
2 – 10	91,67 ^b	82,58 ^b	56,44 ^b
4 – 5	95,72 ^c	86,74 ^c	71,22 ^c
4 – 7,5	97,98 ^d	88,90 ^{cd}	83,67 ^d
4 – 10	98,00 ^d	89,00 ^{cd}	85,27 ^d
6 – 5	96,00 ^c	87,00 ^c	71,50 ^c
6 – 7,5	98,02 ^d	91,18 ^d	85,27 ^d
6 – 10	98,06 ^d	91,18 ^d	86,41 ^d
F	*	*	*
CV (%)	3,17	7,72	19,94

Ghi chú: các chữ cái a, b, c,... sau giá trị trung bình thể hiện sự khác nhau theo hàng cột ở ý nghĩa 5%

Bảng 3 cho thấy, khả năng duy trì thể tích bột giảm dần theo thời gian và chịu sự tác động của nồng độ CMC ($p < 0,05$). Nhìn chung, tỷ lệ CMC càng cao thì khả năng giữ bột càng tốt.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy và độ dày màng bột đến chất lượng sản phẩm

3.3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy và độ dày màng bột đến độ ẩm, hoạt độ nước và thời gian sấy sản phẩm

Bảng 4. Sự thay đổi độ ẩm, hoạt độ nước và độ hòa tan theo nhiệt độ sấy và độ dày màng bột

Nhiệt độ (°C - Độ dày (mm))	Độ ẩm (%)	a_w	Độ hòa tan (giây)	Thời gian sấy (phút)
50 – 3	5,32 ^b	0,31 ^{bcd}	10 ^a	204 ^d
50 – 4	6,42 ^c	0,36 ^c	11 ^a	271 ^f
50 – 5	6,68 ^c	0,38 ^e	11 ^a	300 ^g
60 – 3	4,28 ^a	0,30 ^{ab}	10 ^a	175 ^b
60 – 4	4,40 ^a	0,32 ^{bcd}	11 ^a	205 ^d
60 – 5	5,51 ^b	0,33 ^d	11 ^a	232 ^e
70 – 3	4,25 ^a	0,29 ^a	10 ^a	150 ^a
70 – 4	4,32 ^a	0,31 ^{abc}	10 ^a	175 ^b
70 – 5	5,76 ^b	0,32 ^{cd}	11 ^a	193 ^c
F	*	*	ns	*
CV (%)	8,55	8,55	6,64	22,29

Ghi chú: các chữ các a, b, c,... sau giá trị trung bình thể hiện sự khác nhau theo hàng cột ở ý nghĩa 5%

Sự thay đổi thời gian sấy và các các thông số chất lượng của bột theo nhiệt độ sấy và độ dày màng được thể hiện trong Bảng 4. Nhiệt độ sấy và độ dày

màng bột tác động có ý nghĩa ($p < 0,05$) đến các thông số vật lý cơ bản của bột (độ ẩm, hoạt độ nước và độ hòa tan) và thời gian sấy.

3.3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy và độ dày màng bột đến màu sắc, lượng vitamin C và carotenoid

Bảng 5. Sự thay đổi màu sắc, carotenoid và vitamin C theo nhiệt độ sấy và độ dày màng bột

Nhiệt độ (°C - Độ dày (mm))	L*	a*	b*	ΔE	Vitamin C (mg%)	Carotenoid (μg/g)
50 – 3	85,52 ^{bc}	3,60 ^{de}	37,68 ^{fg}	37,91 ^f	3,08 ^{ef}	4,00 ^e
50 – 4	85,07 ^{ab}	3,77 ^e	37,77 ^g	38,15 ^g	2,20 ^{cd}	2,78 ^c
50 – 5	85,05 ^a	4,62 ^g	37,87 ^h	38,35 ^h	1,10 ^a	1,82 ^a
60 – 3	88,18 ^f	2,18 ^a	35,09 ^a	34,58 ^a	3,96 ^g	5,34 ^g
60 – 4	86,74 ^e	2,30 ^a	35,26 ^b	35,15 ^b	3,52 ^{fg}	4,50 ^f
60 – 5	86,09 ^d	3,13 ^b	35,36 ^c	35,49 ^c	3,30 ^f	4,29 ^f
70 – 3	86,09 ^d	3,37 ^c	37,26 ^d	37,32 ^d	2,64 ^{de}	3,41 ^d
70 – 4	85,93 ^{cd}	3,45 ^{cd}	37,58 ^e	37,66 ^e	1,76 ^{bc}	2,69 ^c
70 – 5	85,07 ^{ab}	3,99 ^f	37,60 ^{ef}	38,01 ^{fg}	1,32 ^{ab}	2,16 ^b
F	*	*	*	*	*	*
CV (%)	1,15	22,28	3,18	3,84	39,18	33,13

