

KHẢO SÁT CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN PHẢN ỨNG THỦY PHÂN BỘT BÁNH DẦU ĐẬU PHỘNG NHẪM THU DỊCH PROTEIN THỦY PHÂN BẰNG SỰ KẾT HỢP GIỮA NHIỆT VÀ XÚC TÁC HCl

AN INVESTIGATION INTO FACTORS AFFECTING HYDROLYSIS REACTIONS OF PEANUT MEAL POWDER TO PRODUCE PROTEIN HYDROLYSATE SOLUTION WITH A COMBINATION OF HEAT AND HCl AS A CATALYST

Bùi Viết Cường¹, Lê Thị Kim Dung²

¹*Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; bvcuong@gmail.com*

²*Sinh viên khóa 13H2 ngành Công nghệ Thực phẩm, Khoa Hóa, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng*

Tóm tắt - Protein thủy phân có rất nhiều ứng dụng trong công nghiệp thực phẩm. Phương pháp kết hợp giữa nhiệt và xúc tác HCl được sử dụng trong nghiên cứu này để thủy phân bột bánh dầu đậu phộng nhằm thu dịch protein thủy phân. Bột bánh dầu đậu phộng là nguyên liệu giàu protein để sản xuất protein thủy phân khi protein chiếm tỉ lệ phần trăm cao $51,84 \pm 0,66\%$. Điều kiện phản ứng thủy phân tốt nhất tương ứng với từng yếu tố ảnh hưởng gồm nhiệt độ phản ứng 160°C ; tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất 35:1 (v:w); nồng độ xúc tác HCl 0,1 M và thời gian phản ứng 60 phút. Hiệu suất thủy phân và hiệu suất thu nhận protein đạt giá trị cực đại $68,00 \pm 1,18\%$ và $80,58 \pm 2,87\%$ ở điều kiện phản ứng thủy phân tốt nhất. Một lượng nhỏ acid amin được tìm thấy trong sản phẩm thô. Nghiên cứu này đã nâng cao giá trị kinh tế của bánh dầu đậu phộng.

Từ khóa - protein thủy phân; bột bánh dầu đậu phộng; sự kết hợp giữa nhiệt và xúc tác HCl; hiệu suất thủy phân; hiệu suất thu nhận protein.

Abstract - Protein hydrolysates have a variety of applications in food industry. A combination of heat and HCl as a catalyst was employed in this research to hydrolyze peanut meal powder to generate protein hydrolysate solution. Peanut meal powder was a protein-rich material, perfect to produce protein hydrolysates when protein content reached up to $51.84 \pm 0.66\%$. The optimal conditions for hydrolysis reactions corresponding to each affecting factor included reaction temperature at 160°C ; ratio of HCl catalyst volume to substrate at 35:1 (v:w); HCl catalyst concentration at 0.1 M and reaction time of 60 minutes. Hydrolysis yield and protein recovery yield reached the maximum level of $68.00 \pm 1.18\%$ and $80.58 \pm 2.87\%$ under the optimal conditions for hydrolysis reactions. A minor percentage of amino acids was found in the crude product. This research has increased economic values of peanut meal.

Key words - protein hydrolysate; peanut meal powder; a combination of heat and HCl as a catalyst; hydrolysis yield; protein recovery yield.

1. Đặt vấn đề

Protein đóng vai trò quan trọng đối với sự phát triển của con người, các nguồn thực phẩm giàu protein đang được con người khai thác và sử dụng như: thịt, trứng, sữa, ...; tuy nhiên, protein có nguồn gốc động vật sẽ làm tăng lượng cholesterol và chất béo trong máu, một trong những nguyên nhân chính gây ra các bệnh liên quan đến tim mạch [1]. Theo thống kê của WHO, các bệnh liên quan đến tim mạch gây ra cái chết của 17,3 triệu người mỗi năm [2] và con số này được dự đoán sẽ tiếp tục tăng đến 23,3 triệu người vào năm 2030. Các nỗ lực toàn cầu đang được tiến hành nhằm ngăn chặn các bệnh liên quan đến tim mạch [3]. Bên cạnh việc tìm ra các biệt dược điều trị các bệnh tim mạch, con người đang có xu hướng chuyển sang khai thác và sử dụng protein có nguồn gốc thực vật. Protein của các hạt có dầu có thể thay thế protein có nguồn gốc động vật vì nó có các tính chất, chức năng tương tự như: tạo bột, tạo gel, Đậu phộng là nguồn cung cấp protein quan trọng thứ ba và đáp ứng 11% nhu cầu tiêu thụ protein trên toàn thế giới [4]. Protein thu nhận từ đậu phộng đã được sử dụng để làm giàu protein của lúa mì, yến mạch, ngô [5].

