

NGHIÊN CỨU CHẾ BIẾN BỘT DINH DƯỠNG ĂN LIỀN TỪ KHOAI LANG RUỘT VÀNG

Đàm Thị Bích Phượng^{1*}, Hoàng Quang Bình²

¹Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM

²Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM

*Email: phuongdtb@hufi.edu.vn

Ngày nhận bài: 24/9/2020; Ngày chấp nhận đăng: 14/12/2020

TÓM TẮT

Hiện nay, các sản phẩm bột chế biến từ khoai lang ruột vàng khá phổ biến vì khoai lang là cây lương thực quan trọng trên thế giới có lợi cho sức khỏe với các hợp chất như protein, chất béo và β -carotene. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm tìm ra phương pháp chế biến bột dinh dưỡng ăn liền từ khoai lang ruột vàng và bột sữa với hương vị thơm ngon, có giá trị dinh dưỡng và được nhiều người ưa thích. Ảnh hưởng của thời gian hấp, nhiệt độ sấy, tỷ lệ phối trộn giữa bột khoai lang và bột sữa, cũng như sự biến đổi ẩm độ của mẫu trong quá trình bảo quản đã được thực hiện. Kết quả nghiên cứu cho thấy bột dinh dưỡng ăn liền được chế biến với các thông số kỹ thuật là hấp ở 100 °C trong 4 phút, sấy ở 90 °C trong 120 phút và tỷ lệ phối trộn giữa bột khoai lang và bột sữa là 1,0:0,8. Sản phẩm tạo thành có hàm lượng β -carotene 1780 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, hàm lượng protein 10,9 $\text{g}/100\text{ g}$, hàm lượng chất béo 10,3 $\text{g}/100\text{ g}$ và hàm lượng carbohydrate là 43,6 $\text{g}/100\text{ g}$. Sản phẩm sau chế biến đáp ứng các chỉ tiêu vi sinh vật theo quyết định số 46/2007/QĐ-BYT dành cho sản phẩm chế biến từ khoai củ.

Từ khóa: β -carotene, khoai lang ruột vàng, bột khoai lang, bột dinh dưỡng.

1. GIỚI THIỆU

Khoai lang được xếp hạng là cây lương thực quan trọng thứ bảy trong sản xuất nông nghiệp toàn cầu. Khoai lang là nguồn lương thực thiết yếu cho người thu nhập thấp. Nhiều hợp chất chống oxy hóa được tìm thấy trong khoai lang như carotenoid, polyphenol, axit ascorbic [1, 2]. Việt Nam là 1 trong 10 quốc gia có sản lượng khoai lang lớn trên thế giới, khoảng 1,4 triệu tấn năm 2014 và tổng diện tích canh tác 130,537 ha [3]. Hiện nay, tại nhiều quốc gia phát triển, khoai lang tươi thường được bảo quản và chế biến thành dạng khô và dùng trong nhiều công thức chế biến: mì, súp, nước giải khát, bánh mì, mứt và snack [4]. Tuy nhiên, tại Việt Nam, khoai lang được sử dụng chủ yếu ở hình thức chế biến hộ gia đình như hấp, chiên, nấu và chỉ một lượng nhỏ được chế biến dạng chiên/sấy theo quy mô công nghiệp; do đó, một sản lượng lớn khoai còn tồn đọng và chưa được khai thác triệt để.

Trước hiện trạng này, vấn đề đặt ra là cần phải đẩy mạnh nghiên cứu chế biến sản phẩm từ khoai lang giúp nâng cao giá trị kinh tế cho nguồn nguyên liệu này. Đã có nhiều nghiên cứu chế biến bột khoai lang [5-7], tuy nhiên, các nghiên cứu này chỉ mới dừng lại ở quy trình tạo ra bột khoai-sản phẩm bán thành phẩm. Hiện nay người tiêu dùng ngày càng có nhu cầu cao trong sử dụng các sản phẩm ăn liền. Do đó nghiên cứu chế biến bột dinh dưỡng ăn liền từ khoai lang đã được thực hiện thông qua các khảo sát như ảnh hưởng của thời gian hấp, nhiệt độ sấy cũng như tỷ lệ phối trộn bột khoai lang và bột sữa, thời gian bảo quản đến chất lượng sản phẩm bột dinh dưỡng khoai lang.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Khoai lang mật (khoai lang ruột vàng) được thu mua tại chợ nông sản Thủ Đức TP.HCM. Khoai lang được lựa chọn là những củ không bị hư dập, thối hỏng. Thành phần của nguyên liệu khoai lang (protein, chất béo, đường tổng, β -carotene) được phân tích tại Trung tâm Kỹ thuật Đo lường Chất lượng 3 TP.HCM. Sữa bột Nuti nguyên kem của thương hiệu Nutifood được mua tại Siêu thị Coop.mart có hàm lượng đạm 19 g/100 g, hàm lượng chất béo 22,6 g/100 g, hàm lượng carbohydrate 48,2 g/100 g.