Ghi chú: các chữ các a, b, c,... sau giá trị trung bình thể hiện sự khác nhau theo hàng cột ở ý nghĩa 5%

Nhìn chung, hàm lượng vitamin C và carotenoid giảm đáng kể bởi các điều kiện sấy ($p < 0,05$). Khi tăng nhiệt độ sấy và độ dày thì hàm lượng vitamin C sẽ giảm. Đối với các thông số về màu sắc, khi tăng nhiệt độ sấy và độ dày màng bột thì giá trị a*, b* đều tăng. Trong cùng

một nhiệt độ sấy khi tăng độ dày màng bột các giá trị a* và b* đều tăng.

Như vậy, với các thông số chất lượng được đánh giá, bột sản phẩm thu được với điều kiện sấy là nhiệt độ 60°C và độ dày bột 3 mm là thích hợp cho nghiên cứu này.

Bảng 6. Thành phần hóa lý của sản phẩm bột mít hòa tan

Thành phần	Hàm lượng
Độ ẩm	4,28%
Hàm lượng đường khử	8,33 (g/100g)
Hàm lượng đường tổng	11,27%
Hàm lượng acid tổng	0,077%
Hàm lượng vitamin C	3,96 (mg%)
Hàm lượng carotenoid	5,34 μg/g
Màu sắc	
L*	88,18
a*	2,18
b*	35,09

IV. BÀN LUẬN

Về ảnh hưởng của tác nhân tạo bột (albumin) và ổn định bột (CMC), khi tăng nồng độ albumin thì khả năng tạo bột hạt độ nở của bột (FE) sẽ tăng lên (dao động từ 18,34–76,67%). Giá trị FE thấp nhất là khi bổ sung albumin 2% và CMC là 5%. Đặc biệt, khi tạo bột ở nồng độ albumin 4% và 6% thì toàn bộ dịch mứt đều chuyển thành bột và sự gia tăng thể tích bột là không đáng kể. Điều này là do khi tăng nồng độ protein trứng, sự hấp thụ protein tại bề mặt phân cách cũng tăng lên, do đó làm giảm sức căng bề mặt, tăng khả năng giữ không khí và tăng độ nở của bột. Khi thay đổi nồng độ CMC thì độ nở của bột ít thay đổi do CMC là chất có khả năng làm ổn định bột nhưng không làm thay đổi đáng kể độ nở của bột. Kết quả này tương tự với báo cáo về sản xuất bột nước giải khát *Nigella sativa* bằng sấy màng bột của Azizpour và cộng sự (2016) [12]. Đối với dịch mứt không bổ sung chất tạo bột và ổn định bột (đôi chứng) thì sau quá trình đánh khuấy chỉ xuất hiện những bong bóng nhỏ và nhanh chóng sụp đổ. Bên cạnh đó, khi tăng nồng độ CMC thì độ ổn định bột sau 3–4 giờ sẽ tăng lên (dao động từ 50% đến 98,06%). Việc sử dụng đồng thời chất tạo bột và chất ổn định bột tạo thành lớp bề mặt dày đặc xung quanh bột (bong bóng) làm giảm sức căng bề mặt và tính không ổn định của bong bóng [13]. Ở thời điểm 3 giờ và 4 giờ, khi tăng nồng độ CMC từ 5-10% trong cùng nồng độ albumin trứng thì độ ổn định của bột sẽ gia tăng vì CMC có tác dụng làm ổn định hệ bột do tăng độ nhớt của dịch lỏng, giảm vận tốc thoát hơi nước giúp ổn định cấu trúc hệ bột. Kết hợp với CMC là 7,5% và 10% thì độ ổn định của bột tương đối cao giúp giữ cấu trúc trong quá trình sấy khô. Do đó, với chất tạo bột albumin trứng là

4% và chất ổn định bột (CMC) là 7,5% được lựa chọn để tiến hành các nghiên cứu về sau.

