

# SẢN XUẤT BỘT SẮN CÓ CHẤT LƯỢNG CAO

## PRODUCTION OF THE HIGH QUALITY

LÊ VĂN HOÀNG

*Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng*

### TÓM TẮT

Nghiên cứu sản xuất bột sắn từ sắn lát khô để thu nhận bột có chất lượng cao đến nay chưa được nghiên cứu cả trong và ngoài nước. Để nghiên cứu chúng tôi sử dụng quy hoạch thực nghiệm gồm các bước sau:

- Chọn 5 yếu tố ảnh hưởng tới hàm lượng xelluloza trong bột.
- Tối ưu hóa các yếu tố đã được chọn.
- Thảo ra phương pháp nghiền bột.

Đã thiết lập được các điều kiện nghiền bột sắn dựa trên cơ sở sử dụng quy hoạch thực nghiệm bằng mô hình toán học để nghiên cứu sản xuất bột sắn có hàm lượng xelluloza tối thiểu, hàm lượng bột tối đa và chất lượng bột được nâng cao.

### ABSTRACT

The high quality farina produced from dried slice of manioc have not been yet studied over the world sofar. In order to study above issue, we used the experimental plan with following steps:

- Choosing five factors that influence to the cellulose content in the farina.
- Optimizing these factors.
- Setting up a method of grind.

Based on the results of experimental plan by using mathematical model,we have established the conditions of grind to produce the farina with minimum cellulose content, maxima farina content and quality increased.

## 1. Mở đầu

Bột sắn thu được từ sắn lát khô chỉ được sử dụng cho thức ăn gia súc bởi chất lượng của nó không đủ tiêu chuẩn thực phẩm quy định. Để nâng cao chất lượng bột chúng tôi dùng phương pháp ép- nghiền lát sắn với những thông số tối ưu. Kết quả bột thu được có hiệu suất cao, hàm lượng xelluloza tối thiểu và chất lượng bột được nâng cao.

## 2. Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Nguyên liệu

Sắn tươi được thu hoạch ở huyện Hòa Vang, Đà Nẵng.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Phương pháp hóa học

Xác định hàm lượng tinh bột bằng phương pháp Bertrand, protein bằng phương pháp Kendan, lipit bằng phương pháp Sóc xơ let, đường sacaroza, độ tro và độ ẩm bằng các phương pháp chuẩn.

#### 2.2.2. Phương pháp toán học

Sử dụng thực nghiệm nhiều yếu tố để tìm các điều kiện tối ưu cho các quy trình công nghệ (Kaфapов...1971, 1983).

### 2.3. Thiết bị thí nghiệm

Sử dụng máy nghiền AEME có các trục phẳng, trục khía để gia công sắn lát khô thành bột.

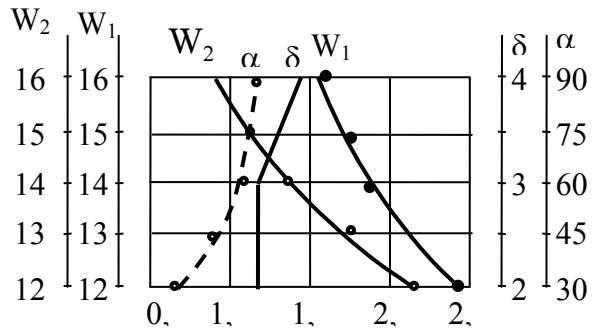
### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ tới chất lượng và hiệu suất bột khi gia công sản lát

Nghiên cứu sơ bộ quá trình tách xelluloza từ sản đã chứng minh rằng hàm lượng xelluloza và hiệu suất bột phụ thuộc vào độ ẩm của lát sản cho vào ép và nghiền, phụ thuộc vào bề dày và góc cắt của lát sản (xem hình 1)

Chú thích:

Đường cong	Đặc tính của mẫu sản lát để nghiền			
	Độ ẩm sản lát để ép $W_1, \%$	Độ ẩm sản lát để nghiền $W_2, \%$	Bề dày lát cắt, $\delta$ mm	Góc lát cắt $\alpha, \text{độ}$
●—●		14	4	90
○—○	14		4	90
×—×	14	14		90
○---○	14	14	3	



Hình 1. Sự phụ thuộc của hàm lượng xelluloza và hiệu suất bột vào độ ẩm của lát sản đem nghiền tại ma trận thực nghiệm

Kết quả phân tích khi nghiền sản lát trong máy nghiền búa cho thấy hàm lượng xelluloza trong bột từ 4÷4,25%. Cho nên việc ứng dụng máy nghiền búa để sản xuất bột sản là hoàn toàn không phù hợp cho mục đích thực phẩm.