2.2. Quy trình chuẩn bị bột khoai lang

Củ khoai lang được rửa sạch, gọt vỏ và bào mỏng với độ dày 0,1 cm. Sau đó khoai lang được hấp ở nhiệt độ 100 °C trong khoảng thời gian khảo sát từ 2-5 phút. Tiếp đó, nguyên liệu được sấy khô ở các nhiệt độ khảo sát từ 80-95 °C đến khi độ ẩm dưới 5%. Các lát khoai lang sấy sau khi được nghiền nhỏ và rây mịn với kích thước hạt bột 0,6 mm được phối trộn với bột sữa theo các tỷ lệ khảo sát từ 1,0:0,1; 1,0:0,2; 1,0:0,5; 1,0:0,8; 1,0:1,0 g/g. Sản phẩm bột khoai ăn liền được bao gói trong bao polyamide tráng nhôm và bảo quản ở nhiệt độ phòng.

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Ẩm độ

Mẫu phân tích được sấy ở nhiệt độ 105 °C đến khối lượng không đổi. Ẩm độ của mẫu được xác định theo công thức: $MC = \frac{m_0 - m_i}{m_0} * 100$; trong đó: MC là ẩm độ của mẫu (%), m_0 là khối lượng mẫu trước khi sấy (g) và m_i là khối lượng mẫu sau khi sấy (g).

2.3.2. Hàm lượng β -carotene

Hàm lượng β -carotene được phân tích bằng phương pháp sắc ký lỏng hiệu năng cao sử dụng máy HPLC Agilent 1260, đầu dò DAD ở bước sóng 450 nm, cột Purospher® STAR RP-18 endcapped (5 μ m) LiChroCART® 250-4,6. Tốc độ dòng được điều chỉnh ở 1,2 mL/phút. Chương trình chạy được thiết kế đẳng dòng với pha động gồm acetonitril-methanol-dicloromethan với tỷ lệ 70:20:10. Thể tích tiêm mẫu là 20 μ L. Nhiệt độ cột được cài đặt ở 40 °C. Phương trình đường chuẩn được xây dựng với β -carotene chuẩn có nồng độ từ 2,5 đến 100 μ g/g.

2.3.3. Phương pháp cảm quan

Bột dinh dưỡng được hòa tan bằng nước ấm 50-60°C với tỷ lệ 15 g bột và 100 mL nước. Mẫu được đánh giá cảm quan thị hiếu về mức độ yêu thích sản phẩm với 60 cảm quan viên là sinh viên, giảng viên và nhân viên làm việc tại Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.Hồ Chí Minh. Phương pháp cảm quan được sử dụng là phương pháp cho điểm thị hiếu.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Trong nghiên cứu này, số liệu thực nghiệm được trình bày dưới dạng trung bình và độ lệch chuẩn, mỗi phép đo được lặp lại 3 lần ($n = 3$). Sự khác biệt có ý nghĩa giữa các mẫu nghiệm thức được đánh giá bằng phương pháp phân tích phương sai ANOVA ($\alpha = 0,05$) và kiểm định Student ($\alpha = 0,05$). Phần mềm quy hoạch thực nghiệm và xử lý thống kê được sử dụng là JMP 13, Excel 2013.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khảo sát nguyên liệu đầu vào