Về ảnh hưởng của điều kiện sấy (nhiệt độ và độ dày bột), trong cùng một độ dày bột, khi tăng nhiệt độ sấy thì thời gian sấy sẽ giảm do tốc độ làm nóng bột và khả năng xâm nhập nhiệt nhanh, làm tăng tốc độ truyền khối, dẫn đến bột làm khô nhanh hơn. Các kết quả tương tự cũng được báo cáo bởi Ozkan et al. (2007) [14]. Trong cùng một nhiệt độ sấy, khi tăng độ dày màng bột thì thời gian sấy sẽ tăng. Khi độ dày tăng lên thì thời gian sấy cũng tăng lên ở tất cả các mức nhiệt độ, điều này có thể là do diện tích bề mặt hầu như không đổi trong suốt quá trình sấy trong khi độ dày màng bột tăng lên làm giảm tốc độ di chuyển ẩm từ các lớp bên trong ra các lớp bên ngoài dẫn đến sự thoát ẩm kém. Xu hướng tăng thời gian sấy với sự gia tăng độ dày cũng được báo cáo đối với bột nho đen [15]. Ngoài ra, trong quá trình sấy cấu trúc bột có thể bị sụp đổ nếu sấy ở độ dày lớn trong thời gian dài, điều đó gây khó khăn trong việc thoát ẩm trong cấu trúc bột.

Độ ẩm và hoạt độ nước trong sản phẩm bột mứt dao động từ 4,25–6,68% và 0,29–0,38; tương ứng. Khi tăng nhiệt độ sấy và giảm độ dày thì độ ẩm và hoạt độ nước giảm. Việc giảm độ ẩm và hoạt độ nước rất có lợi trong việc giữ các chất dinh dưỡng cũng như đặc tính của sản phẩm. Cụ thể, ở cùng một độ dày, độ ẩm của bột sẽ giảm khi nhiệt độ sấy tăng. Khi tăng nhiệt độ sấy thì quá trình thoát ẩm trong cấu trúc sản phẩm sẽ dễ dàng hơn, làm cho nước bốc hơi nhanh hơn, làm giảm độ ẩm của sản phẩm. Ngoài ra, ở cùng một nhiệt độ, khi độ dày tăng lên thì độ ẩm của bột cũng tăng lên. Điều này có thể giải thích rằng, khi độ dày

tăng lên tốc độ làm khô giảm, cấu trúc bột có thể bị sụp đổ gây khó khăn cho việc thoát ẩm, nên nước bị giữ lại nhiều hơn. Các quan sát tương tự cũng được báo cáo bởi Franco và cộng sự (2016) [13] trong bột nước ép yacon.

Hàm lượng vitamin C và carotenoid giảm đáng kể bởi các điều kiện sấy ($p < 0,05$). Khi tăng nhiệt độ sấy và độ dày thì hàm lượng vitamin C sẽ giảm. Ngoài ra, việc sấy ở nhiệt độ thấp hơn nhưng trong thời gian tương đối dài sẽ làm vitamin C hao hụt rất nhiều. Hàm lượng vitamin C trong mít tươi là 6,16 mg%, khi tăng nhiệt độ lên cao thì hao hụt còn 2,64 mg% (mẫu 3 mm, - 70°C) và hàm lượng vitamin C cũng giảm đáng kể khi tăng thời gian sấy đối với mẫu 5 mm, - 50°C (1,10 mg%). Khi tăng độ dày màng bột thì hàm lượng vitamin C giảm đáng kể. Ở nhiệt độ 60°C khi sấy ở độ dày 3 mm thì hàm lượng vitamin C là 3,96 mg%, giảm còn 3,52 mg% ở độ dày 4 mm và 3,30 mg% ở độ dày 5 mm. Sự giảm hàm lượng vitamin C là do bản chất dễ bị phá hủy bởi nhiệt và sự tiếp xúc lâu với không khí làm quá trình oxy hóa diễn ra mạnh hơn, làm hao hụt chất dinh dưỡng sản phẩm. Kết quả tương tự được tìm thấy trong báo cáo về sấy khô màng bột cà chua của Kadam và cộng sự 2012 [16]. Hàm lượng carotenoid bị giảm đáng kể khi tăng nhiệt độ sấy từ 50–70°C trong cùng độ dày 3 mm (tương ứng lượng carotenoid là 4,00 µg/g và 3,41 µg/g). Có sự giảm hàm lượng carotenoid khi sấy ở thời gian dài ở mẫu 5 mm, - 50°C (1,82 µg/g). Hàm lượng carotenoid giảm là do sự nhạy cảm bởi nhiệt và sự oxy hóa do cấu trúc hóa học không bền hòa của chúng. Rajkumar và cộng sự (2007) [17] cũng cho kết quả tương tự đối với bột xoài sấy màng bột và báo cáo rằng có thể do sự gia tăng diện tích bề mặt do tăng nồng

