

SẢN XUẤT ĐẬU KHUÔN BẰNG NƯỚC ÉP ĐẬU LÊN MEN LACTIC

Đặng Thị Yến⁽¹⁾, Nguyễn Thị Thương⁽²⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM, ⁽²⁾Trường Cao đẳng nghề Nha Trang

Ngày gửi bài: 30/6/2015

Ngày chấp nhận đăng: 07/9/2015

TÓM TẮT

Nước ép đậu khuôn được bổ sung thêm đường saccharose 3%, dung dịch sữa đậu nành 10%, sau đó cấy chủng lactic LT₄ đã được tuyển chọn đem đi lên men ở nhiệt độ phòng, sau 48 giờ, pH của dung dịch giảm xuống thấp. Dung dịch này được đem đi nghiên cứu sản xuất đậu khuôn ở điều kiện pH, nhiệt độ và thời gian kết tủa khác nhau. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng đậu khuôn sản xuất ở điều kiện pH=5, nhiệt độ 90°C, thời gian kết tủa là 10 phút, đậu khuôn cho chất lượng cảm quan tốt nhất và sản lượng thu được tương đối cao.

Từ khoá: đậu khuôn, kết tủa protein đậu nành, lên men lactic, nước ép đậu

TOFU PRODUCED BY TOFU LIQUID WASTE FROM FERMENTATION

ABSTRACT

Tofu liquid waste was added of 3% saccharose and 10% soybean milk solutions, then inoculated after adding the strain LT₄ at an ambient temperature. pH value of the solution was reduced lower after 48 hours. This solution was used to produce tofu at variety conditions of pH, temperature and precipitation time. The results showed that the best conditions of pH, temperature and coagulation duration for producing tofu were 5.0, 90°C, and 10 minutes, respectively. Under those conditions, a good quality and process yield of tofu product was obtained.

Key word: tofu, coagulation of protein in soybean milk, lactic fermentation, tofu liquid waste

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thực tế hiện nay đậu khuôn được sản xuất bằng thạch cao công nghiệp còn khá phổ biến. Thạch cao là một tác nhân dùng trong sản xuất đậu khuôn để kết tủa protein trong dịch sữa đậu nành. Thạch cao có công thức hóa học CaSO₄, là một phụ gia được cho phép sử dụng trong thực phẩm nếu là thạch cao tinh khiết [4]. Tuy nhiên, do chạy theo lợi nhuận mà các hộ sản xuất đậu khuôn không sử dụng thạch cao tinh khiết mà chỉ sử dụng thạch cao công nghiệp có độ tinh khiết thấp và hàm lượng kim loại vượt quá mức quy định. Mặt khác, hiện nay vấn đề về sức khỏe được người tiêu dùng đặc biệt quan tâm, xu hướng lựa chọn sản phẩm an toàn được ưu tiên. Mục đích của nghiên cứu là tìm ra một tác nhân kết tủa protein của dịch sữa đậu nành để sản xuất đậu khuôn đạt hiệu quả và an toàn cho sức khỏe người tiêu dùng. Cơ sở của nghiên cứu là dựa vào quy trình sản xuất đậu khuôn truyền thống bằng nước chua tự nhiên [2,6], sau đó tối ưu hóa quá trình sản xuất đậu khuôn bằng nước ép đậu lên men lactic.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

2.1.1. Đậu nành

Chọn loại đậu có chất tốt lượng (hạt đậu tròn mẩy, đồng đều, có màu vàng sáng, hạt kém chất lượng như sâu mọt, hư hỏng ít, tỷ lệ hạt lép, hạt nứt vỡ thấp).

2.1.2. Chủng vi khuẩn *Lactobacillus plantarum*

Lactobacillus plantarum được phân lập từ kim chi. Chủng vi khuẩn lactic này có đặc điểm sinh học như sau: khuẩn lạc to tròn, màu trắng sữa, bóng. Tế bào có dạng hình que to, mập. Chủng vi khuẩn này có khả năng sinh ra các hợp chất có tính kháng khuẩn [1].