Thành phần dinh dưỡng của khoai lang ruột vàng sử dụng trong nghiên cứu được phân tích tại Trung tâm Kỹ thuật Đo lường Chất lượng 3 TP.HCM. Kết quả cho thấy khoai lang ruột vàng được sử dụng trong nghiên cứu có hàm lượng protein là 1,5 g/100 g và chất béo là 0,18 g/100 g (Bảng 1). Các nghiên cứu trước đó cho thấy khoai lang ruột vàng có hàm lượng protein và chất béo lần lượt là 1,91-5,83% và 0,17-0,63% [8], 3,69% và 0,42% [9], 2,84% và 1,00% [10]. Sự khác biệt này có thể do độ chín thu hoạch, điều kiện canh tác, điều kiện bảo quản sau thu hoạch. Hàm lượng chất béo của khoai lang được sử dụng trong nghiên cứu có sự khác biệt so với các loại củ lương thực phổ biến khác như khoai tây lần lượt là 0,09%, khoai mì 0,28%, khoai lang trắng 0,05% và khoai mỡ là 0,17% [11].

Khoai lang có hàm lượng chất béo thấp là điều thuận lợi cho chế biến các sản phẩm dinh dưỡng có lợi cho sức khỏe của người tiêu dùng. Hàm lượng protein thấp của khoai lang có thể được cải thiện bằng cách kết hợp khoai lang với các nguồn thực phẩm giàu protein khác như sữa giúp nâng cao chất lượng dinh dưỡng sản phẩm. Hàm lượng β -carotene có trong khoai lang ruột vàng được sử dụng trong nghiên cứu này có hàm lượng tương đối cao và cũng khá tương đồng với các nghiên cứu về khoai lang ruột vàng trước đó là 6,2-231 $\mu\text{g/g}$ [12].

Bảng 1. Thành phần hóa học của khoai lang ruột vàng được sử dụng trong nghiên cứu

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	Hàm lượng protein	g/100g	1,50
2	Hàm lượng chất béo	g/100g	0,18
3	Hàm lượng đường tổng theo glucose	g/100g	17,4
4	Hàm lượng β -carotene	$\mu\text{g/g}$	22,16

3.2. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian hấp đến độ chín khoai lang

Kết quả đánh giá cho thấy không có sự khác biệt nhiều về mùi vị và màu sắc. Tuy nhiên về kết cấu có sự khác biệt giữa các mẫu khảo sát (Bảng 2). Trong quá trình hấp, hạt tinh bột trong khoai nhận nước từ hơi nước và thực hiện quá trình trương nở; dưới tác động của nhiệt độ hạt tinh bột bị biến tính dẫn đến làm lỏng lẻo cấu trúc thành tế bào của mẫu, khi thời gian hấp kéo dài trên 5 phút, thành tế bào của khoai bị phá vỡ nhiều dẫn đến lát khoai sau khi hấp bị nát vỡ. Trong khoai có β -carotene, dưới tác động của nhiệt độ, vách tế bào thực vật bị phá vỡ, phóng thích β -carotene cho sản phẩm có màu vàng đặc trưng trong khoai lang có chứa enzyme polyphenol oxydase và peroxidase, đây là các enzyme dẫn đến các phản ứng hóa nâu [13]. Thời gian hấp trên 3 phút có thể đã giúp ức chế hoạt động của các enzyme này giúp cho khoai sau hấp có màu sáng. Tóm lại, thời gian hấp 4 phút cho khoai sau hấp và sau sấy có kết quả cảm quan tốt về màu, mùi vị cũng như độ chín.

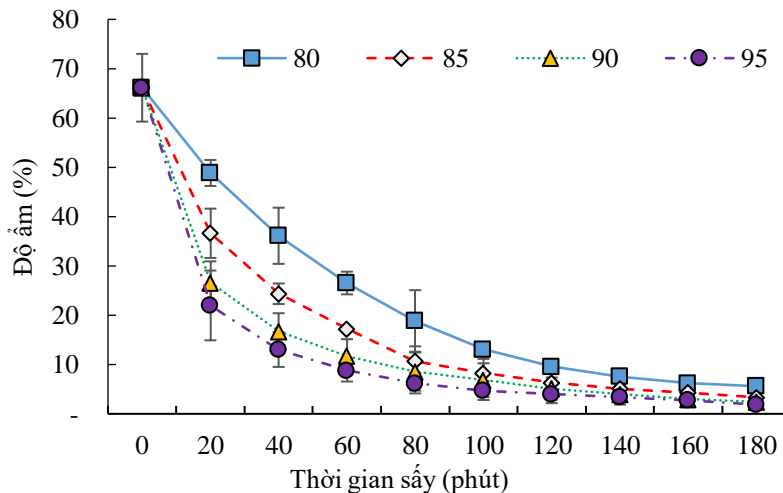
Bảng 2. Ảnh hưởng của thời gian hấp tại nhiệt độ 100 °C đến các đặc điểm cảm quan của khoai lang ruột vàng sau sấy ở nhiệt độ 90 °C.

