

## ẢNH HƯỞNG CỦA KỸ THUẬT RANG HẠT, KIỀM HÓA VÀ CHẤT NHũ HÓA ĐẾN CÁC ĐẶC TÍNH LÝ HÓA HỌC CỦA BỘT CA CAO

Nguyễn Minh Thủy<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Khoa Nông nghiệp & Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

### Thông tin chung:

Ngày nhận: 23/06/2014

Ngày chấp nhận: 30/12/2014

### Title:

Effect of roasting, alkalization and emulsifiers on physico-chemical properties of cocoa powder

### Từ khóa:

Bơ cao, bột cao, chất nhũ tương, kiềm hóa, rang

### Keywords:

Alkalization, cocoa butter, cocoa powder, emulsifier, roasting

### ABSTRACT

The study was conducted to investigate the effects of roasting temperature (105, 120, 135°C) and duration (30, 40 and 50 minutes), types of alkali ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  and  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) with concentration (0.3, 0.5, 1, 1.5 and 2%), degree of fineness of cocoa powder (40, 100, 140 and 200 mesh) and cocoa butter content in cocoa powder (10, 15, 20 and 25%) on the quality of cocoa powder. The results showed that the high roasting temperature and the long time gave a poor quality in terms of color and flavor. Potassium carbonate at 0.3% gave ideal color of cocoa powder. The relationship between dispersibility of cocoa powder and degree of fineness, cocoa butter with time was found. Cocoa powder of 15% cocoa butter gave the better dispersibility. The effects of four types of emulsifiers and cocoa butter content were investigated. Optimum levels for emulsifiers were determined. It was found that emulsion stability and viscosity of whipped mixture increased with higher levels of emulsifiers and cocoa butter contents.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện trên cơ sở khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ (105, 120 và 135°C) và thời gian rang hạt cao (30 đến 50 phút), loại chất kiềm ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  và  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) và nồng độ (0,3 đến 2%) đến chất lượng bột cao. Kết quả cho thấy nhiệt độ rang cao và thời gian kéo dài ảnh hưởng không tốt đối với màu sắc và mùi vị hạt cao. Carbonate kali được sử dụng với hàm lượng 0,3% cho bột cao có màu sắc lý tưởng. Tương quan giữa mức độ phân tán của bột cao và độ mịn của hạt, hàm lượng bơ cao (trong bột cao) cùng với thời gian cũng được thiết lập. Mức độ phân tán tốt thể hiện với bột cao chứa 15% bơ cao. Ảnh hưởng của bốn loại chất nhũ hóa cũng được nghiên cứu với mức tối ưu cho tất cả các chất nhũ hóa được xác định. Độ bền nhũ tương và độ nhớt của hỗn hợp tăng theo hàm lượng của chất nhũ hóa và bơ cao.

## 1 GIỚI THIỆU

Ca cao (*Theobroma ca cao*) được phân loại thuộc họ Trôm (*Sterculiaceae*). Hạt ca cao thương mại là hạt đã được lên men và sấy khô. Sản phẩm của ca cao nib là chocolate, bột ca cao và bơ ca

cao. Bột ca cao là sản phẩm từ hạt ca cao rang và cũng được sử dụng làm nguyên liệu cho chế biến chocolate. Mùi vị ca cao quan trọng cho tiến trình chế biến chocolate và có thể phát triển qua hai giai đoạn, trước tiên là ở giai đoạn ủ lên men sau khi thu hoạch và sau đó tiếp tục phát triển ở công đoạn

chế biến sản phẩm (giai đoạn rang). Trong công nghệ chế biến bột ca cao, khoảng 50% chất béo được ép ra khỏi hạt ca cao. Chất lượng bột ca cao có thể được cải thiện bởi quá trình rang hạt, xử lý với dung dịch kiềm và chất nhũ hóa được áp dụng. Vấn đề chủ yếu của quy trình chế biến bột ca cao là sản phẩm tạo thành có thể được chấp nhận theo yêu cầu của thị trường với mùi vị thơm ngon, màu sắc đẹp và mức độ phân tán tốt trong nước. Ca cao được xử lý với chất kiềm có thể cải thiện được chất lượng, màu ca cao đậm hơn, tăng cường mùi, giảm vị đắng và tăng mức độ phân tán của bột ca cao trong các dạng nước uống từ ca cao (Miller *et al.*, 2008). Chất nhũ hóa được sử dụng cũng nhằm ổn định độ bền nhũ tương của bơ ca cao còn lại trong bột ca cao trong nước. Mục tiêu của nghiên cứu nhằm xác định các biện pháp xử lý ca cao tối ưu trong tiến trình chế biến nhằm cải thiện chất lượng sản phẩm bằng việc nâng cao giá trị cảm quan và tăng khả năng phân tán của bột ca cao trong sản phẩm nước ca cao uống.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Ảnh hưởng của kỹ thuật rang và kiềm hóa đến các chỉ tiêu chất lượng của bột ca cao

Nghiên cứu được thực hiện tại phòng thí nghiệm Bộ môn Công nghệ thực phẩm, Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ và Viện Kỹ thuật Châu Á (AIT), Thailand.

#### 2.1.1 Chuẩn bị nguyên liệu

Hạt ca cao đã lên men sử dụng cho nghiên cứu được thu nhận tại vườn ca cao tỉnh Bến Tre. Hàm lượng ẩm của hạt ca cao khoảng 5-6% (căn bản ướt). Hạt ca cao được sấy khô ở nhiệt độ 70-75°C đến khi độ ẩm đạt khoảng 3%. Hạt ca cao khô được đóng bao kín và trữ ở nhiệt độ phòng. Trước khi rang, hạt được kiểm tra màu của nội nhũ bằng máy đo màu.