2.1.3. Hóa chất dùng trong các thí nghiệm

- Thạch cao công nghiệp được mua lại tại cơ sở sản xuất đậu hũ, Nha Trang.
- Hóa chất khác: hóa chất pha môi trường MRS, các hóa chất cần thiết để xác định salmonella, tổng số vi khuẩn hiếu khí, coliform và fecal coliform, S.aureus, hóa chất xác định protein tổng số theo phương pháp kjeldahl là hóa chất của hãng Merck, Đức, tất cả hóa chất được sử dụng ở dạng tinh khiết.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp xác định

- Xác định chỉ số pH bằng máy đo pH (pH - 200, HM Digital, Hàn Quốc).
- Xác định nhiệt độ bằng nhiệt kế điện tử (FT 1000, Đức).
- Xác định hàm lượng protein tổng quát bằng phương pháp kjeldahl, sử dụng bộ chung cất đạm bán tự động (UDK 132, Ý).
- Đánh giá sản phẩm theo phương pháp cảm quan tuân thủ theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 3215-79).
- Tối ưu hóa công đoạn kết tủa protein dịch sữa đậu nành theo phương pháp đáp ứng bề mặt, bố trí thí nghiệm theo thiết kế của Box-Behnken.
- Phương pháp định lượng tổng số vi khuẩn hiếu khí được quy định theo TCVN 5165-90.
- Phương pháp định lượng coliforms và fecal coliforms được quy định theo TCVN 4882:2007.
- Phương pháp định lượng S.aureus theo TCVN 4830-1:2005.
- Phương pháp định tính Salmonella được quy định theo TCVN 4829:2005.

2.2.2. Bố trí thí nghiệm xác định thành phần nước ép đậu lên men lactic

Nước ép đậu khuôn chứa một lượng protein nhất định, (khoảng 0,06% - số liệu thực nghiệm), để tận thu và giảm ô nhiễm môi trường đưa nước ép này vào làm thí nghiệm. Tiến hành bố trí các thí nghiệm bổ sung thêm đường saccharose và dịch sữa đậu nành. Bố trí thí nghiệm theo phương pháp cổ điển. Lượng sữa đậu nành được bổ sung thêm để đạt được hàm lượng protein cuối cùng là 0,15; 0,25; 0,35%, với cùng một nồng độ saccharose là 2%. Nước ép đậu khuôn sau khi bổ sung thêm các thành phần có pH 6,2-6,5 được đem đi lên men ở nhiệt độ phòng, trong vòng 48 giờ. Mẫu lên men tốt được xác định bằng cách đánh giá cảm quan và pH dịch sau lên men.

Các thí nghiệm được bố trí tương tự với hàm lượng đường bổ sung lần lượt là 1, 2, 3%, với nồng độ protein thích hợp chọn được ở trên.

2.2.3. Bố trí thí nghiệm xác định các thông số trong công đoạn kết tủa đậu khuôn (pH, nhiệt độ, thời gian).

Mục đích: xác định được các khoảng pH, nhiệt độ, thời gian thích hợp để tiến hành tối ưu hóa công đoạn kết tủa protein sữa đậu nành trong sản xuất đậu khuôn.

Cách bố trí thí nghiệm: đậu nành loại tốt (hạt vàng sáng, tròn mẩy, tỷ lệ hạt lép, sâu mọt thấp), giống đậu Canada, đem loại bỏ các hạt kém chất lượng, ngâm trong nước 8 giờ ở nhiệt độ thường, với tỷ lệ đậu/nước là 1/2,5 [2]. Đậu nành sau khi ngâm được loại bỏ vỏ, xay nhỏ tỷ lệ đậu nành/nước 1/6, lọc, đun sôi 10 phút, tiến hành kết tủa với các thông số pH, nhiệt độ, thời gian được bố trí theo phương pháp cổ điển như sau:

- Thăm dò pH trong khoảng 4÷6 với bước nhảy là 0,5, cố định nhiệt độ 85⁰C và thời gian là 10 phút cho tất cả các thí nghiệm [7,10].

- Thăm dò nhiệt độ trong khoảng $70\pm 95^{\circ}\text{C}$, bước nhảy là 5°C , tương tự như thí nghiệm thăm dò pH, nhưng cố định pH là giá trị thu được từ thí nghiệm thăm dò pH mà tại đó sản lượng cao và độ gel đậu khuôn thu được thích hợp nhất, thời gian kết tủa 10 phút [9].

- Thăm dò thời gian kết tủa trong khoảng 5-25, bước nhảy là 5 phút, cố định pH giá trị thu được ở thí nghiệm thăm dò pH, nhiệt độ là giá trị thích hợp thu được từ thí nghiệm thăm dò nhiệt độ.

Sau khi kết tủa, tiếp hành ép khuôn gel protein sữa đậu nành trong vòng 30 phút, tháo khuôn, ngâm trong nước lạnh 10 phút đem để ráo rồi đi cân sản lượng và đo độ bền gel, đánh giá cảm quan chọn ra các vùng pH, nhiệt độ, thời gian thích hợp.