##### 3.1.1. Nghiên cứu sản xuất bột sản có chất lượng cao

Quy hoạch thực nghiệm gồm các bước sau: Chọn 5 yếu tố ảnh hưởng tới hàm lượng xelluloza trong bột. Tối ưu hóa các yếu tố đã được chọn. Thảo ra phương pháp nghiền bột.

Kết quả nghiên cứu sự biến đổi hàm lượng xelluloza trong tất cả các phương án, chúng tôi thiết lập được 5 yếu tố có ảnh hưởng lớn tới hàm lượng xelluloza trong bột sản và chọn ma trận thực nghiệm (xem bảng 1)

Bảng 1. Ma trận thực nghiệm

$N_0$	$W_1, \%$ ( $x_1$ )	$W_2, \%$ ( $x_2$ )	$\sin \alpha$ ( $x_3$ )	$\delta, \text{mm}$ ( $x_4$ )	Gia công nhiệt nước với $P=3\text{Mp}_a, t, \text{ph}(x_5)$	Hiệu suất bột, % chất khô	Hàm lượng Xelluloza, % chất khô
1	2	3	4	5	6	7	8
1	+15,95	+15,66	+0,895	+3,58	+3,16	78,1	1,14
2	-13,05	-13,34	+0,895	+3,58	+3,16	79,6	1,47
3	+15,95	-13,34	+0,895	+3,58	-0,84	79,2	1,41
4	-13,05	+15,66	+0,895	+3,58	-0,84	78,3	1,31
5	+15,95	+15,66	-0,605	+3,58	-0,84	78,0	1,02
6	-13,05	-13,34	-0,605	+3,58	-0,84	79,7	1,41
7	+15,95	-13,34	-0,605	+3,58	+3,16	79,1	1,21
8	-13,05	+15,66	-0,605	+3,58	+3,16	78,4	1,12
9	+15,95	+15,66	+0,895	-2,42	-0,84	80,2	1,04
10	-13,05	-13,34	+0,895	-2,42	-0,84	83,2	1,33
11	+15,95	-13,34	+0,895	-2,42	+3,16	83,1	1,15

12	-13,05	+15,66	+0,895	-2,42	+3,16	80,2	1,07
13	+15,95	+15,66	-0,605	-2,42	+3,16	80,1	0,71
14	-13,05	-13,34	-0,605	-2,42	+3,16	83,3	1,19
15	+15,95	-13,34	-0,605	-2,42	-0,84	83,2	1,13
16	-13,05	+15,66	-0,605	-2,42	-0,84	80,1	1,02
17	14,50	14,50	0,750	3,00	2,00	86,7	0,66
18	14,50	14,50	0,750	3,00	2,00	86,6	0,68
19	14,50	14,50	0,750	3,00	2,00	86,4	0,65
20	14,50	14,50	0,750	3,00	2,00	86,7	0,62
21	17,00	14,50	0,750	3,00	2,00	86,6	0,63
22	12,00	14,50	0,750	3,00	2,00	86,4	0,85
23	14,50	16,50	0,750	3,00	2,00	68,2	0,73
24	14,50	12,50	0,750	3,00	2,00	85,1	1,33
25	14,50	14,50	1,000	3,00	2,00	86,7	1,12
26	14,50	14,50	0,500	3,00	2,00	86,7	0,61
27	14,50	14,50	0,750	4,00	2,00	84,4	0,96
28	14,50	14,50	0,750	2,00	2,00	85,5	0,71
29	14,50	14,50	0,750	3,00	4,00	86,8	0,61
30	14,50	14,50	0,750	3,00	0,00	86,4	0,81

Các thí nghiệm khảo sát đã khẳng định rằng các điều kiện tối ưu để tiến hành quá trình nằm trong miền đo của các thông số, được giới thiệu trong bảng 2.

*Bảng 2. Điều kiện thí nghiệm của các yếu tố ảnh hưởng được lựa chọn*

Yếu tố	Mức cơ sở	Khoảng biến thiên	Yếu tố	Mức cơ sở	Khoảng biến thiên
X <sub>1</sub>	14,5	1,45	X <sub>4</sub>	3	1,58
X <sub>2</sub>	14,5	1,16	X <sub>5</sub>	2	1,16
X <sub>3</sub>	0,75	0,145			

Sử dụng quy hoạch trực giao bậc hai (bảng 2) để tìm phương trình hồi qui. Số thí nghiệm trong ma trận quy hoạch đối với k=5 bằng 30. Trị số đòn sao= 1,718 (1971). Chuyển các biến số tự nhiên sang các biến số không thứ nguyên X (theo công thức Бояринов-1973).