#### 2.1.2 Rang hạt

Mẫu hạt ca cao được rang theo từng mẻ 10 kg bằng thiết bị sấy thùng quay với nhiệt độ được kiểm soát từ 105 đến 135°C với thời gian rang từ 30 đến 50 phút (cách nhau 10 phút).

#### 2.1.3 Đánh giá chất lượng hạt ca cao rang

– **Xác định độ ẩm** (Phương pháp AOAC, 1971).

**Xác định các thành phần hóa học:** hàm lượng ni-tơ tổng số (%) (phương pháp Micro-Kjeldahl), hàm lượng acid (%) (phương pháp chuẩn độ dựa vào giá trị pH dừng), hàm lượng đường khử (%)

(phương pháp Munson và Walker, 1970), hàm lượng acid amin tự do trong hạt ca cao (phương pháp Ninhydrin trắc quang cải tiến của Troll và Cannan, 1953).

– **Đo màu sắc hạt:** màu hạt ca cao được đo bằng dụng cụ đo Model TC-P3 trong không gian màu CIE 1931 XYZ.

Phân tích thống kê ANOVA được sử dụng so sánh màu hạt trong quá trình rang và phân tích hồi quy đa biến được ứng dụng để xác định tương quan giữa các giá trị màu của bột ca cao theo mức độ mịn và hàm lượng bơ ca cao còn lại trong bột.

#### 2.1.4 Kiểm hóa

Phần ca cao (dạng mỏng sau khi ép tách bơ) được kiềm hóa trong dung dịch kiềm ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  và  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) với các hàm lượng thay đổi từ 0,3 đến 2%. Nhiệt độ kiểm soát cho các nghiên cứu này được thực hiện trong khoảng 70 đến 80°C. Sau đó, mẫu được sấy khô trong khoảng 24 giờ để hàm ẩm giảm đến 3,5%. Sau đó, kiểm tra pH, màu sắc, mùi vị và khả năng phân tán của bột ca cao.

### 2.2 Ảnh hưởng của các chất nhũ tương hóa

#### 2.2.1 Chuẩn bị mẫu

Mẫu bột cacao 1 kg được sử dụng cho nghiên cứu với hàm lượng bơ ca cao thay đổi từ 10 đến 25% và mức độ mịn của hạt từ 40 đến 200 mesh.

#### 2.2.2 Phân tích mẫu

#### Kiểm tra độ phân tán của bột ca cao

**Phần trăm nước tách ra (Y)** được xác định là lượng nước tách ra từ hỗn hợp. Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên. Cân 3 g bột ca cao và cho vào bình chứa 25 ml nước nóng, hỗn hợp được khuấy bằng máy khuấy từ cho đến khi bột phân tán hoàn toàn, sau đó chuyển hỗn hợp qua ống đong có vạch. Thể tích nước tách ra từ hỗn hợp được ghi nhận trong khoảng 50 phút (đọc dữ liệu sau mỗi 5 phút). Kiểm tra mức độ phân tán của bột ca cao kiềm hóa và so sánh với mẫu đối chứng cũng được thực hiện đồng thời.

**Phân tích thống kê:** phân tích thống kê (STATGRAPHIC) được sử dụng để chọn mô hình phù hợp cho các dữ liệu thu thập. Mô hình 3 được đề xuất (giá trị Y) trong trường hợp này

$$Y = b_0 + \sum_{n=1}^3 b_n X_n + \sum_{n=1}^3 b_{nn} X_n^2 + \sum_{n \neq m=1}^3 b_{nm} X_n X_m \quad (3)$$

Trong đó:  $b_0$  là hệ số;  $b_n$ ,  $b_{nn}$  và  $b_m$  là các hệ số bậc 1, bậc 2 của phương trình hồi quy;  $X_n$ ,  $X_m$  là các giá trị của biến độc lập.

Để chọn được các điều kiện tối ưu, phân tích hồi quy đa biến được áp dụng diễn tả sự thay đổi mức độ phân tán (hay sự tách nước) của bột ca cao được xác định là biến phụ thuộc vào hàm lượng bơ ca cao (trong bột ca cao), kích cỡ hạt và thời gian ghi nhận (ký hiệu là  $X_1$ ,  $X_2$  và  $X_3$ , tương ứng). Mô hình được chọn là mô hình có  $R^2$  cao so với các mô hình khác. Ngoài ra, để kiểm tra sự tương quan giữa độ phân tán của bột ca cao và hàm lượng hoặc chất kiểm sử dụng, mô hình trên được xây dựng dựa trên các biến độc lập là nồng độ chất kiểm và thời gian xử lý.

– **Đo độ nhớt:** hỗn hợp nhũ tương được cho vào cốc thủy tinh và ổn định ở nhiệt độ 20°C trong khoảng 20 phút. Sau đó đo độ nhớt của hỗn hợp này trong 40 giây bằng Brookfield Viscometer. Lực cần thiết tác động lên trục quay cố định là 60 rpm, nhiệt độ trong suốt tiến trình đo là 20±1°C. Lặp lại quá trình đo 3 lần cho mỗi mẫu.