2.2.4. Tối ưu hóa công đoạn kết tủa

Mục đích: xác định được các thông số pH, nhiệt độ, thời gian cho công đoạn kết tủa protein sữa đậu nành trong sản xuất đậu khuôn để sản lượng đậu lớn nhất và có độ gel thích hợp, đồng thời cho cảm quan đậu tốt. Các vùng giá trị của pH, nhiệt độ, và thời gian được lấy từ kết quả của các bố trí thí nghiệm thăm dò.

Phương pháp quy hoạch thực nghiệm được sử dụng là phương pháp đáp ứng bề mặt, bố trí thí nghiệm của Box – Behnken, với 3 nhân tố là pH, nhiệt độ, thời gian; 3 mức và 15 thí nghiệm được chọn lựa để tối ưu hóa [5, 6, 12, 14].

Phương trình tổng quát theo thiết kế thí nghiệm này là:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{23} X_2 X_3 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{33} X_3^2$$

Trong đó:

b_0 : hệ số tự do

b_i : hệ số bậc 1

b_{ii} : hệ số bậc 2

b_{ij} : hệ số của từng cặp yếu tố

X_i, X_{ii}, X_{ij} : các biến

Y: hàm mục tiêu

2.2.5. Đánh giá hiệu quả sản xuất đậu khuôn bằng nước ép đậu lên men lactic

Hiệu quả sản xuất đậu khuôn ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố [8,12,14]. Để đánh giá được hiệu quả sản xuất đậu bằng tác nhân kết tủa là nước ép đậu lên men lactic với đậu kết tủa bằng tác nhân là thạch cao. Hai mẫu được tiến hành sản xuất song song với tác nhân kết tủa lần lượt là thạch cao và nước ép đậu lên men. Xác định hiệu suất thu hồi protein ở hai mẫu bằng phương pháp xác định hàm lượng protein tổng quát theo phương pháp kjeldahl.

Hiệu suất thu hồi được tính theo công thức sau:

$$H = \frac{N_{DT} \times 100\%}{N_{SD}}$$

Trong đó N_{DT} là tỷ lệ hàm lượng protein có trong đậu khuôn, N_{SD} hàm lượng protein có trong dịch sữa đậu, H là hiệu suất thu hồi đạm (%).

2.2.6. Xác định thời gian bảo quản và theo dõi biến động vi sinh vật trong quá trình bảo quản

Tiến hành sản xuất đậu bằng nước ép đậu lên men lactic. Bảo quản ở hai điều kiện là nhiệt độ thường và nhiệt độ lạnh. Mẫu đậu đem đi bảo quản được ngâm trong nước. Mẫu đối chứng là đậu khuôn được sản xuất bằng thạch cao.

Xác định một số chỉ tiêu về vi sinh vật ở một số thời điểm để so sánh khả năng ức chế vi sinh vật của nước ép đậu lên men lactic, bao gồm *Coliform* tổng số và *Feecal coliform*, tổng số vi sinh vật hiếu khí, *Salmonella*, *S.aureus* [3].

Việc xác định các chỉ tiêu vi sinh vật được thực hiện ngay sau khi sản xuất đậu, các đợt kiểm tra tiếp theo cách lần trước một số ngày nhất định.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu số liệu thống kê

Tất cả các thí nghiệm được lặp lại 3 lần, lấy giá trị trung bình hoặc giá trị trung bình của 3 lần thí nghiệm \pm SD (độ lệch chuẩn) để báo cáo. Sự khác nhau có ý nghĩa về mặt thống kê thí nghiệm ($p < 0,05$) của các giá trị trung bình được phân tích bởi test ANOVA và test Post Hoc bằng phần mềm SPSS. Vẽ đồ thị và tính giá trị trung bình bằng phần mềm Microsoft Excel 2003. Tối ưu hóa công đoạn kết tủa dưới sự hỗ trợ phần mềm DX8 (Design-Expert Version 8.0.2).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả xác định thành phần bổ sung vào nước ép đậu lên men lactic

Kết quả đo pH của dịch ép đậu lên men lactic được thể hiện dưới bảng 1.

Bảng 1. Giá trị pH của các mẫu nước ép đậu

Mẫu	pH	Mẫu	pH
0,15% protein	4.12 \pm 0.021	1% saccharose	5.12 \pm 0.021
0,25% protein	4.15 \pm 0.033	2% saccharose	4.97 \pm 0.111
0,35% protein	4.13 \pm 0,024	3% saccharose	4.15 \pm 0.025

Kết quả bảng 1 cho thấy cùng một chủng vi khuẩn lactic *Lactobacillus plantarum* nhưng thành phần môi trường dịch ép đậu lên men khác nhau thì khả năng lên men cũng có sự khác nhau. pH của dịch ép lên men giảm nhanh sau 48 giờ, ứng với các mẫu 0,35% protein và 3% đường saccharose. Mục tiêu của thí nghiệm này là lựa chọn được hàm lượng các chất thích hợp bổ sung vào dịch ép đậu lên men lactic sao cho pH giảm nhanh. Vì vậy chọn lượng protein bổ sung là 0,35% và lượng đường bổ sung là 3%.