Xác định phương sai tái hiện theo bốn thí nghiệm ở tâm quy hoạch.

$$y_1^0 = 86,7\%; y_2^0 = 86,6\%; y_3^0 = 86,4\%; y_4^0 = 86,7\%$$

$$T_1^0 = 0,66\%; T_2^0 = 0,68\%; T_3^0 = 0,65\%; T_4^0 = 0,62\%$$

Đối với hiệu suất bột  $\bar{y}^0 = 86,6\%; S_{y-th}^2 = 0,07$

Đối với hàm lượng xelluloza  $\bar{T}^0 = 0,65\%; S_{y-th}^2 = 0,0006$

Tính các hệ số của các phương trình hồi quy bậc 2 đối với hiệu suất bột và hàm lượng xelluloza và tính các trị số các chuẩn student. Chuẩn Student tra bảng  $t_p(f) = 3,18$  ứng với xác suất tin cậy P=0,05 và bậc tự do f=3.

Sau khi loại trừ các hệ số không có ý nghĩa, nhận được phương trình hồi quy ở dạng không thứ nguyên.  $y_1 = 87,582 - 0,066X_1 - 2,101X_2 - 1,136X_4 - 0,655X_1^2 - 3,991X_2^2 -$

$$- 0,587X_3^2 - 1,180X_4^2 - 0,621X_5^2 - 0,087X_1X_4 + 0,462X_2X_4$$

$$y_2 = 0,575 - 0,068X_1 - 0,132X_2 + 0,091X_3 + 0,086X_4 - 0,044X_5$$

$$0,081X_1^2 + 0,1791X_2^2 + 0,123X_3^2 + 0,113X_4^2 + 0,071X_5^2$$

Xác định phương sai dư để kiểm định sự phù hợp của phương trình nhận được

$$S_{1-psd}^2 = 0,0437; S_{2-psd}^2 = 0,0001$$

Và trị số của chuẩn fisher  $F_1 = 6,5630; F_2 = 5,08$

Chuẩn fisher tra bảng  $F=8,6$  ứng với xác suất tin cậy  $p=0,05$  và số bậc tự do  $f_1 = 19; f_2 = 3$ . Vì  $F < F_p(f_1, f_2)$  cho nên phương trình thu nhận được hoàn toàn phù hợp với thực nghiệm.

### 3.1.2. Phân tích các phương trình hồi qui

Để nghiên cứu sự phụ thuộc hàm lượng xelluloza và hiệu suất bột vào độ ẩm của lát sản đem nghiền chúng tôi sử dụng phương trình hồi qui dạng parabol:

$$y_2(0) = 0,575 - 0,132X_2 + 0,179X_2^2$$

Với mức thấp, có nghĩa là  $X_1 = -1; X_3 = -1; X_4 = -1; X_5 = -1$  sự biến đổi hàm lượng xelluloza trong bột được xác định theo qui luật sau:

$$y_2(-1) = 0,895 - 0,132X_2 + 0,179X_2^2$$

$$\text{Với mức cao: } y_2(+1) = 1,028 - 0,132X_2 + 0,179X_2^2$$

Với mức trung bình:

$$y_2\left(-\frac{1}{2}\right) = 0,64 - 0,132X_2 + 0,179X_2^2$$

$$y_2\left(+\frac{1}{2}\right) = 0,705 - 0,132X_2 + 0,179X_2^2$$

Trên hình 2 ta thấy rằng  $X_2$  biến đổi từ -1 đến +1, tương ứng với  $y_2$  từ 0,55 đến 0,89%:

$$y_2(+1) > y_2(-1) > y_2(+1/2) > y_2(-1/2) > y_2(0)$$

Cũng tương tự như đối với hiệu suất bột:

$$y_1(0) = 87,582 - 2,101X_2 - 3,991X_2^2$$

$$y_1(0) > y_1(-1) > y_1(+1)$$

Trong miền cơ sở thì hiệu suất bột thu được là lớn nhất còn hàm lượng xelluloza là nhỏ nhất. Độ lệch so với mức cơ sở càng lớn thì hiệu suất bột càng nhỏ và hàm lượng xelluloza càng lớn.  $y_2(+1) > y_2(-1)$ , điều đó chứng minh rằng với mức cao thì hàm lượng xelluloza luôn luôn lớn hơn so với mức thấp.