– **Độ bền nhũ tương (ES):** ES là khả năng tạo nhũ tương bền và không thay đổi trong các điều kiện xử lý. Sử dụng phương pháp của InKlaar và Fortuin (1969), Hutton và Camphbell (1977). Các chất nhũ hóa được sử dụng (Polysorbate, Sorbitane monostearate và hai loại Lecithin-dạng trích từ lòng đỏ trứng và dầu đậu nành) với nồng độ thay đổi 0,25 đến 0,7% (cách nhau 0,15%). Hai mẫu bột ca cao chứa 15 và 20% bơ ca cao được bổ sung

các chất nhũ hóa và được khuấy trộn với tốc độ 20.000 rpm trong 2 phút. Kế tiếp, hỗn hợp nhũ tương được chuyển qua ống ly tâm và ủ ở nhiệt độ phòng trong 30 phút. Sau thời gian này, các ống mẫu được cho vào máy ly tâm và quá trình ly tâm được thực hiện trong khoảng 30 phút với tốc độ là 3.000 rpm. Mẫu được ghi nhận hàm lượng nước tách ra, độ bền nhũ tương được tính theo công thức:  $ES = (mL \text{ nước trong mẫu sản phẩm ban đầu} - mL \text{ nước tách ra}) \times 100\%/mL \text{ nước trong mẫu sản phẩm ban đầu}$ .

**Phân tích thống kê**

Độ nhớt và độ bền nhũ tương được phân tích theo phương pháp hồi quy đa biến (phương trình 3). Trong trường hợp này, hàm lượng bơ ca cao có trong bột ca cao và hàm lượng chất nhũ tương hóa là các biến độc lập.

**3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1 Ảnh hưởng của quá trình rang đến chất lượng (thành phần hóa học) của hạt ca cao**

Các thành phần hóa học của hạt ca cao như hàm lượng nitơ tổng số, acid amin, hàm lượng đường, acid được xác định. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian rang đến sự thay đổi thành phần các chất được trình bày ở Bảng 1.

**Bảng 1: Thay đổi thành phần hóa học (\*) của hạt ca cao trong quá trình rang**

Nhiệt độ rang (±2°C)	Thời gian rang (phút)	Hàm lượng ni-tơ tổng số (%)	Acid amin Leucine (%)	Hàm lượng đường khử (%)	pH	Acid acetic (%)	Acid lactic (%)
0	0	2,099 <sup>a</sup>	0,466 <sup>a</sup>	5,300 <sup>a</sup>	5,43 <sup>a</sup>	0,135 <sup>a</sup>	0,202 <sup>a</sup>
105	30	2,107 <sup>a</sup>	0,276 <sup>b</sup>	2,300 <sup>b</sup>	5,49 <sup>b</sup>	0,127 <sup>b</sup>	0,191 <sup>b</sup>
105	40	2,100 <sup>a</sup>	0,145 <sup>c</sup>	0,520 <sup>c</sup>	5,56 <sup>c</sup>	0,074 <sup>c</sup>	0,121 <sup>c</sup>
105	50	2,150 <sup>a</sup>	0,129 <sup>d</sup>	0,450 <sup>c</sup>	5,67 <sup>c</sup>	0,054 <sup>c</sup>	0,082 <sup>c</sup>
120	30	2,100 <sup>a</sup>	0,125 <sup>d</sup>	0,500 <sup>c</sup>	5,60 <sup>d</sup>	0,072 <sup>c</sup>	0,120 <sup>c</sup>
120	40	2,100 <sup>a</sup>	0,120 <sup>d</sup>	0,500 <sup>c</sup>	5,62 <sup>d</sup>	0,069 <sup>d</sup>	0,106 <sup>d</sup>
135	30	2,120 <sup>a</sup>	0,100 <sup>d</sup>	0,420 <sup>c</sup>	5,64 <sup>e</sup>	0,052 <sup>e</sup>	0,080 <sup>e</sup>
135	40	2,140 <sup>a</sup>	0,098 <sup>d</sup>	0,430 <sup>c</sup>	5,69 <sup>e</sup>	0,049 <sup>e</sup>	0,078 <sup>e</sup>

Ghi chú: \*Giá trị trung bình của 3 lần lặp lại - Các giá trị trung bình đi kèm các chữ giống nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa ở mức ý nghĩa 1%

Kết quả cho thấy hàm lượng ni-tơ tổng số của hạt ca cao khoảng 2,1% (ở tất cả các mẫu thí nghiệm). Như vậy không có sự mất mát hàm lượng này trong quá trình rang, có lẽ do sự hình thành các chất phức ni-tơ và đường khử hiện diện trong hạt. Hàm lượng acid amin của hạt ca cao được đo bằng phương pháp quang phổ và được xác định từ đường chuẩn (sử dụng hợp chất Leucine tinh khiết đã được xây dựng trước). Hàm lượng này trong hạt giảm từ 0,47% đến 0,098% khi rang đến nhiệt độ

135°C trong 40 phút. Trong thời gian rang từ 30 đến 50 phút (cùng nhiệt độ 105°C) hàm lượng này thay đổi rõ rệt và thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa. Ở nhiệt độ rang cao hơn (120 và 135°C trong 40 phút) cho thấy không khác biệt ý nghĩa so với rang ở 105°C trong 50 phút. Nguyên nhân chính là do sự hình thành dimethyl sulfide từ methyl-S-methionine (Fennema, 1996). Rang ở nhiệt độ 120°C trong 40 phút đã phát triển hoàn toàn mùi vị của chocolate. Thời gian rang hạt ngắn và nhiệt độ rang thấp có thể cho hạt có giá trị chất lượng kém.