3.2. Kết quả xác định các thông số cho công đoạn kết tủa đậu khuôn

3.2.1. Kết quả thăm dò pH kết tủa protein sữa đậu nành

Kết quả thăm dò pH hình 1 cho thấy rằng khi tăng pH từ 4 lên 4,5; 5; 5,5 sản lượng gel đậu khuôn thu được có xu hướng tăng lên và đạt giá trị lớn nhất 437 g, tại pH=5,5. Tuy nhiên nếu tiếp tục tăng pH lên 6 và 6,5 sản lượng gel không tăng thêm mà có xu hướng giảm nhanh. Đặc biệt tại pH 6,5 gel tạo thành ít 144 g. Độ bền gel thu được cũng bị tác động bởi pH. Độ bền gel có xu hướng tăng lên khi tăng pH từ 4 lên 5 và đạt giá trị lớn nhất 118 g.cm tại pH=5. Độ bền gel có xu hướng giảm xuống khi tiếp tục tăng pH lên 5,5; 6; 6,5. Gel tạo thành có độ

kết dính yếu tại pH 6,5. Sự khác nhau về giá trị trung bình giữa các nhóm thí nghiệm có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$). Các cặp thí nghiệm cũng khác nhau có ý nghĩa. Vùng pH thích hợp được chọn là 4÷6.

3.2.2. Kết quả thăm dò nhiệt độ

Nhiệt độ là một nhân tố ảnh hưởng lớn đến sản lượng gel cũng như độ bền gel thu được. Kết quả hình 2 chỉ ra rằng tại nhiệt độ 75°C và 95°C gel tạo thành ít, sản lượng gel thu được lần lượt là 217 g và 272 g. Gel tạo thành tương đối tốt trong vùng nhiệt độ từ 80÷90°C và đạt giá trị lớn nhất 140 g.cm tại nhiệt độ 85°C. Khác với sản lượng gel, độ bền gel có xu hướng tăng đều khi tăng nhiệt độ từ 75°C lên 95°C. Ở 75°C gel tạo thành mềm chỉ đạt 51 g.cm. So sánh thống kê nhóm các giá trị trung bình có sự sai khác có ý nghĩa $p < 0,05$. Các cặp thí nghiệm cũng có sự khác nhau về mặt thống kê. Ngoại trừ tại nhiệt độ 85°C và 90°C sự khác nhau không có ý nghĩa về mặt thống kê ($p > 0,05$). Khoảng nhiệt độ thích hợp được chọn để kết tủa protein đậu nành là 80÷90°C.

3.2.3. Kết quả thăm dò thời gian

Kết quả hình 3 chỉ ra rằng thời gian tác động ít lên sản lượng cũng như độ gel thu được trong sản xuất đậu khuôn. Sản lượng thu được tăng nhẹ và tương đối cao khi thời gian kết tủa tăng từ 5 phút đến 15 phút, khi tiếp tục tăng thời gian kết tủa lên 20 phút hoặc 25 phút thì sản lượng gel thu được giảm nhẹ. Bên cạnh sản lượng gel thu được thì độ bền gel của sản phẩm là một tiêu chí quan trọng để chọn lựa được vùng thời gian kết tủa thích hợp. Độ bền gel thu được cao nhất 118 g.cm, nếu kết tủa đậu khuôn trong khoảng thời gian 15 phút và độ bền gel là thấp nhất 95 g.cm khi thời gian kết tủa là 25 phút. So sánh thống kê giá trị trung bình giữa các nhóm thí nghiệm có sự khác nhau có ý nghĩa $p < 0,05$. Tuy nhiên sự khác nhau về mặt thống kê giá trị trung bình không có ý nghĩa giữa các cặp thí nghiệm như 10 phút và 15 phút hoặc giữa 20 phút và 25 phút. Vùng thời gian kết tủa protein đậu nành thích hợp là từ 5÷15.

3.2.4. Kết quả bài toán tối ưu hóa

a. Kết quả tối ưu hóa hàm sản lượng

Mô hình bậc 2 theo biến mã thu được như sau:

$$Y = 443 + 22,375X_1 + 77,875X_2 - 8,25X_3 + 21X_1X_2 - 16,25X_1X_3 - 7,75X_2X_3 - 104,417X_1^2 - 65,4X_2^2 - 79,17X_3^2$$

Phân tích ANOVA tối ưu hàm sản lượng cho kết quả $R^2 = 0,996$ chỉ ra mô hình đưa ra có độ tin cậy tốt.