độ chất tạo bọt nên tất cả các hạt đều được làm khô ở nhiệt độ thấp. Các kết quả này phù hợp với báo cáo của Muratore và cộng sự (2008) [18], cho rằng sự phân hủy carotenoid là do nhiệt độ sấy ở cà chua bi.

Đối với các thông số về màu sắc, khi tăng nhiệt độ sấy và độ dày màng bột thì giá trị a^* , b^* đều tăng. Trong cùng một nhiệt độ sấy khi tăng độ dày màng bột các giá trị a^* và b^* đều tăng, điều này là do ảnh hưởng của tăng thời gian sấy. Có thể giải thích rằng, khi thời gian sấy tăng lên quá trình oxy hóa sắc tố carotenoid sẽ diễn ra mạnh. Ngoài ra, trong cùng độ dày màng bột khi tăng nhiệt độ sấy thì giá trị a^* và b^* cũng tăng, điều này là do trong quả mít có chứa lượng đường cao và khi sấy bằng không khí nóng ở nhiệt độ cao sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho phản ứng Maillard, làm hóa nâu sản phẩm. Khi màu nâu tăng lên, thì giá trị L^* sẽ giảm và giá trị a^* sẽ tăng. Tương tự kết quả của Azizpour và cộng sự (2016) [12] đã quan sát rằng khi tăng nhiệt độ sấy và thời gian sấy thì giá trị L^* sẽ giảm và a^* , b^* sẽ tăng. Sự khác biệt về màu sắc (ΔE) là sự thay đổi màu sắc của mẫu đã xử lý đối với mẫu chuẩn cho biết ảnh hưởng của quá trình sấy lên màu sắc. Khi nhiệt độ và độ dày màng bột tăng lên thì giá trị ΔE cũng tăng lên, cho thấy rằng các biến số như vậy nếu không được xử lý sẽ ảnh hưởng xấu đến tổng màu. Kết quả này phù hợp với báo cáo của Azizpour và cộng sự (2016) [12] về ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến quá trình sấy bột xốp lên các đặc tính lý hóa và vi cấu trúc của bột tôm.

Trong nghiên cứu này, sản phẩm cuối có thành phần hóa lí của sản phẩm bột mít hòa tan thay đổi khá nhiều. Hàm lượng đường khử ít đổi, trong khi đó hàm lượng đường tổng tăng lên 11,27%, điều này là do trong quá trình tạo sản

phẩm đã bổ sung thêm phụ gia CMC (chất có cấu tạo hóa học là dạng đường) nên hàm lượng đường tổng tăng. Các chất dinh dưỡng như vitamin C và carotenoid trong sản phẩm cuối là 3,96 mg% và 5,34 μ g/g, bị giảm đáng kể trong quá trình sấy. Kết quả tương tự với

Kadam và cộng sự (2012) [16] và Muratore và cộng sự (2008) [18]. Sự thất thoát này xảy ra trong các quá trình chế biến nhiệt (quá trình sấy), cũng như là tác động của oxy, ánh sáng làm chúng bị oxy hóa.

V. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, dịch mứt sau khi xay với nước có thể tạo thành bột tốt bằng albumin là 4% và CMC 7,5% giúp khả năng tạo bột và độ ổn định bột tốt sau 3 giờ. Quá trình sấy bột bằng không khí nóng ở độ dày 3 mm và sấy ở nhiệt độ 60°C trong thời gian 175 phút giúp mang lại hiệu suất thu hồi

tốt, bột tạo ra có màu sắc đẹp, mịn và vẫn giữ được các chất dinh dưỡng. Bột mứt thành phẩm có độ ẩm là 4,28%; hoạt độ nước là 0,30; thời gian hoàn nguyên là 10 giây và giữ được hàm lượng vitamin C là 3,96 mg%; hàm lượng carotenoid là 5,34 μ g/g.

Tài liệu tham khảo

- Swami SB, Thakor NJ, Haldankar PM & Kalse SB. Jackfruit and Its Many Functional Components as Related to Human Health: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2012;11(6):565-576.
- An VN, ThinhP Van, Do VL, Duy NQ, Thuy DT & Hien TT. The Influencing Factors on the Production of Alcoholic Drinking from Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.). *Materials Science Forum*. 2012;1048:476-484.
- Kumoro AC, Sari DR, Pinandita APP, Retnowati DS, & Budiayati CS. Preparation of wine from jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) Juice using baker yeast: Effect of yeast and initial sugar concentrations. *World Applied Sciences Journal*. 2012;16(9):1262-1268.
- Marak NR, Nganthoibi RK, & Momin CW. (2019). Process Development for Brining of Tender Jackfruit. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2019;8(04):2408-2414.
- Phisut N. Spray drying technique of fruit juice powder: some factors influencing the properties of product. *International Food Research Journal*. 2012;19(4):1297-1306.
- Pandidurai G and Vennila P. Studies on Development of Fruit Powder from Muskmelon by Using Spray Drier. *Madras Agric J*. 2018;105 (4-6):215-219.
- Salahi MR, Mohebbi M & Taghizadeh M. Development of cantaloupe (*Cucumis melo*) pulp powder using foam-mat drying method: Effects of drying conditions on microstructural of mat and physicochemical properties of powder. *Drying Technology*. 2017;35(15):1897-1908.
- Wang Y, Wig TD, Tang J, and Hallberg LM. Dielectric properties of foods relevant to RF and microwave pasteurization and sterilization. *Journal of Food Engineering*. 2003;57:257-268.
- Quek SY, Chok NK, & Swedlund P. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*. 207;46(5):386-392.
- Khamjae T, & Rojanakorn T. Foam-mat drying of passion fruit aril. *International Food Research Journal*. 2018;25(1):204-212.
- Macedo LL, Corrêa JLG, Araújo CS., Vimercati WC, & Pio LAS. Process optimization and ethanol use for obtaining white and red dragon fruit powder by foam mat drying. *Journal of Food Science*. 2021; 86(2):426-433.

12. Azizpour M, Mohebbi M, & Khodaparast MHH. Effects of foam-mat drying temperature on physico-chemical and microstructural properties of shrimp powder. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2016;34:122–126.
13. Franco TS, Perussello CA, Ellendersen LN, & Masson ML. Effects of foam mat drying on physicochemical and microstructural properties of yacon juice powder. *LWT - Food Science and Technology*. 2016;66:503–513.
14. Ozkan IA, Akbudak B, & Akbudak N. Microwave drying characteristics of spinach. *Journal of Food Engineering*. 2007;78(2): 577–583.
15. Zheng XZ, Liu CH, & Zhou H. Optimization of Parameters for Microwave-Assisted Foam Mat Drying of Blackcurrant Pulp. *Drying Technology*. 2011;29(2):230–238.
16. Kadam DM, Wilson RA, Kaur S, & Manisha. Influence of foam mat drying on quality of tomato powder. *International Journal of Food Properties*. 2012;15(1):211–220.
17. Rajkumar P, Kailappan R, Viswanathan R, Raghavan GSV & Ratti C. Foam mat drying of Alphonso mango pulp. *Drying Technology*. 2007;25(2):357–365.
18. Muratore G, Rizzo V, Licciardello F, and Maccarone E. Partial dehydration of cherry tomato at different temperatures and nutritional quality of the products. *Food Chemistry*. 2008;111: 887-891.
19. Shivani, Anil K Verma, PC Sharma, Anil Gupta and Manisha Kaushal. Effect of foaming agent on quality and yield of foam mat dried papaya powder. *Int J Curr Microbiol App Sci*. 2019;8(12):2821-2835.