Bánh dầu đậu phộng là phụ phẩm của công nghiệp khai thác dầu đậu phộng và rất giàu protein [6]. Các giải pháp sử dụng hiện nay chưa tương xứng với giá trị dinh dưỡng của bánh dầu đậu phộng khi bánh dầu đậu phộng được sử dụng làm phân bón, thức ăn chăn nuôi hoặc giá thể trồng nấm. Phần lớn các nghiên cứu trước sử dụng enzyme là xúc tác để thủy phân bánh dầu đậu phộng nhằm thu dịch protein thủy phân. Tuy nhiên, enzyme mang tính đặc hiệu nên cần

sử dụng tổ hợp nhiều loại enzyme để nâng cao hiệu suất thủy phân và hiệu suất thu nhận protein, giá thành của enzyme cao; do đó, khả năng ứng dụng với quy mô sản xuất lớn còn hạn chế, điều kiện phản ứng thủy phân cần phải được kiểm soát chặt chẽ nhằm tránh sự biến tính của enzyme, HCl được sử dụng là chất hỗ trợ kỹ thuật cho các quá trình sản xuất thực phẩm, có cường lực xúc tác lớn, giá thành thấp hơn so với enzyme, ... nên tính kinh tế cao hơn khi áp dụng ở quy mô sản xuất lớn. Tuy nhiên, xúc tác vô cơ nói chung và xúc tác HCl nói riêng yêu cầu thiết bị phản ứng phải chịu được ăn mòn, hình thành nhiều sản phẩm phụ, ô nhiễm nguồn nước thải, ...

Theo khảo sát của nhóm tác giả, thủy phân bột bánh dầu đậu phộng bằng sự kết hợp giữa nhiệt và xúc tác HCl nhằm thu dịch protein thủy phân chưa được tiến hành trên thế giới và Việt Nam. Nghiên cứu này được tiến hành nhằm khai thác những ưu điểm của sự kết hợp giữa nhiệt và xúc tác HCl để thủy phân bột bánh dầu đậu phộng và để thu dịch protein thủy phân, nhằm khắc phục những nhược điểm của các nghiên cứu đã được tiến hành, nâng cao giá trị kinh tế của bánh dầu đậu phộng.

2. Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu

Bánh dầu đậu phộng được thu mua trên địa bàn thành phố Đà Nẵng và được nghiền nhỏ bằng máy nghiền gia dụng (National Mixer Grinder, MX-119N, Nhật Bản). Sàng phân loại với đường kính lỗ sàng 0,25 mm được sử dụng để phân loại bột bánh dầu đậu phộng. Bột bánh dầu

đậu phộng có kích thước 0,25 mm được bảo quản trong lọ kín cho quá trình nghiên cứu.

2.2. Phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng

Phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng được thực hiện trong bình phản ứng kín bằng sứ (60 mL). Bột bánh dầu đậu phộng (1 g) được hòa trộn đều với dung dịch xúc tác HCl. Nhiệt độ của phản ứng thủy phân được duy trì trong lò sấy (101-2, Ketong, Trung Quốc). Sản phẩm thu được sau phản ứng thủy phân được làm nguội đến nhiệt độ phòng và lọc qua giấy lọc (Whatman No.1). Dịch lọc được bảo quản ở 4°C cho các phân tích tiếp theo. Chất rắn còn sót lại trên giấy lọc được sấy đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ 100°C để xác định hiệu suất thủy phân.

2.3. Khảo sát ảnh hưởng của các yếu tố đến phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng

Các yếu tố ảnh hưởng và điều kiện phản ứng thủy phân được lựa chọn trong nghiên cứu này dựa trên nghiên cứu của Bùi Viết Cường và cộng sự [7].

2.3.1. Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng

Phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng được thực hiện ở tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất là 20:1 (v:w); nồng độ xúc tác HCl là 0,1 M; thời gian phản ứng là 20 phút và nhiệt độ phản ứng trong khoảng 40 - 200°C (khoảng cách giữa 2 lần khảo sát là 20°C).