Các nhân tố chính ảnh hưởng tới hàm sản lượng là X_1, X_2, X_3 . Trong khi đó các biến tương tác X_1X_2, X_1X_3, X_2X_3 cho biết hàm sản lượng sẽ thay đổi như thế nào khi có sự tương tác giữa các biến này.

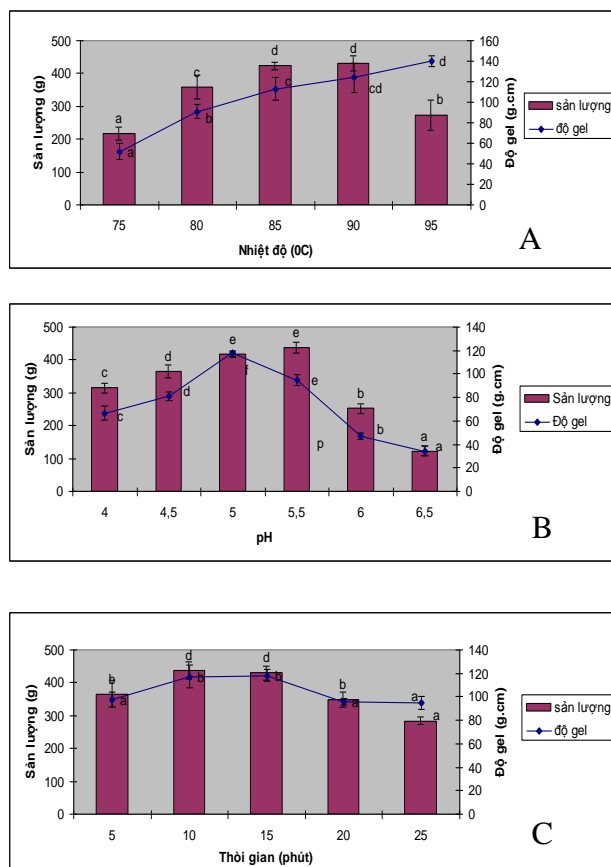
b. Kết quả tối ưu hàm độ gel

Mô hình bậc 2 theo biến mã thu được là:

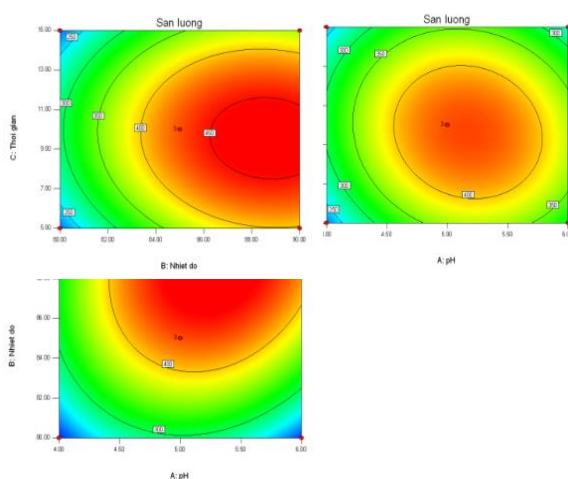
$$Y = 117,67 - 14,125X_1 + 14,875X_2 + 425X_3 + 2,25X_1X_2 + 0,5X_1X_3 - 1X_2X_3 - 26,71X_1^2 - 16,708X_2^2 - 12,96X_3^2$$

Phân tích ANOVA có $R^2 = 0,994$ cho thấy mô hình bậc 2 thu được là thích hợp.

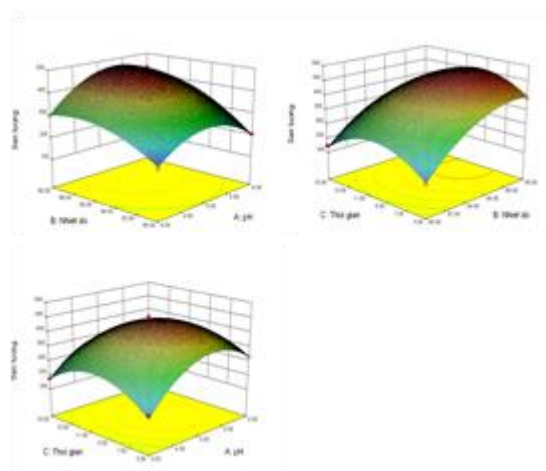
Các nhân tố chính ảnh hưởng lên hàm độ gel là là X_1 , X_2 , X_3 . Trong khi đó các biến tương tác X_1X_2 , X_1X_3 , X_2X_3 cho biết hàm sản lượng sẽ thay đổi như thế nào khi có sự tương tác giữa các biến này.