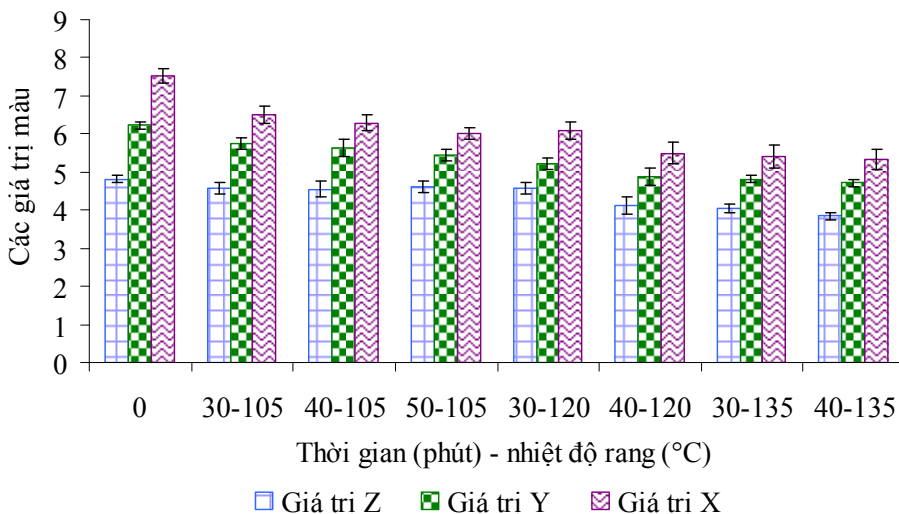
Hàm lượng đường khử giảm khoảng 57% sau khi rang 30 phút ở 105°C. Hầu hết hàm lượng đường bị mất đi (85-95%) sau khi rang ở nhiệt độ cao (135°C). Sự thay đổi mùi vị có ý nghĩa do sự tham gia của đường khử trong phản ứng Maillard và sự phân hủy strecker (acid amin) (Yaylayan, 2003). Trong quá trình rang, phản ứng Maillard cũng phát triển màu nâu và mùi thơm với hàm lượng đường khử là tiền chất tham gia chủ yếu vào phản ứng này.

pH của hạt cao chưa rang là 5,43 và hàm lượng acid acetic, acid lactic tương ứng là 0,135 và 0,202%. pH của hạt cao rang tăng sau 50 phút rang, nguyên nhân chủ yếu do sự giảm hàm lượng các acid bay hơi trong quá trình rang, đặc biệt là acid acetic, là loại acid chủ yếu trong hạt cao, thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm

thức. Hàm lượng acid acetic giảm 56,42% ở thời gian rang dài so với mẫu cao chưa rang, giảm được vị chua của sản phẩm cao. Acid lactic cũng giảm khoảng 61% sau quá trình rang. Nguyên nhân chủ yếu do sự phân hủy hợp chất này ở nhiệt độ cao (120-140°C) và cho thấy ảnh hưởng có ý nghĩa từ các điều kiện rang hạt. Do acid này cũng hiện diện với hàm lượng lớn trong hạt cao, vì vậy giảm hàm lượng acid này đồng thời cũng làm giảm mùi acid của bột cao cao.

### 3.2 Ảnh hưởng của quá trình rang đến màu sắc của hạt cao cao

Kết quả khảo sát cho thấy màu sắc sản phẩm càng đậm (các giá trị X, Y, Z đều giảm) khi rang hạt ở nhiệt độ càng cao và thời gian kéo dài (Hình 1).



Hình 1: Màu sắc của hạt cao cao được rang ở các nhiệt độ và thời gian khác nhau

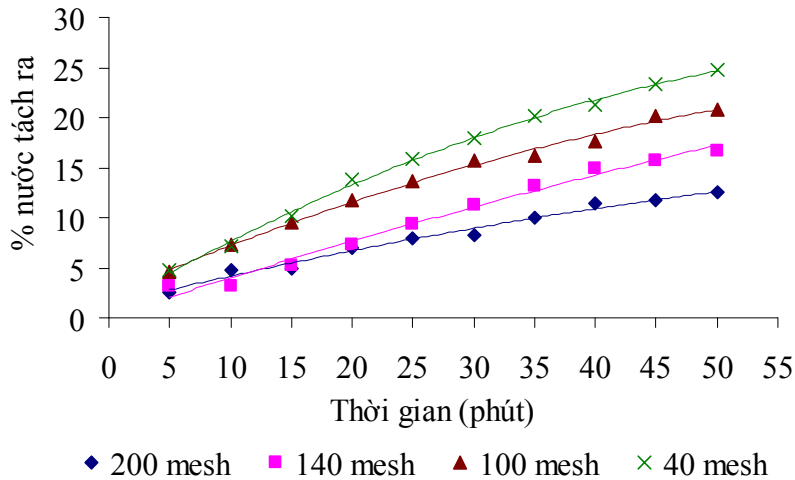
Phân tích thống kê cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa giữa hạt cao cao được rang trong thời gian 30 đến 50 phút. Nhiệt độ và thời gian đều ảnh hưởng quan trọng đến sự thay đổi màu sắc hạt, tuy nhiên không có sự khác biệt ý nghĩa khi rang ở 120 và 135°C trong 40 phút.