2.3.2. Khảo sát ảnh hưởng của tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất

Nhiệt độ phản ứng là nhiệt độ tốt nhất từ khảo sát 2.3.1; nồng độ xúc tác HCl là 0,1 M; thời gian phản ứng là 20 phút được sử dụng để thủy phân bột bánh dầu đậu phộng với tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất từ 20:1 đến 50:1 (v:w), chênh lệch thể tích xúc tác HCl giữa hai điểm khảo sát 5 mL.

2.3.3. Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ xúc tác HCl

Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ xúc tác HCl đối với phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng được thực hiện ở nhiệt độ phản ứng và tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất được chọn từ khảo sát 2.3.1 và 2.3.2, thời gian phản ứng là 20 phút và nồng độ xúc tác HCl lần lượt là 0,01; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30; và 0,35 M.

2.3.4. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian phản ứng

Điều kiện tốt nhất của các yếu tố ảnh hưởng (nhiệt độ phản ứng, tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất và nồng độ xúc tác HCl) được chọn từ khảo sát 2.3.1, 2.3.2 và 2.3.3 cùng với thời gian phản ứng trong khoảng 10 đến 60 phút (chênh lệch thời gian phản ứng giữa hai điểm khảo sát 10 phút) được sử dụng để khảo sát ảnh hưởng của thời gian phản ứng.

2.4. Phương pháp phân tích

2.4.1. Xác định thành phần hóa học của bột bánh dầu đậu phộng

Thành phần hóa học của bột bánh dầu đậu phộng (protein, lipid, tro tổng và ẩm) được xác định theo phương pháp chuẩn của Cộng đồng phân tích (AOAC) [8].

2.4.2. Xác định hiệu suất thủy phân

Hiệu suất thủy phân được xác định theo công thức:

$$H_h = \left(\frac{M_i - M_r}{M_i} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Trong đó, M_i là lượng chất khô có trong bột bánh dầu đậu phộng (g), M_r là lượng chất rắn còn lại sau phản ứng

thủy phân (g) và H_h là hiệu suất thủy phân (%).

2.4.3. Xác định hiệu suất thu nhận protein

Protein có trong sản phẩm thô thu được sau phản ứng thủy phân được xác định bằng phương pháp Bradford [9]. Hiệu suất thu nhận protein được tính theo công thức,

$$H_p = \left(\frac{M_{pm} - M_{pc}}{M_{pm}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

Trong đó, M_{pm} là lượng protein có trong bột bánh dầu đậu phộng (g), M_{pc} là lượng protein có trong sản phẩm thô thu được sau phản ứng thủy phân (g) và H_p là hiệu suất thu nhận protein (%).

2.4.4. Xác định hiệu suất thu nhận acid amin

Lượng acid amin có trong sản phẩm thô cho phép đánh giá cường độ của phản ứng thủy phân. Acid amin của sản phẩm thô được xác định bằng phương pháp đồng được xây dựng bởi C. P. Pope và M. F. Stevens [10]. Hiệu suất thu nhận acid amin được tính theo công thức,

$$H_{aa} = \frac{M_{aa}}{M_{pm}} \times 100\% \quad (3)$$

Trong đó, M_{aa} là lượng acid amin có trong sản phẩm thô thu được sau phản ứng thủy phân (g), M_{pm} là lượng protein có trong bột bánh dầu đậu phộng (g) và H_{aa} là hiệu suất thu nhận acid amin (%).

2.4.5. Xác định độ hấp thụ của sản phẩm thô

Độ hấp thụ của sản phẩm thô với mức độ pha loãng 200 lần được xác định ở bước sóng 284 nm phản ánh cường độ của phản ứng caramel, Maillard và các sản phẩm trung gian của phản ứng caramel và Maillard. Tham số này sẽ cung cấp thêm thông tin cho quá trình thủy phân bột bánh dầu đậu phộng nhằm thu dịch protein thủy phân.

2.4.6. Xác định sự khác biệt có ý nghĩa của hiệu suất thu nhận protein

Sự khác biệt có ý nghĩa của hiệu suất thu nhận protein được xác định bằng phân tích phương sai ANOVA - One way [11] với phần mềm Minitab 16.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Thành phần hóa học của bột bánh dầu đậu phộng

Chất khô chiếm tỉ lệ rất cao trong thành phần hóa học của bột bánh dầu đậu phộng ($97,93 \pm 0,31\%$) và ẩm ($2,07 \pm 0,31\%$) có phần trăm rất nhỏ so với chất khô. Thành phần hóa học của bột bánh dầu đậu phộng được thể hiện ở Bảng 1. Protein và carbohydrate là hai thành phần chính trong chất khô của bột bánh dầu đậu phộng với phần trăm lần lượt là $51,84 \pm 0,66\%$ và $38,14 \pm 0,62\%$. Các thành phần còn lại (tro tổng, lipid, và ẩm) chiếm tỉ lệ rất thấp.