Thời gian hấp (phút)	Tổng hạng	Đặc điểm	Hình minh họa
2	41 ^c	Lát khoai có màu tối Màu vàng hơi đục	
3	94 ^b	Lát khoai màu vàng sáng	
4	114 ^a	Lát khoai màu vàng sáng	
5	51 ^c	-	

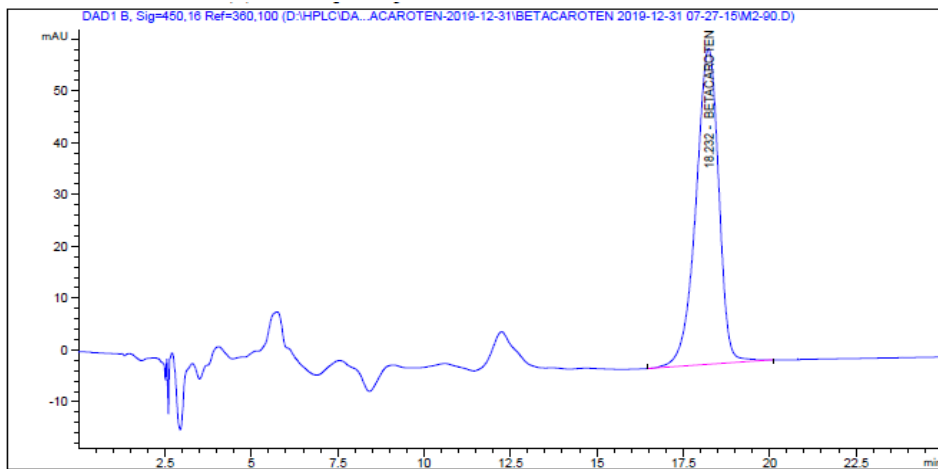
N = 30. ^{a,b,c}: Các ký tự thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

3.3. Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến độ ẩm và hàm lượng β -carotene của bột khoai lang

Kết quả cho thấy sự khác biệt về nhiệt độ sấy đã ảnh hưởng đến tốc độ giảm ẩm của mẫu trong quá trình sấy cũng như hàm lượng β -carotene và đặc điểm cảm quan của mẫu sau sấy, nhiệt độ sấy càng cao thời gian sấy càng giảm. Để kết quả đạt cùng giá trị ẩm dưới 5% mẫu sấy ở các nhiệt độ 80, 85, 90 và 95 °C cần thời gian sấy tương ứng lần lượt là 180, 140, 120 và 100 phút. Đường cong giảm ẩm thể hiện trong Hình 1 cho thấy trong cùng một nhiệt độ sấy tốc độ giảm ẩm của mẫu khoai lang là khác nhau trong từng giai đoạn sấy khác nhau. Hiện tượng này cũng đã được ghi nhận trong các nghiên cứu về bí đỏ sấy [14], cà chua sấy [15]. Trong giai đoạn đầu của quá trình sấy, nước trong mẫu chủ yếu là nước tự do nên dễ bay hơi; càng về cuối quá trình sấy nước trong mẫu lúc này chủ yếu là nước liên kết khó bay hơi, đồng thời bề mặt của khoai trở nên khô chắc làm hạn chế khả năng thoát hơi nước của mẫu.



Hình 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến sự biến đổi hàm lượng ẩm của khoai lang ruột vàng trong quá trình sấy.