### 3.3 Ảnh hưởng của mức độ mịn (kích thước hạt) và hàm lượng bơ cao cao (trong bột cao cao) đến khả năng phân tán của bột cao cao

#### 3.3.1 Ảnh hưởng của kích thước hạt

Kết quả thể hiện ở Hình 2 cho thấy tương quan giữa độ phân tán của bột cao cao theo thời gian được xác định bằng lượng nước tách ra (bột cao cao chứa

15% bơ cao cao), lượng nước tách ra tăng theo thời gian. Sau 50 phút, lượng nước tách ra nhiều nhất thể hiện ở mẫu bột cao cao có kích thước 40 mesh (tương ứng 0,4 mm) (24,74%) và ít nhất đối với mẫu có kích thước 200 mesh (tương ứng 0,074 mm) (12,48%). Các mẫu bột cao cao chứa bơ cao cao với hàm lượng 10, 20 và 25% đều xảy ra khuynh hướng tương tự (dữ liệu không đưa ra đầy đủ ở đây). Kết quả khẳng định rằng tính chất quan trọng của bột cao cao là mức độ mịn của chúng. Hạt có kích thước lớn sẽ nhanh chóng trầm lắng và tạo giá trị cảm quan kém cho sản phẩm sữa bột cao cao uống hoặc sản phẩm kem.

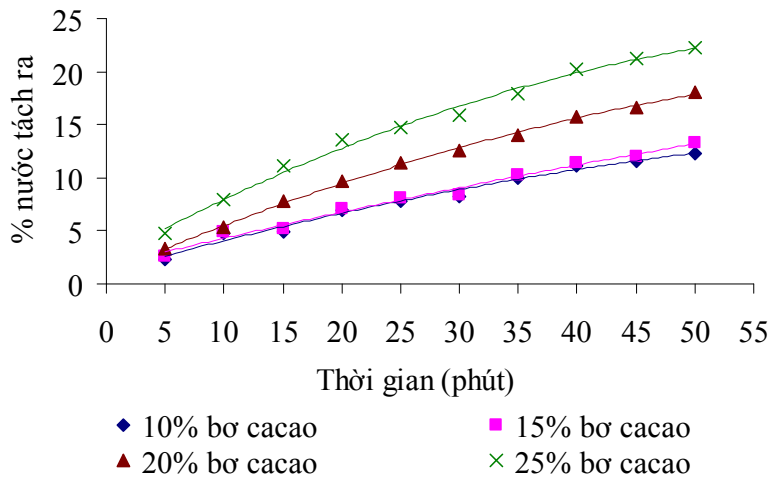


**Hình 2: Ảnh hưởng của kích thước bột cao đến khả năng tách nước theo thời gian**

3.3.2 Ảnh hưởng của hàm lượng bơ ca cao

Hình 3 cho kết quả khảo sát hàm lượng nước tách ra của bột ca cao có kích thước 200 mesh (0,074 mm) với hàm lượng bơ ca cao khác nhau. Sau 50 phút, hàm lượng nước tách ra nhiều nhất (22,30%) đối với bột ca cao có chứa 25% bơ ca cao và lượng nước tách ra ít hơn được quan sát đối với bột ca cao có hàm lượng bơ 10 và 15% (12,22 và 12,48%, tương ứng). Kết quả tương tự đối với bột ca cao có kích thước khác (140, 100 và 40 mesh). Mức độ phân tán của bột ca cao ở các hàm lượng béo khác nhau thường giảm khi hàm lượng béo

trong bột ca cao tăng. Tính chất ưa nước kém do sự hình thành chất hoạt động bề mặt của các nhóm CH và -CO hơn nhóm -OH, khi bề mặt của từng hạt được bao phủ bởi hàm lượng lớn bơ ca cao. Tương quan được xây dựng từ phân tích hồi quy đa biến thể hiện ở phương trình 4. Mức độ phân tán của hỗn hợp tăng một cách có ý nghĩa với sự giảm hàm lượng bơ ca cao và tăng mức độ mịn của bột ca cao, thể hiện ở các hệ số của biến độc lập ( $X_1, X_2, X_3$ ) cho giá trị dương. Các hệ số  $b_{13}$  và  $b_{23}$  mang dấu trừ (-0,001 và -0,09, tương ứng), cho thấy mức độ phân tán của bột ca cao tăng khi kích thước hạt giảm hoặc độ mịn của hạt tăng.



**Hình 3: Ảnh hưởng của hàm lượng bơ ca cao còn lại trong bột ca cao (kích thước hạt 200 mesh) đến khả năng tách nước theo thời gian**

$$Y = -19,84 + 0,32 X_1 + 1,89 X_2 + 0,096 X_3 + 0,01 X_1 X_2 - 0,001 X_1 X_3 - 0,009 X_2 X_3 \quad (4)$$

$R^2 = 0,90$      $SEE = 3,847$

Trong đó:  $X_1$  là thời gian (phút),  $X_2$  là hàm lượng bơ ca cao (%) và  $X_3$  là kích thước của hạt ca cao (mesh).