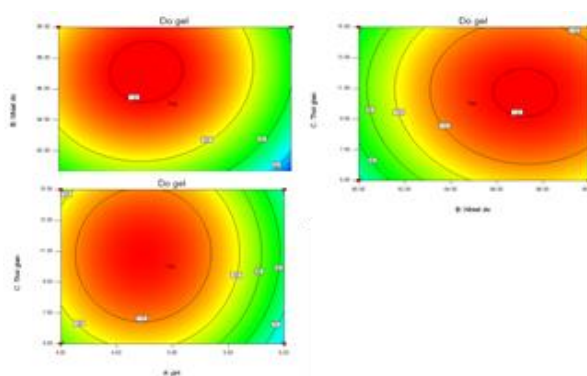
Hình 1. Kết quả thăm dò nhiệt độ (A), pH (B), thời gian (C)



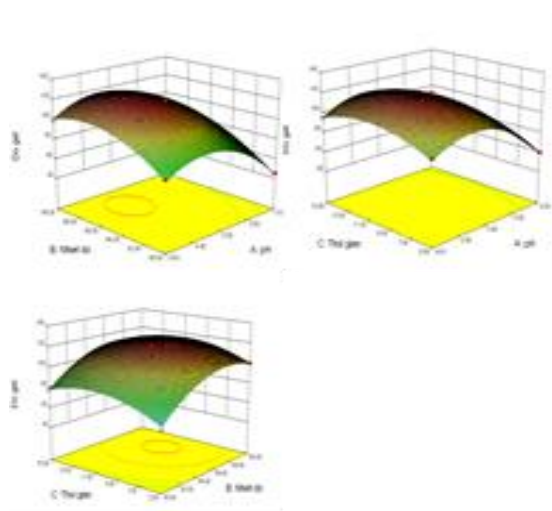
Hình 2. Đường contour ảnh hưởng của nhiệt độ, pH, thời gian lên sản lượng



Hình 3. Mô hình bề mặt đáp ứng tối ưu hàm sản lượng



Hình 4. Đường contour ảnh hưởng của nhiệt độ, pH, thời gian lên độ gel



Hình 5. Mô hình bề mặt đáp ứng tối ưu hóa hàm độ gel

Kết quả hình 1, 2, 3, 4, 5 đưa ra được vùng tối ưu hóa cho công đoạn kết tủa như sau: Nhiệt độ kết tủa $85\div 90^{\circ}\text{C}$, pH kết tủa trong khoảng $4,5\div 5,5$, thời gian kết tủa $7\div 15$ phút. Các thông số cụ thể cho công đoạn kết tủa được xác định bằng cách đi khảo sát thí nghiệm trong vùng tối ưu hóa. Cách bố trí thí nghiệm dựa trên vùng tối ưu hóa đã đưa ra kết hợp với các phương án phần mềm đã xử lý và những kết quả nhận được khi thăm dò để giới hạn thí

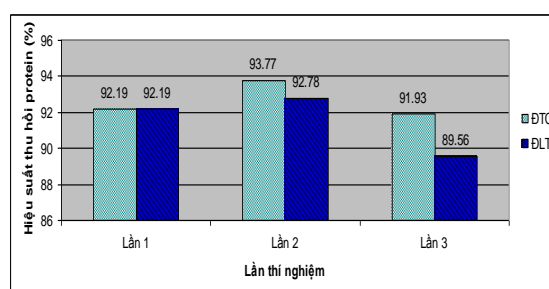
nghiệm. Kết quả khảo sát cho thấy tại pH 5, nhiệt độ 90°C, thời gian 10 phút thu được hàm sản lượng tốt, độ gel cao và đạt cảm quan. Các thông số này cũng thuộc vùng tối ưu đưa ra trước đó.

c. Đề xuất quy trình sản xuất đậu khuôn bằng nước ép đậu lên men lactic

Hạt đậu nành được ngâm trong nước 8 giờ ở nhiệt độ thường, tỷ lệ đậu nành/nước là 1/2,5. Đậu nành sau khi ngâm được loại bỏ vỏ xay nhỏ với tỷ lệ đậu nành/nước là 1/6, lọc lấy dịch sữa đậu nành, đun sôi 10 phút, kết tủa ở nhiệt độ 90°C, pH 5, thời gian 10 phút, ép khuôn 30 phút.