Bảng 1. Thành phần hóa học của bột bánh dầu đậu phộng

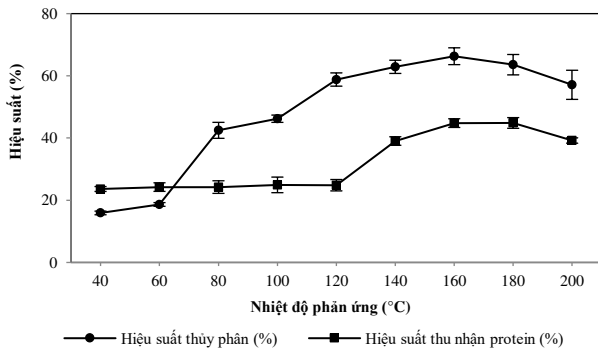
Thành phần	Phần trăm (%)
Protein	$51,84 \pm 0,66$
Carbohydrate	$38,14 \pm 0,62$
Tro tổng	$5,60 \pm 0,11$
Lipid	$2,35 \pm 0,06$
Ẩm	$2,07 \pm 0,31$

Kết quả phân tích bột bánh dầu đậu phộng trong nghiên cứu này tương tự với nghiên cứu của Batal và cộng sự [6],

Kain và cộng sự [12]. Protein chiếm tỉ lệ phần trăm cao nhất trong chất khô của bột bánh dầu đậu phộng; do đó, bột bánh dầu đậu phộng là nguyên liệu thích hợp để thủy phân thu nhận dịch protein thủy phân.

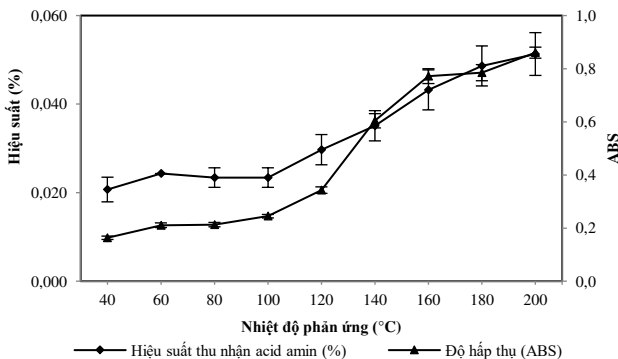
3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng

Nhìn chung, nhiệt độ phản ứng có ảnh hưởng đáng kể đến phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng. Hiệu suất thủy phân, hiệu suất thu nhận protein, hiệu suất thu nhận acid amin và độ hấp thụ của sản phẩm thô tăng cùng với nhiệt độ phản ứng. Kết quả thí nghiệm được thể hiện ở Hình 1 và Hình 2.



Hình 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến hiệu suất thủy phân và hiệu suất thu nhận protein

Hiệu suất thủy phân tăng đều trong khoảng nhiệt độ từ 40°C đến 160°C và đạt giá trị cực đại $66,30 \pm 2,70\%$ tại nhiệt độ phản ứng 160°C. Tuy nhiên, hiệu suất thu nhận protein dao động ở mức $24,37 \pm 1,47\%$ khi nhiệt độ phản ứng tăng từ 40°C đến 120°C, vì nhiệt độ phản ứng thấp không có khả năng cắt đứt các liên kết của protein với các thành phần khác của bột bánh dầu đậu phộng để tăng hiệu suất thu nhận protein. Khi nhiệt độ phản ứng tăng từ 120°C đến 180°C, hiệu suất thu nhận protein tăng và đạt giá trị cực đại $44,86 \pm 1,72\%$ tại nhiệt độ phản ứng 180°C. Hiệu suất thủy phân và hiệu suất thu nhận protein giảm, sau đó có thể do protein bị biến tính đồng tụ hoặc bị thủy phân thành acid amin ở nhiệt độ phản ứng cao.



Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến hiệu suất thu nhận acid amin và độ hấp thụ của sản phẩm thô

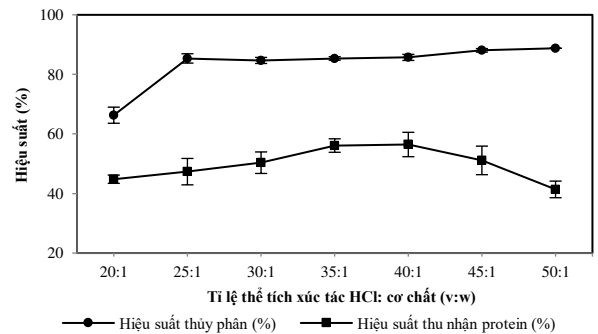
Đồ thị Hình 2 cho thấy hiệu suất thu nhận acid amin và độ hấp thụ của sản phẩm thô ở bước sóng 284 nm tăng khi nhiệt độ phản ứng tăng từ 40°C đến 200°C vì phản ứng thủy phân protein thành acid amin, phản ứng caramel và phản ứng Maillard xảy ra mãnh liệt ở nhiệt độ phản ứng

cao [13]. Hiệu suất thu nhận acid amin và độ hấp thụ của sản phẩm thô ở bước sóng 284 nm đạt giá trị cực đại với giá trị lần lượt $0,05 \pm 0,005\%$ và $0,86 \pm 0,02$ ABS ở nhiệt độ phản ứng 200°C. Nhiệt độ phản ứng cao đã dẫn đến sản phẩm thô có lượng acid amin và sản phẩm phụ của phản ứng caramel và phản ứng Maillard lớn.

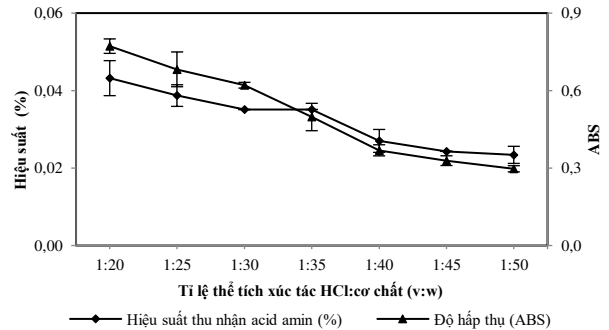
Phân tích sự khác biệt có ý nghĩa cho hiệu suất thu nhận protein cho thấy, ở nhiệt độ phản ứng 160°C và 180°C có hiệu suất thu nhận protein cao nhất và khác biệt hoàn toàn so với các nhiệt độ phản ứng khác. Nhiệt độ phản ứng 160°C được lựa chọn cho các khảo sát tiếp theo.

3.3. Ảnh hưởng của tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất đến phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng

Tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất được khảo sát trong nghiên cứu này nhằm xác định điều kiện tốt nhất cho phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng nhằm thu dịch protein thủy phân. Kết quả hiệu suất thủy phân, hiệu suất thu nhận protein, hiệu suất thu nhận acid amin và độ hấp thụ của sản phẩm thô được thể hiện ở Hình 3 và Hình 4.



Hình 3. Ảnh hưởng của tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất đến hiệu suất thủy phân và hiệu suất thu nhận protein



Hình 4. Ảnh hưởng của tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất đến hiệu suất thu nhận acid amin và độ hấp thụ của sản phẩm thô

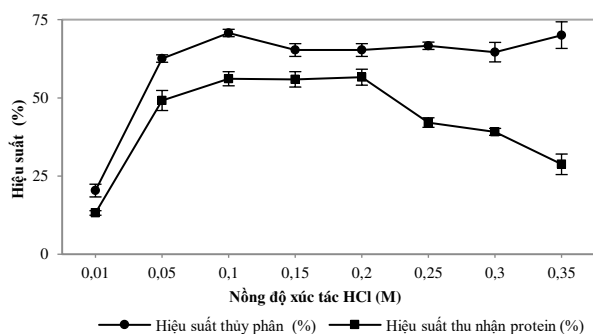
Tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất có ảnh hưởng đến hiệu suất thủy phân và hiệu suất thu nhận protein. Khi tăng tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất từ 20:1 đến 40:1, hiệu suất thu nhận protein tăng nhẹ đến giá trị cực đại $56,46 \pm 4,10\%$, sau đó hiệu suất thu nhận protein giảm đều khi tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất tăng, vì protein biến tính đồng tụ hoặc bị thủy phân thành acid amin với thể tích xúc tác HCl lớn. Trong khi đó, hiệu suất thủy phân tăng đều khi tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất tăng từ 20:1 đến 25:1 (v:w), sau đó hiệu suất thủy phân tăng nhẹ cùng với tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất tăng đến giá trị 50:1 (v:w). Hiệu suất thủy phân đạt giá trị lớn nhất $88,77 \pm 0,00\%$ tại tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất là 50:1 (w:v).