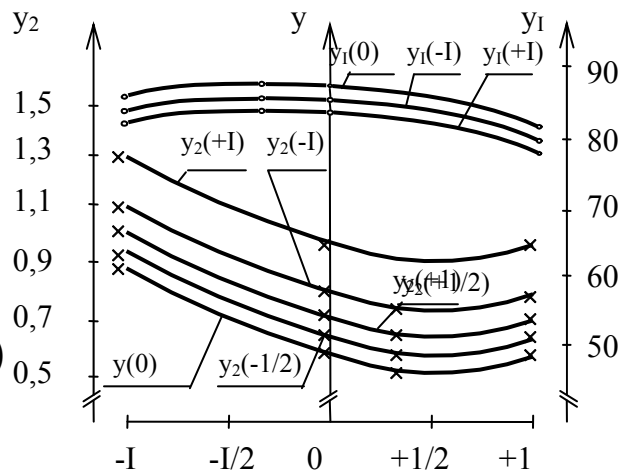
### 3.2. Xác định chế độ tối ưu khi sản xuất bột sản

Sử dụng mô hình toán học để thu nhận hiệu suất bột cực đại khi  $y_1 \rightarrow \max$  và hàm lượng xelluloza tối thiểu  $y_2 \rightarrow \min$ .

#### Phương pháp giải bài toán tối ưu nhiều mục tiêu

Trong nhiều trường hợp việc tìm lời giải tối ưu được tiến hành theo một số mục tiêu ngược nhau. Để thực hiện điều đó chúng tôi ứng dụng phương pháp không gian chuẩn hóa để giải nhằm đảm bảo loại trừ tối thiểu những giá trị của các hàm mục tiêu  $I_i$  khỏi tối ưu cá biệt.

Hãy đặt vector của các biến số tối ưu  $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$  nằm trong miền cấm do những sự ràng buộc về công nghệ, ví dụ:



Hình 1. Sự phụ thuộc hàm lượng xelluloza và hiệu suất bột vào độ ẩm của lát sản đem nghiền tại ma trận thực nghiệm đã cho

$$X_1^{\min} \leq X_1 \leq X_1^{\max}, \dots, X_n^{\min} \leq X_n \leq X_n^{\max}$$

Chất lượng của quá trình công nghệ được đặc trưng bởi véctơ của các chuẩn riêng biệt  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ , ở đó  $y = y(X_1, X_2, \dots, X_n)$ .

Khảo sát bài toán tối ưu  $y_i \rightarrow \max$  khi  $x \in X$ , chúng ta nhận được phép giải tối ưu  $x_i^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$  việc giải sẽ quay về hàm số mục tiêu cực đại  $y(x)$ . Khi đó chúng ta có  $y_i(x^*) = y_i^*$ . Người ta gọi điểm  $y^* = (y_1^*, y_2^*, \dots, y_n^*)$  là điểm không tương. Hãy đặt giới hạn tương ứng  $V_i$  cho mỗi chuẩn riêng biệt  $y: y_i \geq V_i$

Theo sự đề xuất của Кафаров, chúng ta xây dựng hàm mục tiêu:

$$R_i(x) \begin{cases} \frac{y_i - V_i}{y_i^* - V_i} & \text{Khi } y_i > V_i \\ y_i^* - V_i & y_i \leq V_i \end{cases}$$

Khi đó bài toán tối ưu nhiều mục tiêu sẽ là:  $y_i(x) \rightarrow \max$   
 $x \in X$

Và được biểu diễn dưới dạng sau:

$$R(X_{opt}) = \max R(x) = \max_{x \in X} \prod_{i=1}^m R_i(x)$$

Xác định các điều kiện tối ưu để sản xuất bột sản nhờ sử dụng hàm mục tiêu tổ hợp  $R_i(x)$ . Hiệu suất bột  $y_1$  và hàm lượng xelluloza trong bột  $y_2$  là những chuẩn chất lượng khi gia công bột sản, các chuẩn này được tính theo mô hình  $y_1 = f_1(X_i)$  và  $y_2 = f_2(X_i)$ . Bài toán tối ưu được hình thành như sau: Đòi hỏi xác định các trị số tối ưu của độ ẩm lát sản cho vào ép  $X_{10Pt}$ , độ ẩm lát sản đem nghiền  $X_{20Pt}$ , góc cắt lát sản  $X_{30Pt}$ , chiều dày lát sản  $X_{40Pt}$  và thời gian hấp  $X_{50Pt}$ . Tất cả các thông số trên phải qui về hiệu suất bột  $y_1$  đạt cực đại và hàm lượng xelluloza  $y_2$  đạt tối thiểu.