**3.4 Ảnh hưởng của quá trình kiềm hóa đến khả năng phân tán và màu sắc của bột ca cao**

**3.4.1 Mức độ phân tán**

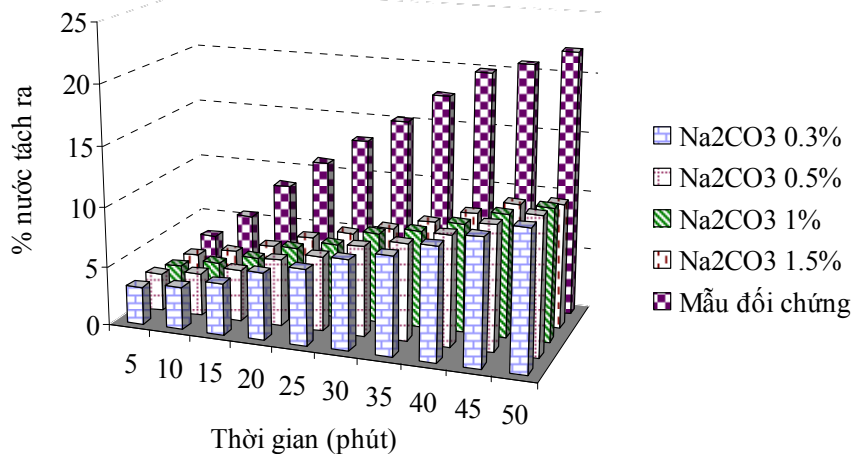
Kết quả nghiên cứu cho thấy mức độ phân tán của bột ca cao tăng có ý nghĩa so với mẫu đối chứng nhưng lại không thể hiện sự khác biệt ý nghĩa về mức độ phân tán khi sử dụng hàm lượng chất kiềm trong khoảng 0,3 đến 1,5%. Với thời gian xử lý 50 phút, giá trị trung bình của hàm lượng nước tách ra là cao nhất (13,73%) và không thể hiện sự khác biệt đáng kể với các hàm lượng còn lại (5,90-6,97%). Nguyên nhân chính là do khi

xử lý chất kiềm, các hạt ca cao trương nở vật lý, thành phần tinh bột của hạt cũng trương nở và làm tăng khả năng phân tán của hạt trong nước. Phân tích theo mô hình đa biến đối với chất kiềm sử dụng là K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> được thể hiện ở phương trình 5.

$$Y_1 = 4,087 + 0,319 X_1 - 11,832 X_2 - 0,0002 X_1^2 + 7,558 X_2^2 - 0,151 X_1 X_2 \quad (5)$$

$$R^2 = 0,89 \quad SEE = 1,67$$

Trong trường hợp này, các hệ số hồi quy bậc 1 và bậc 2 đều thể hiện ý nghĩa cho cả hai biến thời gian và nồng độ chất kiềm.



**Hình 4: Ảnh hưởng của hàm lượng Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> xử lý đến khả năng mức độ phân tán của bột ca cao trong nước**

Kết quả phân tích hồi quy đa biến trong trường hợp sử dụng chất kiềm là Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> được cho ở mô Hình 3.

$$Y_2 = 3,85 + 0,33 X_1 - 11,42 X_2 - 0,0002 X_1^2 + 7,35 X_2^2 - 0,118 X_1 X_2 \quad (6)$$

$$R^2 = 0,88 \quad SEE = 1,70$$

Trong đó: Y<sub>1</sub> là mức độ phân tán của bột ca cao (được xác định là % nước tách ra) từ hỗn hợp khi xử lý bằng K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; Y<sub>2</sub> là mức độ phân tán của bột ca cao (được xác định từ % nước tách ra) từ hỗn hợp khi xử lý bằng Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; X<sub>1</sub> là hàm lượng bơ ca cao (%) và X<sub>2</sub> là nồng độ của K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> hoặc Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (%).

Ảnh hưởng của hàm lượng Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> xử lý đến mức độ phân tán bột ca cao trong nước được biểu thị ở Hình 4. Kết quả tương tự thể hiện đối với quá

trình xử lý bằng K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (dữ liệu không đưa ra đây đủ ở đây).

**3.4.2 Quan hệ giữa pH và màu sắc hạt ca cao rang theo hàm lượng chất kiềm**

Dữ liệu pH và màu sắc bột ca cao được xử lý bằng các chất kiềm Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> và K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> được trình bày ở Bảng 2. Kết quả cho thấy hàm lượng acid của bột ca cao được xác định thông qua giá trị pH, là chỉ tiêu đo lường chất lượng của bột ca cao trên thị trường. Giá trị pH của bột ca cao xử lý với 2 loại chất kiềm hầu như không khác biệt nhiều, tuy nhiên 0,3% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sử dụng cho màu sắc bột ca cao đẹp hơn so với Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> và tương tự với mẫu chuẩn (mẫu bột ca cao tốt trên thị trường). Giá trị pH của bột ca cao không được thấp hơn 5 do ở pH này bột ca cao có mùi vị kém và không thể hiện mùi đặc trưng của chocolate.

**Bảng 2: Màu sắc và pH của bột cao theo các chất kiềm và nồng độ sử dụng (\*)**

Chất kiềm xử lý	Giá trị X	Giá trị Y	Giá trị Z	pH
Mẫu đối chứng	13,332 <sup>c</sup>	11,508 <sup>c</sup>	6,292 <sup>b</sup>	5,41 <sup>a</sup>
Mẫu chuẩn	14,825 <sup>a</sup>	11,982 <sup>a</sup>	6,786 <sup>a</sup>	6,40 <sup>e</sup>
<b>K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (%)</b>				
0,3	14,972 <sup>a</sup>	12,832 <sup>a</sup>	6,864 <sup>a</sup>	6,04 <sup>b</sup>
0,5	10,710 <sup>f</sup>	9,398 <sup>f</sup>	5,306 <sup>e</sup>	6,19 <sup>c</sup>
1,0	10,408 <sup>g</sup>	9,208 <sup>f</sup>	5,388 <sup>de</sup>	6,26 <sup>d</sup>
1,5	10,962 <sup>ef</sup>	9,722 <sup>e</sup>	5,604 <sup>cd</sup>	6,36 <sup>e</sup>
2,0	3,670 <sup>i</sup>	3,112 <sup>i</sup>	2,440 <sup>f</sup>	8,26 <sup>g</sup>
<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (%)</b>				
0,3	13,596 <sup>b</sup>	11,790 <sup>b</sup>	6,260 <sup>b</sup>	6,01 <sup>b</sup>
0,5	11,674 <sup>d</sup>	10,382 <sup>d</sup>	6,422 <sup>b</sup>	6,06 <sup>b</sup>
1,0	11,030 <sup>e</sup>	9,742 <sup>e</sup>	5,682 <sup>c</sup>	6,26 <sup>d</sup>
1,5	10,082 <sup>h</sup>	8,932 <sup>g</sup>	5,198 <sup>e</sup>	6,31 <sup>e</sup>
2,0	4,170 <sup>i</sup>	3,480 <sup>h</sup>	2,392 <sup>f</sup>	8,19 <sup>f</sup>