Hiệu suất thu nhận acid amin và độ hấp thụ của sản phẩm thô chịu ảnh hưởng nghịch của tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất do acid amin tham gia vào phản ứng Maillard, các sản phẩm trung gian của phản ứng caramel và Maillard hấp thụ ở bước sóng 284 nm bị phân hủy cùng với lượng xúc tác HCl cao [13]. Giá trị cực tiểu của hiệu suất thu nhận acid amin và độ hấp thụ của sản phẩm thô lần lượt là $0,023 \pm 0,00\%$ và $0,297 \pm 0,012$ ABS tại tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất là 50:1 (v:w). Lượng xúc tác HCl lớn dẫn đến lượng acid amin và các sản phẩm trung gian của phản ứng caramel và Maillard có trong sản phẩm thô giảm.

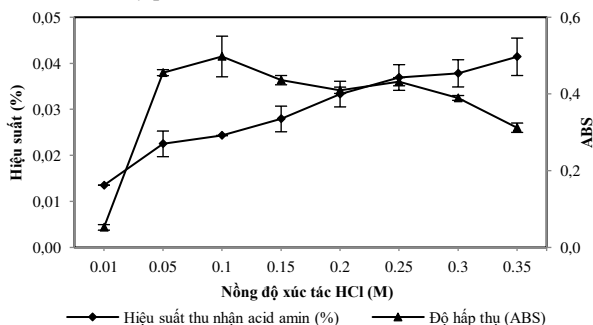
Với tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất là 35:1 (v:w) có hiệu suất thu nhận protein cao nhất và có sự khác biệt hoàn toàn so với hiệu suất thu nhận protein ở các tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất khác. Vì vậy, tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất tốt nhất được lựa chọn cho các khảo sát tiếp theo là 35:1 (v:w).

3.4. Ảnh hưởng của nồng độ xúc tác HCl đến phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng

Nồng độ xúc tác HCl có ảnh hưởng đáng kể đến phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng so với nhiệt độ phản ứng và tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất. Hình 5 và Hình 6 thể hiện sự biến đổi của hiệu suất thủy phân, hiệu suất thu nhận protein, hiệu suất thu nhận acid amin và độ hấp thụ của sản phẩm thô khi tăng nồng độ xúc tác HCl.



Hình 5. Ảnh hưởng của nồng độ xúc tác HCl đến hiệu suất thủy phân và hiệu suất thu nhận protein



Hình 6. Ảnh hưởng của nồng độ xúc tác HCl đến hiệu suất thu nhận acid amin và độ hấp thụ của sản phẩm thô

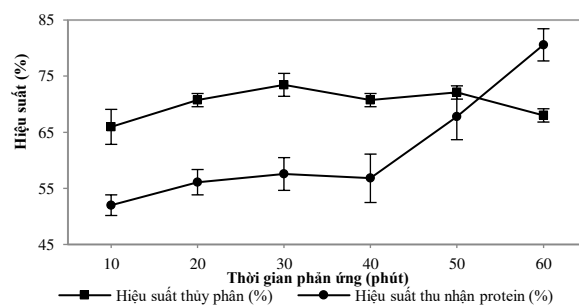
Hiệu suất thủy phân tăng mạnh và đạt giá trị cực đại $70,73 \pm 1,18\%$ khi nồng độ xúc tác HCl tăng từ 0,01 M đến 0,1 M và dao động xung quanh giá trị $66,37 \pm 2,53\%$ khi nồng độ xúc tác tiếp tục tăng từ 0,1 M đến 0,35 M. Hiệu suất thu nhận protein cũng đạt giá trị cực đại ($56,10 \pm 2,26\%$) tại nồng độ xúc tác HCl 0,1 M. Tuy nhiên, hiệu suất thu nhận protein ở nồng độ xúc tác HCl lớn hơn 0,1 M giảm mạnh do protein bị biến tính đông tụ hoặc bị thủy phân thành acid

amin, điều này tương ứng với hiệu suất thu nhận acid amin tăng đều ở các nồng độ xúc tác HCl cao (Hình 6).