$$y_{10Pt} = y_1(X_{10Pt}, \dots, X_{50Pt}) = \max_{x \in X} y_1(X_1, \dots, X_5)$$

$$y_{20Pt} = y_2(X_{20Pt}, \dots, X_{50Pt}) = \max_{x \in X} y_2(X_1, \dots, X_5)$$

Tại đó  $X = (-1,781 < X < 1,781); (i = 1 \dots 5)$

Điểm không tương  $y_1 = 88\%; y_2 = 0,48\%$

Khi mỗi hàm tối ưu được ràng buộc sẽ có dạng:  $y_1 > V_1 = 68\%; y_2 < V_2 = 1,5\%$

Chúng ta sẽ có hàm mục tiêu tổ hợp  $R(x) = R_1(x) \times R_2(x)$ .

$$\text{Ở đó } R_1(x) = \frac{y_1(x) - 68}{83 - 68} \text{ khi } y_1(x) > 68$$

$$0 \text{ khi } y_1(x) \leq 68$$

$$R_2(x) = \frac{y_2(x) - 1,5}{0,52 - 1,5} \text{ khi } y_2(x) < 1,5$$

$$0 \text{ khi } y_2(x) \geq 1,5$$

Bài toán tối ưu hai mục tiêu được giải trên máy ЭВМ ЕС-1033 bằng phương pháp ЗЕЙДЕЛА-ГАУССА và được xác định

$$X_{1oPt} = 0,288 ; X_{2oPt} = 0,028 ; X_{3oPt} = -0,302 ; X_{4oPt} = -0,412 ; X_{5oPt} = 0,218$$

Khi đó chúng ta có  $P(X_{oPt}) = 0,982 ; y_{1opt} = 87,54\% ; y_{2opt} = 0,52\%$

Thay các giá trị của các biến số tối ưu trên thành giá trị thực:

1. Độ ẩm của lát sắn đem ép  $W_1=14,92\%$ .
2. Độ ẩm của lát sắn đem nghiền  $W_2=14,53\%$  .
3. Góc cắt của lát sắn  $\sin\alpha=0,707$  .
2. Bề dày lát sắn  $\delta=2,76\text{mm}$
3. Thời gian gia công thủy nhiệt với  $P=0.3\text{MP}_a$   $\tau=2,24$  ph

Sử dụng phương pháp khô để sản xuất bột sắn sẽ làm tăng hiệu suất bột, tăng giá trị dinh dưỡng và hầu như không có tạp chất trong sản phẩm (xem bảng 2).

*Bảng 2. Ảnh hưởng của các phương pháp sản xuất bột tới chất lượng bột sắn*

Các chỉ số hóa lý	Phương pháp sản xuất	
	Phương pháp ướt (Hiệu suất 76,6%)	Phương pháp khô (Hiệu suất 87,5%)
Thành phần hóa học, % chất khô		
Tinh bột	92,30	94,20
Đường	0,40	1,13
Protein	0,63	1,01
Xelluloza	3,80	0,55
Tạp chất	1,50	-
Độ tro	0,96	0,43
Lipit	0,20	0,42
Đánh giá cảm quang		
Màu sắc	Trắng ngà	Trắng
Vị	Hơi chua	Đặc trưng

#### 4. Kết luận

Đã thiết lập được các điều kiện nghiền bột tối ưu (độ ẩm của lát sắn đem ép  $W_1=14,92\%$ ; Độ ẩm của lát sắn đem nghiền  $W_2=14,53\%$ ; Góc cắt của lát sắn  $\sin\alpha=0,707$ ; Bề dày lát sắn  $\delta=2,76$  mm và thời gian gia công thủy nhiệt  $\tau=2,24$  ph) dựa trên cơ sở sử dụng quy hoạch thực nghiệm và bằng mô hình toán học để nghiên cứu sản xuất bột sắn có hàm lượng Xelluloza tối thiểu (0,55% ck), hàm lượng tinh bột đạt tối đa (94,205 ck) và chất lượng bột được nâng cao.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Jeya Kaja, Tansse, Amakones, *Products from manioc*, Pef.zymal, 1978, 12, c.62.
- [2] Jones W.O., *Manioc in Africa*, Trop. Sci. 1959, 3, 7 pp. 66-67.
- [3] КАФАРОВ В.В.и другие, *Задача оптимизации с векторным критерием в химической технологии при наличии запретной области для отдельных критериев оптимальности*, Доклады АН СССР, 1983, 4, 923-926.
- [4] КАФАРОВ В.В.и другие, *Метод Решения много критериальных задач: управление сложной химико-технологической системой*, Доклады АН СССР, 1971, 198, I, 62, 63.