Ghi chú: (\*) Số liệu trung bình của 5 lần lặp lại - Các chữ giống nhau đi kèm theo các trung bình nghiệm thực biểu thị sự khác biệt không có ý nghĩa ở mức ý nghĩa 5%

Mối quan hệ giữa các giá trị màu của bột cao (X, Y, Z) và pH được xây dựng dựa vào dữ liệu thu thập. Phân tích hồi quy đa biến trong phân tích thống kê được áp dụng để diễn tả mối tương quan này (phương trình 7 và 8) với tương quan cao được tìm thấy (R<sup>2</sup>≥0,99). Như vậy, có thể dự đoán dễ dàng và chính xác giá trị pH bột cao kiềm hóa theo các giá trị màu đo được.

$$Y_1 = 16,084 - 6,6843 X_1 + 8,284 X_2 - 3,7985 X_3 + 0,0074 X_1 X_2 X_3 \quad (7)$$

$$R_2 = 0,989 \quad SEE = 0,2205$$

$$Y_2 = 9,288 - 5,214 X_1 + 6,449 X_2 - 1,766 X_3 + 0,0026 X_1 X_2 X_3 \quad (8)$$

$$R_2 = 0,997 \quad SEE = 0,1168$$

Trong đó: Y<sub>1</sub> và Y<sub>2</sub> là giá trị pH của bột cao xử lý với các nồng độ K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> và Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> khác nhau, tương ứng; X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> và X<sub>3</sub> là các giá trị X, Y và Z của bột cao xử lý với các nồng độ chất kiềm (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> hoặc Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).

### 3.5 Ảnh hưởng của các chất nhũ hóa đến các đặc tính lý học của hỗn hợp bột cao trong nước

#### 3.5.1 Ảnh hưởng của chất nhũ hóa đến độ nhớt của bột cao trong nước

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng các chất nhũ hóa đến độ nhớt của nước uống cao được trình bày ở Bảng 3. Độ nhớt của các dung dịch nhũ tương thấp khi sử dụng nồng độ các chất 0,25 và 0,4% và cao nhất ở nồng độ 0,55-0,7%. Độ nhớt dung dịch thường tăng trước khi chuyển pha và sự tăng độ nhớt là một đặc điểm của lớp kem bơ tự nhiên được hình thành. Thời gian đánh khuấy kéo dài thường đưa vào hỗn hợp nhiều bọt khí nhỏ và chúng kết hợp lại tạo thành màng bọt mịn trên lớp kem bề mặt, kết hợp với không khí và ảnh hưởng đến sự hợp nhất bề mặt phân giới của chất béo và nước. Kết quả ghi nhận cho thấy hầu như không có sự khác biệt ý nghĩa về độ nhớt dịch cao khi sử dụng lecithin ở cả hai dạng và độ nhớt dung dịch cao nhất đạt được với polysorbate và sorbitan monostearate.

**Bảng 3: Độ nhớt của bột cao (đánh khuấy) với các hàm lượng chất nhũ hóa**

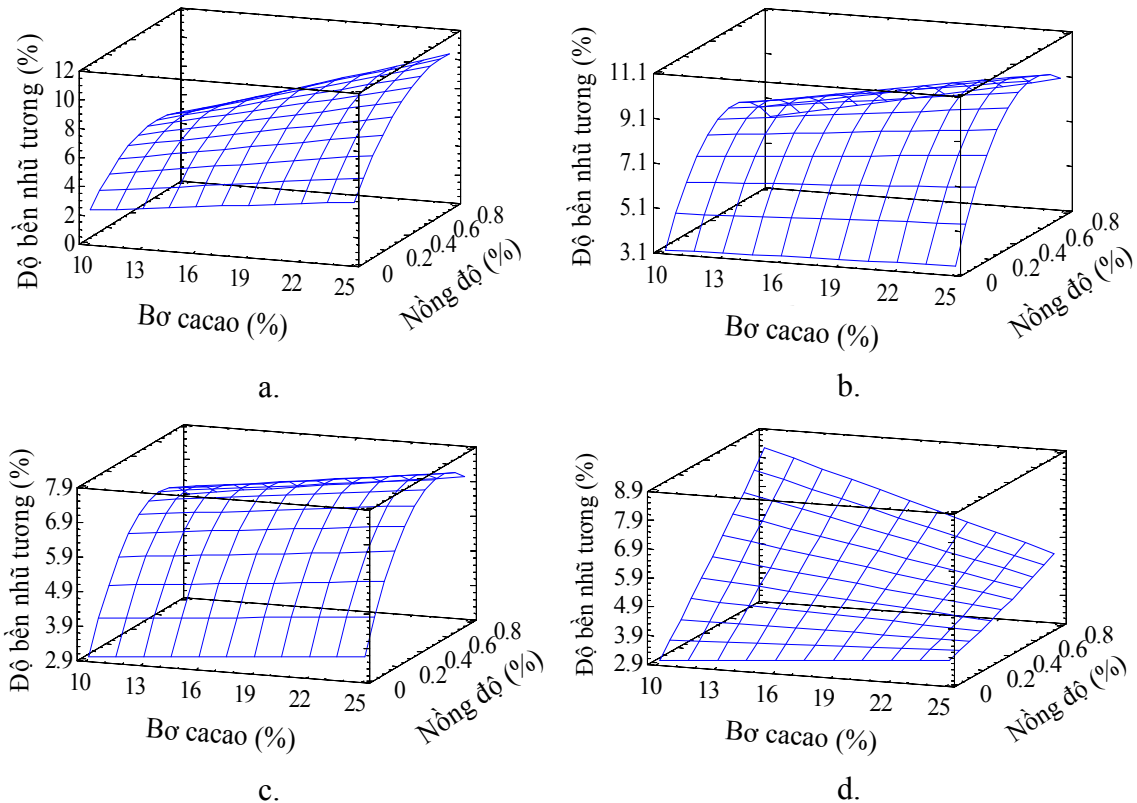
Hàm lượng chất nhũ hóa (%)	Polysorbate	Sorbitan monostearate	Lecithin (lòng đỏ trứng)	Lecithin (dầu thực vật)
0,00	2,325 <sup>a</sup>	2,325 <sup>a</sup>	2,338 <sup>a</sup>	2,325 <sup>a</sup>
0,25	3,250 <sup>b</sup>	3,637 <sup>b</sup>	2,875 <sup>b</sup>	3,063 <sup>b</sup>
0,40	3,425 <sup>b</sup>	3,837 <sup>b</sup>	2,963 <sup>b</sup>	3,163 <sup>bc</sup>
0,55	3,950 <sup>c</sup>	4,112 <sup>c</sup>	3,275 <sup>c</sup>	3,213 <sup>cd</sup>
0,70	4,075 <sup>c</sup>	4,338 <sup>c</sup>	3,400 <sup>c</sup>	3,263 <sup>d</sup>