3.3. Kết quả đánh giá hiệu suất thu hồi protein

Hiệu suất thu hồi protein của hai mẫu được thể hiện ở đồ thị sau



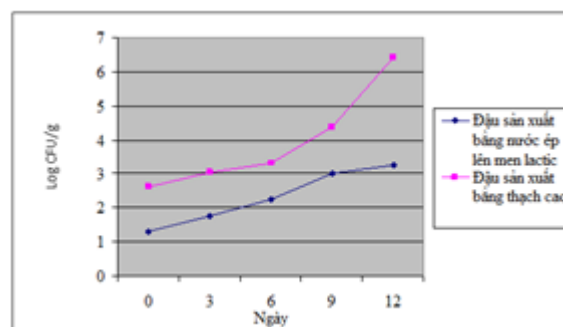
Hình 6. Hiệu suất thu hồi protein

Kết quả trên đồ thị hình 6 cho thấy hiệu suất thu hồi protein trong đậu khuôn sản xuất bằng nước ép đậu lên men lactic tương đối cao với hiệu suất trung bình là 91,51%. Trong khi đó hiệu suất thu hồi protein trung bình trong mẫu đối chứng là 92,63%. Như vậy hiệu suất thu hồi của các mẫu thí nghiệm thấp hơn 1,12%. Tuy nhiên sự khác nhau này không đáng kể và không có ý nghĩa về thống kê mô tả với $P = 0,383 > 0,05$.

Hiệu suất thu hồi protein trong mẫu kết tủa bằng canxi sunphate cao hơn mẫu đậu khuôn kết tủa bằng nước ép đậu lên men lactic là do các liên kết cầu canxi-protein [16]. Số lượng liên kết này có số lượng ít hơn trong mẫu đậu khuôn kết tủa bằng nước ép đậu lên men lactic, vì lượng canxi chỉ là nội tại trong sữa đậu nành, không được bổ sung thêm.

3.4. Kết quả đánh giá biến đổi của vi sinh vật trong quá trình bảo quản

3.4.1. Kết quả định lượng tổng số vi sinh vật hiếu khí



Hình 7. Biến đổi tổng số vi sinh vật hiếu khí trong thời gian bảo quản

Kết quả thu được hình 7 cho thấy rằng có sự tăng lên về tổng số vi sinh vật hiếu khí trong quá trình thí nghiệm. Điều kiện vệ sinh trong quá trình sản xuất được kiểm soát như nhau. Tổng số vi sinh vật hiếu khí ngay sau khi sản xuất trong mẫu đậu sản xuất bằng nước ép đậu lên men lactic ít hơn trong mẫu đậu thạch cao. Tổng lượng vi sinh vật hiếu khí tăng lên theo thời gian bảo quản. Trong mẫu phụ sản xuất bằng thạch cao tổng lượng vi sinh vật hiếu khí tăng rất nhanh, đặc biệt trong khoảng sau 6÷12 ngày sản xuất. Ngược lại, đậu phụ sản xuất bằng nước ép đậu lên men lactic tổng lượng vi sinh vật tăng lên, nhưng tốc độ chậm hơn và có xu hướng ngưng lại sau 9÷12 ngày sản xuất.

3.4.2. Kết quả xác định Coliform tổng số và Faecal coliform

Kết quả định lượng *Coliform* tổng số được thể hiện như Hình 8. Kết quả này cho thấy rằng lượng coliform tổng số trong quá trình bảo quản có xu hướng tăng lên. Tuy nhiên, sự biến động này là khác nhau giữa hai mẫu đậu khuôn sản xuất bằng thạch cao (viết tắt là ĐTC) và đậu khuôn sản xuất bằng nước ép đậu lên men lactic (viết tắt là ĐLT). Sau 2 ngày sản xuất lượng *Coliform* trong ĐLT là 3 MPN/g, trong khi đó ĐTC là 15 MPN/g. Điều này chứng tỏ các hợp chất có hoạt tính kháng khuẩn trong dịch ép đậu lên men lactic đã ức chế vi khuẩn *Coliform*. Lượng *Coliform* tăng nhanh ở mẫu ĐTC sau 2 tuần đạt 120 MPN/g. Mức độ biến đổi ở mẫu ĐLT chậm hơn, có 20 MPN/g sau 2 tuần.

3.4.3. Kết quả xác định *S.aureus* và *Salmonella*

Kết quả xác định *S.aureus* được thể hiện như hình 10 cho thấy ngay sau khi sản xuất lượng *S.aureus* trong mẫu đậu phụ sản xuất bằng nước ép đậu lên men lactic thấp hơn hẳn trong mẫu đậu phụ sản xuất bằng thạch cao. Điều này cho thấy rằng, chính dịch ép đậu lên men lactic có tính kháng khuẩn đã hạn chế được vi khuẩn tạp nhiễm ban đầu. Tuy nhiên, dịch ép đậu lên men lactic không có tác dụng tiêu diệt toàn bộ vi khuẩn, vì vậy lượng *S.aureus* vẫn tăng lên theo thời gian bảo quản. Mức độ tăng trưởng của vi khuẩn này trong mẫu đậu phụ sản xuất bằng nước ép đậu lên men lactic chậm hơn và có xu hướng chững lại sau 12 ngày sản xuất.