Hình 2. Sắc ký đồ hàm lượng β -carotene của mẫu bột khoai lang sấy tại 90 °C

Quá trình thực nghiệm cho thấy sự thay đổi nhiệt độ sấy đã ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$ đến hàm lượng β -carotene có trong mẫu khoai sau sấy (Bảng 3). Kết quả cho thấy tăng nhiệt độ từ 80 °C đến 90 °C đã làm tăng hàm lượng β -carotene lên 1,74 lần. Gia tăng nhiệt độ sấy đã giúp rút ngắn thời gian sấy dẫn đến giảm các tác động của nhiệt độ, oxy đến sự ổn định hàm lượng β -carotene có trong mẫu. Tuy nhiên khi tiếp tục tăng nhiệt độ sấy lên 95 °C đã làm giảm 0,82 lần hàm lượng hợp chất này, do β -carotene là hợp chất nhạy cảm với nhiệt độ, nên ở nhiệt độ như 95 °C đã làm giảm hàm lượng hợp chất này. Xu hướng biến đổi này cũng đã được ghi nhận trong nghiên cứu về bí đỏ sấy [14], trái mơ sấy [16].

Các nghiên cứu trước đó cho thấy hàm lượng carotene có trong bột khoai lang chế biến bằng phương pháp sấy năng lượng mặt trời là 18,38-13,77 $\mu\text{g/g}$ [17], phương pháp sấy khí nóng là 32,6 và 34,6 $\mu\text{g/g}$ [18], phương pháp sấy trống là 4,88-8,03 $\mu\text{g/g}$ [19], các giá trị trên khác biệt so với mẫu bột khoai lang trong nghiên cứu này có thể đến từ nguyên nhân khác phương pháp sấy, nguồn nguyên liệu. Khoai lang được sấy tại 90 °C trong thời gian 120 phút đạt giá trị hàm lượng β -carotene cao nhất (Hình 2) cũng như giúp tiết kiệm thời gian sấy.

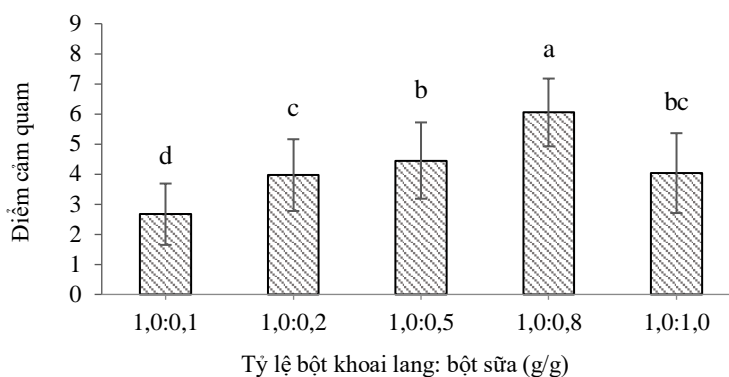
Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng β -carotene và đặc điểm cảm quan của bột khoai lang

Nhiệt độ sấy (°C)	Hàm lượng β -carotene ($\mu\text{g/g}$)*	Đặc điểm cảm quan
80	18,20 ^d ± 0,90	Màu vàng đặc trưng, mùi thơm dịu, bột mịn, đồng nhất
85	20,52 ^c ± 0,91	
90	31,81 ^a ± 0,25	
95	26,24 ^b ± 0,57	

*: Kết quả được phân tích tại Trung tâm Việt Đức - Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM
 Mẫu (n = 3) có độ ẩm 5% được sấy tại các điều kiện 80 °C-180 phút, 85 °C-140 phút, 90 °C-120 phút và 95 °C-100 phút. ^{a,b,c}: Các ký tự thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

3.4. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn bột khoai lang và bột sữa đến chất lượng cảm quan của sản phẩm

Tỷ lệ phối trộn bột khoai lang: bột sữa khác nhau đã ảnh hưởng đến sự yêu thích của các cảm quan viên đối với sản phẩm bột khoai lang ăn liền (Hình 3).



Hình 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn bột khoai lang và bột sữa đến điểm cảm quan về mức độ yêu thích thị hiếu theo thang 9 điểm của sản phẩm bột dinh dưỡng.

1: Cực kỳ ghét, 9: Cực kỳ thích, n = 60.

Các ký tự (a,b,c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Bổ sung thêm bột sữa đã giúp cho vị của sản phẩm hài hòa hơn cũng như mùi thơm được gia tăng; trong đó mẫu có tỷ lệ phối trộn là 1,0:0,8 cho điểm cảm quan cao nhất là 6,05 điểm. Tuy nhiên khi tỷ lệ phối trộn bột khoai lang và bột sữa vượt quá tỷ lệ này thì sản phẩm lại nồng đậm mùi sữa, ít hương vị đặc trưng của khoai lang nên đã làm giảm độ yêu thích của sản phẩm đối với các cảm quan viên. Tỷ lệ phối trộn bột khoai lang và bột sữa là 1,0: 0,8 cho sản phẩm có chất lượng cảm quan tốt được nhiều cảm quan viên yêu thích nhất.