Ghi chú: (\*) Số liệu trung bình của 5 lần lặp lại - Các chữ giống nhau đi kèm theo các trung bình nghiệm thực biểu thị sự khác biệt không có ý nghĩa ở mức ý nghĩa 5%

3.5.2 Ảnh hưởng của chất nhũ hóa đến độ bền nhũ tương (ES) của bột ca cao

Ảnh hưởng của các chất nhũ hóa đến độ bền nhũ tương theo hàm lượng bơ ca cao còn lại trong bột ca cao được trình bày ở Hình 5. Sự khác biệt về ES chủ yếu phụ thuộc vào hàm lượng bơ ca cao trong bột ca cao. Đặc điểm khác biệt này chủ yếu do bơ ca cao nhanh chóng được hấp thu tại bề mặt phân giới 2 pha béo và nước và tạo thành lớp màng

bền xung quanh giọt béo, bảo vệ chúng chống lại sự kết bông, hợp nhất lại và tách béo. Do vậy, cả bơ ca cao, chất nhũ hóa và hàm lượng của chúng ảnh hưởng quan trọng đến độ bền nhũ tương. Độ bền nhũ tương đạt được cao nhất khi bơ ca cao hiện diện trong bột ca cao là 20% với sorbitan monostearate (hoặc polysorbate) 0,55% được sử dụng (không khác biệt ý nghĩa so với nồng độ 0,7%). Thời gian không ảnh hưởng đến độ bền nhũ tương ở tất cả các thí nghiệm.



Hình 5: Độ bền nhũ tương của hỗn hợp được xử lý với (a) polysorbate, (b) sorbitan monostearate, (c) Lecithin (lòng đỏ trứng) và (d) Lecithin (dầu đậu nành)

4 KẾT LUẬN

Bột ca cao có mùi thơm, màu đẹp và vị chua giảm khi hạt được rang ở 135°C trong 40 phút và kiềm hóa bằng K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ở nồng độ 0,3%. Độ phân tán của bột ca cao ảnh hưởng bởi độ mịn của hạt, hàm lượng bơ ca cao và nồng độ chất kiềm sử dụng. Bột ca cao có hàm lượng bơ ca cao 15% thể hiện khả năng phân tán tốt trong nước. Độ bền nhũ tương cao khi sử dụng sorbitan monostearate và polysorbate với nồng độ 0,55%, sản phẩm nước uống ca cao có độ nhớt cao và độ phân tán tốt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Fennema, O. R. 1996. Food Chemistry, Third edition. Marcel Dekker, Inc. New York, United State of America, 1071 pages.
2. Hutton C. W. & Campbell, A. M. 1977. Functional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple systems. Nitrogen solubility index and water absorption. Journal of Food Science, 42, 454-458.



3. Inklaar, P.A. & Fortune, J. 1969. Determining the emulsifying and emulsion stabilizing capacity of protein meat additives. *Food Technol.* 23:103.
4. Miller, K. B.; Hurst, W. J.; Payne, M. J.; Stuart, D. A., Apgar, J.; Sweigart, D. S.; Ou, B. 2008. Impact of alkalization on the antioxidant and flavanol content of commercial cocoa powders. *J. Agric. Food Chem* 56:8527–33.
5. Munson and Walker's method – AOAC. 1970, page 533 (31-038).
6. Troll, W. & Cannan, R. K. 1953. A modified photometric ninhydrin method for the analysis of amino and imino acids. *J. Biol. Chem.*, 200, pp. 803-811.
7. Yaylayan, V. J. 2003. Recent advances in the chemistry of Strecker degradation and Amadori rearrangement: implications to aroma and color formation. *Journal of Food Sci. Technol. Res.* 9 (1), 1-6.