Kết quả thí nghiệm cho thấy cả 2 mẫu đậu khuôn sản xuất bằng thạch cao và mẫu đậu khuôn sản xuất bằng nước ép đậu lên men lactic đều âm tính với *Salmonella*.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu đã đưa ra được quy trình sản xuất đậu khuôn bằng nước ép đậu lên men lactic với các thông số tại công đoạn kết tủa như sau pH=5, nhiệt độ 90°C, thời gian kết tủa 10 phút thì đậu khuôn thu được có sản lượng, độ gel tốt. Đậu khuôn sản xuất bằng nước ép đậu lên men lactic có hiệu suất thu hồi protein tương đối cao 91,51%. Ngoài ra, nghiên cứu cũng đã chỉ ra được mức độ đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm của đậu khuôn sản xuất bằng nước ép đậu lên men lactic.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Thanh Mai, “Nghiên cứu quy trình muối chuatừ cây nha đam”, *Tạp san khoa học công nghệ*, 6, 2005, tr. 23-25.
- [2]. Trần Minh Tâm, Bảo quản và chế biến nông sản sau thu hoạch, Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội, 2009.
- [3]. Trần Linh Thuộc, Phương pháp phân tích vi sinh vật, Nhà xuất bản Giáo dục, 2002.

- [4]. David J. Edwards, Robert W. Mee, “New Three-Level Designs for Screening and Response Surface Exploration”, Quality and Productivity Research Conference, 2009, pp. 2-28.
- [5]. Gary W. Oehlert, A First Course in Design and Analysis of Experiments. University of Minnesota, 2010.
- [6]. Hong Kyoong No and Samuel P. Meyers, “Preparation of tofu using chitosan as a coagulant for improved shelf-life”, International Journal of Food Science and Technology, vol (39), 2004, pp. 133-141.
- [7]. Jacoba M.S. Renkema, Catriona M.M. Lakemond, Harmen H.J. De Jongh, Harry Gruppen, Ton van Vliet, “The effect of pH on heat denaturation and gel forming properties of soy proteins”. Journal of Biotechnology, vol (79), 2000, pp. 223–230.
- [8]. Kim, J.Y., Kim, J.H. and Moon, K.D., “Quality attributes of whole soybean flour tofu affected by coagulant and their concentration”, Korean Journal of Food Science and Technology, vol (32), 2000, pp. 402- 409.
- [9]. Moizuddin, S., Harvey, G., Fenton A.M. and Wilson, L.A., “Tofu Production from Soybeans or Full-Fat Soyflakes Using Direct and Indirect Heating Processes”, Journal of food science, Vol(64), 1999, pp. 145-148.
- [10]. Nguyen Huu Nghi, Tzu-Ching Wang, Ta-Chen Lin, Jia-Hsin Guo, “Optimal conditions for mycelia biomass and extracellular polysaccharides of *Grifola frondosa*: Effect of agitation speed, inoculum ratio and initial pH”, African Journal of Biotechnology, vol (11), 2012, pp. 6359-6363.
- [11]. Nirav V. Patel, Jayvadan K. Patel, Shreeraj H. Shah, “Box-Behnken experimental design in the development of pectin-compritol ATO 888 compression coated colon targeted drug delivery of mesalamine Acta Pharm”, Acta Pharm, 60 (1), 2010, pp. 39-54.
- [12]. Olusola Omueti, Olayinka Jaiyeola, “Effects of chemical and plant based coagulants on yield and some quality attributes of tofu”, Nutrition and Food Science, vol (36), 2006, pp. 169 – 176.
- [13]. Patrick J. Whitcomb, Mark J. Anderson, RSM Simplified: Optimizing Processes Using Response Surface Methods for Design of Experiments, 2004.
- [14]. Sladjana P. Stanojević, Miroljub B. Barać, Mirjana B. Pesić, Mirjana M. Milovanović and Biljana V. Vucelić-Radović, “Protein composition in tofu of corrected quality”, Apteff, vol (41), 2010, pp. 1-203.
- [15]. Sudarminto Setyo Yuwono, “Effect of pressure level and slurry particle size on solids and protein extractability during cold extraction”, Jurnal teknologi pertanian, vol. 2, no. 3, 2001, pp. 134-144.
- [16]. Suhaimi Bin MD. Yasir, The role of protein cross-linking in soy food texture, A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Biochemistry”, 2005.