Hình 4. Sản phẩm bột dinh dưỡng sau khi phối trộn bột khoai lang và bột sữa theo các tỷ lệ khác nhau

3.5. Chỉ tiêu chất lượng của bột dinh dưỡng khoai lang

Bột khoai lang có hàm lượng protein, chất béo và hàm lượng đường tổng tăng cao hơn so với khoai tươi (Bảng 1 và 4). Nguyên nhân là do quá trình sấy loại bỏ đi nước có trong nguyên liệu nên hàm lượng các chất khô tăng.

Bảng 4. Thành phần hóa học của bột khoai lang

STT	Chỉ tiêu chất lượng*	Đơn vị	Kết quả
1	Hàm lượng protein	g/100g	4,61
2	Hàm lượng béo	g/100g	0,59
3	Hàm lượng đường tổng theo glucose	g/100g	40,0
4	Chất xơ thô	g/100g	2,16
5	Hàm lượng β -carotene	$\mu\text{g/g}$	31,81

*: Kết quả được phân tích tại Trung tâm Kỹ thuật Đo lường Chất lượng 3 TP.HCM.

Hàm lượng protein của bột khoai lang ăn liền trong nghiên cứu này là 10,9 g/100 g cao hơn gấp 1,9 lần (5,6 g/100 g), hàm lượng lipid là 10,3 g/100 g cao gấp 8,1 lần (1,26 g/100 g), hàm lượng carbohydrate thấp hơn 1,4 lần (64,37 g/100 g) so với bột khoai lang tím, chuối xiêm ăn liền [20]. Sản phẩm bột khoai lang ăn liền của nghiên cứu này có hàm lượng vi sinh vật nằm trong khoảng cho phép theo 46/2007/QĐ-BYT [21].

Bảng 5. Chi tiêu chất lượng của bột khoai ăn liền làm từ bột khoai lang ruột vàng và bột sữa. Mẫu được đánh giá là mẫu sau khi chế biến

Chỉ tiêu chất lượng*	Đơn vị	Hàm lượng	Tiêu chuẩn**
Năng lượng	Kcal/100g	310,7	-
Hàm lượng protein	g/100 g	10,9	-
Hàm lượng lipid	g/100 g	10,3	-
Hàm lượng cacbohydrate	g/100 g	43,6	-
Hàm lượng β-caroten	μg/100 g	1780	-
Tổng số vi sinh vật hiếu khí	CFU/g	$2,6 \times 10^2$	10^4
Coliform	CFU/g	0	10
<i>E. coli</i>	CFU/g	0	3
<i>Clostridium perfringens</i>	CFU/g	0	10
Tổng số nấm men, nấm mốc	CFU/g	0	10^2

-: Chưa có tiêu chuẩn

*Kết quả được phân tích tại Trung tâm Kỹ thuật Đo lường Chất lượng 3 TP.HCM.

**Theo Quyết định số 46/2007/QĐ-BYT.

3.6. Biến đổi ẩm độ và cảm quan sản phẩm trong thời gian bảo quản 1 tháng

Thời gian bảo quản tăng đã làm tăng hàm lượng ẩm của bột dinh dưỡng từ 3,72% đến 5,72% sau 1 tháng bảo quản (Bảng 6). Trong quá trình bảo quản, ẩm từ môi trường bảo quản di chuyển qua màng vật liệu bao gói đi vào không gian bên trong túi bao gói sản phẩm, hàm lượng ẩm này được bột dinh dưỡng hấp thụ, dẫn đến làm tăng hàm lượng ẩm của mẫu. Tham chiếu tiêu chuẩn các sản phẩm dạng bột như bột mì [22], bột sắn [23], bột sữa [24], sản phẩm của nghiên cứu sau 1 tháng bảo quản vẫn đảm bảo yêu cầu về ẩm độ.

Bảng 6. Biến đổi hàm lượng ẩm và đặc điểm cảm quan của bột dinh dưỡng được bảo quản trong bao polyamide tráng một mặt nhôm tại nhiệt độ phòng 29-31°C.

Thời gian bảo quản (tuần)	Hàm lượng ẩm (%)	Đặc điểm cảm quan
Ban đầu	$3,72^a \pm 0,31$	Màu vàng đặc trưng, không có mùi lạ, bột mịn, đồng nhất
1	$4,21^b \pm 0,28$	
2	$4,37^b \pm 0,46$	
3	$5,08^c \pm 0,45$	
4	$5,72^d \pm 0,72$	

^{a, b, c, d}: các ký tự thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

4. KẾT LUẬN

Bột dinh dưỡng khoai lang ăn liền được chế biến từ bột khoai lang ruột vàng và bột sữa có chất lượng tốt về cảm quan, thành phần hóa học và chỉ tiêu vi sinh vật khi các chế biến theo các thông số như thời gian hấp 4 phút, nhiệt độ sấy 90°C, tỷ lệ phối trộn bột khoai lang và bột sữa (1,0:0,8). Bên cạnh đó, sản phẩm của nghiên cứu có nhiều tiềm năng trong ứng dụng thực tiễn để hình thành sản phẩm chất lượng cao đáp ứng thị hiếu người tiêu dùng. Hướng nghiên cứu mở rộng tiếp theo cần xác định thời gian, nhiệt độ bảo quản bột dài hơn với các dạng bao bì khác để đưa ra thời hạn sử dụng thích hợp.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này do Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP. Hồ Chí Minh bảo trợ và cấp kinh phí theo Hợp đồng số 43/HĐ-DCT ngày 03/09/2019.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Moumouni Koala A.H., Somé K., Palé E., Sérémé A., Belem J., & Nacro M. - Evaluation of eight orange fleshed sweetpotato (OFSP) varieties for their total antioxidant, total carotenoid and polyphenolic contents, *Evaluation* **3** (4) (2013) 67-72.
2. Teow C.C., Truong V.D., McFeeters R.F., Thompson R.L., Pecota K.V., & Yencho G.C. - Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours, *Food chemistry* **103** (3) (2007) 829-838.
3. FAO United Nations - Food and Agriculture Organization, FAOSTAT (2014). <http://faostat3.fao.org/home/E>.
4. Bovell-Benjamin A.C. - Sweet potato: a review of its past, present, and future role in human nutrition, *Advances in Food and Nutrition Research* **52** (2007) 1-59.
5. Bechoff A., Dufour D., Dhuique-Mayer C., Marouzé C., Reynes M., & Westby A. - Effect of hot air, solar and sun drying treatments on provitamin A retention in orange-fleshed sweetpotato, *Journal of Food Engineering* **92** (2) (2009) 164-171.
6. Sebben J.A., Trierweiler L.F., & Trierweiler J.O. - Orange-fleshed sweet potato flour obtained by drying in microwave and hot air, *Journal of Food Processing and Preservation* **41** (1) (2017) e12744.
7. Yan W.Q., Zhang, M.I.N., Huang L.L., Mujumdar A.S., & Tang J. - Influence of microwave drying method on the characteristics of the sweet potato dices, *Journal of Food Processing and Preservation* **37** (5) (2013) 662-669.
8. Alam M.K., Rana Z.H., & Islam S.N. - Comparison of the proximate composition, total carotenoids and total polyphenol content of nine orange-fleshed sweet potato varieties grown in Bangladesh, *Foods* **5** (3) (2016) 64.
9. Rodrigues N.D.R., Barbosa Junior J.L., & Barbosa M.I. - Determination of physico-chemical composition, nutritional facts and technological quality of organic orange and purple-fleshed sweet potatoes and its flours, *International Food Research Journal* **23** (5) (2016) 2071-2078.
10. Endrias D., Negussie R., & Gulelat D. - Comparison of three sweet potatoes (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) varieties on nutritional and anti-nutritional factors, *Global Journal of Science Frontier Research: D Agriculture and Veterinary* **16** (4) (2016) 1-11.
11. Lyimo M., Gimbi D.M., Kihinga T. - Effect of processing methods on nutrient contents of six sweet potato varieties grown in lake zone of Tanzania, *Tanzania Journal of Agricultural Sciences* **10** (1), (2010) 55-61.

12. Oki T., Nagai S., Yoshinaga M., Nishiba Y., & Suda I. - Contribution of β -carotene to radical scavenging capacity varies among orange-fleshed sweet potato cultivars, *Food Science and Technology Research* **12** (2) (2006) 156-160.
13. Manohan D., & Wai W.C.- Characterization of polyphenol oxidase in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.), *Journal for the Advancement of Science and Arts* **3** (1) (2012) 14-31.
14. Onwude D.I., Hashim N., Janius R., Nawi N.M., & Abdan K. - Color change kinetics and total carotenoid content of pumpkin as affected by drying temperature, *Italian Journal of Food Science* **29** (1) (2017) 1-18.
15. Mariem S.B., Mabrouk S.B., & Khan M. - Drying characteristics of tomato slices and mathematical modeling, *International Journal of Energy Engineering* **4** (2014) 17-24.
16. Ihns R., Diamante L.M., Savage G. P., & Vanhanen L. - Effect of temperature on the drying characteristics, colour, antioxidant and beta-carotene contents of two apricot varieties, *International Journal of Food Science & Technology* **46** (2) (2011) 275-283.
17. Chilungo S., Muzhingi T., Truong V.D., & Allen J.C. - Effect of storage and packaging materials on color and carotenoid content of orange-fleshed sweetpotato flours, *International Journal of Innovative Science and Research Technology* **4** (9) (2019) 361-369.
18. Ahmed M., Sorifa A.M., & Eun J.B. - Effect of pretreatments and drying temperatures on sweet potato flour, *International Journal of Food Science & Technology* **45** (4) (2010) 726-732.
19. Ruttarattanamongkol K., Chittrakorn S., Weerawatanakorn M., & Dangpium N. - Effect of drying conditions on properties, pigments and antioxidant activity retentions of pretreated orange and purple-fleshed sweet potato flours, *Journal of food science and technology* **53** (4) (2016) 1811-1822.
20. Nguyễn Duy Tân, Trần Phương Lan, Nguyễn Thị Hạnh Dung và Nguyễn Minh Thủy - 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) (2019) 39-48.
21. Bộ Y tế - Quyết định số 46/2007/QĐ-BYT về việc ban hành “Quy định giới hạn tối đa ô nhiễm sinh học và hóa học trong thực phẩm” - Sản phẩm chế biến từ ngũ cốc, khoai củ, đậu, đỗ: bánh, bột (đùng trực tiếp, không qua xử lý nhiệt trước khi sử dụng).
22. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 4359:2008 CODEX STAN 152-1985, Rev.1-1995 - Bột mỳ, Bộ Khoa học và Công nghệ, Hà Nội (2008)
23. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8796:2011 - Bột sắn thực phẩm, Bộ Khoa học và Công nghệ, Hà Nội (2011).
24. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 5538:2002 - Sắn bột - Quy định kỹ thuật, Bộ Khoa học và Công nghệ, Hà Nội (2002).

ABSTRACT

RESEARCH ON PROCESSING NUTRITIONAL POWDER FROM YELLOW-FLESH SWEET POTATOES

Dam Thi Bich Phuong^{1*}, Hoang Quang Binh²

¹*Ho Chi Minh City University of Food Industry*

²*Nong Lam University - Ho Chi Minh City*

*Email: *phuongdtb@hufi.edu.vn*

Currently, powdered sweet potato products are quite popular as they are an important food crop worldwide with compounds such as protein, fat and β -carotene. This study was carried out to determine the optimal procedure to make instant powder from yellow flesh sweet potato and milk powder with delicious taste and nutritional value. Effects of steaming time, drying temperature, mixing ratio between sweet potato powder and milk powder as well as moisture content of the sample during storage were investigated. The results showed that instant sweet potato powder was processed by steaming raw sweet potato at 100 °C for 4 minutes, followed by drying at 90 °C for 120 minutes and the mixing ratio between sweet potato powder and milk powder is 1.0:0.8. The obtained instant powder achieved good sensory value of 6.1/9 points and β -carotene concentration of 1780 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, protein content of 10.9 g/100 g, fat content of 10.3 g/100 g, and carbohydrate content of 43.6 g/100 g. The microbial quality of the product was observed to follow the microbiological criteria according to Decision No. 46/2007/QĐ-BYT for products processed from tubers.

Keywords: β -carotene, yellow fleshed sweet potato, sweet potato powder, nutritional powder.