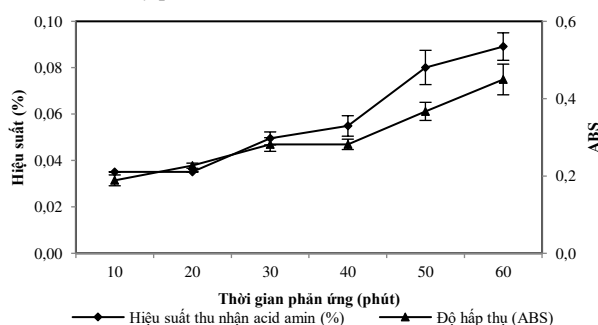
Hiệu suất thu nhận acid amin tăng tuyến tính với nồng độ xúc tác HCl và đạt giá trị lớn nhất $0,041 \pm 0,004\%$ tại nồng độ xúc tác HCl 0,35 M. Độ hấp thụ của sản phẩm thô tăng đột biến và đạt giá trị cực đại $0,498 \pm 0,053$ ABS tại nồng độ xúc tác HCl 0,1 M và sau đó giảm nhẹ bởi vì các sản phẩm trung gian hấp thụ bước sóng 284 nm của phản ứng caramel và Maillard bị phân hủy ở nồng độ xúc tác HCl cao. Nồng độ xúc tác HCl cao dẫn đến sản phẩm thô có lượng acid amin lớn hơn so với nồng độ xúc tác HCl thấp. Hiệu suất thu nhận protein không có sự khác biệt khi nồng độ xúc tác HCl ở các mức 0,1 M, 0,15 M và 0,2 M; và có sự khác biệt hoàn toàn với hiệu suất thu nhận protein ở các nồng độ xúc tác HCl khác. Nồng độ xúc tác HCl 0,1 M được lựa chọn cho khảo sát ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng.

3.5. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng

Hiệu suất thu nhận protein, hiệu suất thu nhận acid amin và độ hấp thụ của sản phẩm thô chịu ảnh hưởng thuận của thời gian phản ứng. Tuy nhiên, hiệu suất thủy phân dao động ở giá trị $70,16 \pm 1,65\%$ khi thời gian phản ứng tăng từ 10 phút đến 60 phút. Sự thay đổi của hiệu suất thu nhận protein, hiệu suất thu nhận acid amin và độ hấp thụ của sản phẩm thô được thể hiện ở Hình 7 và Hình 8.



Hình 7. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến hiệu suất thủy phân và hiệu suất thu nhận protein



Hình 8. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến hiệu suất thu nhận acid amin và độ hấp thụ của sản phẩm thô

Hiệu suất thu nhận protein tăng nhẹ khi thời gian phản ứng tăng từ 10 phút đến 40 phút, tăng đột biến và đạt giá trị cực đại $80,58 \pm 2,87\%$ với thời gian phản ứng 60 phút. Khi tăng thời gian phản ứng đã tăng khả năng thủy phân các liên kết của protein với các thành phần khác của bột bánh dầu đậu phộng hoặc liên kết peptide của protein không tan đồng thời giải phóng protein tan đã dẫn đến hiệu suất thu nhận protein tăng.

Một lượng nhỏ acid amin được phát hiện trong sản phẩm thô với giá trị cực đại của hiệu suất thu nhận acid amin là $0,089 \pm 0,006\%$ ở thời gian phản ứng 60 phút. Độ hấp thụ của sản phẩm thô ở bước sóng 284 nm tăng cùng với thời gian phản ứng và đạt giá trị lớn nhất $0,450 \pm 0,040$ ABS với thời gian phản ứng 60 phút vì nồng độ các sản phẩm trung gian của phản ứng caramel và phản ứng Maillard tỉ lệ thuận với thời gian phản ứng [13]. Vậy, lượng acid amin và sản phẩm trung gian của phản ứng caramel và Maillard tăng cùng với thời gian phản ứng.

Phân tích sự khác biệt có ý nghĩa đối với hiệu suất thu nhận protein cho thấy ở thời gian phản ứng 60 phút có hiệu suất thu nhận protein cao nhất và có sự khác biệt hoàn toàn so với hiệu suất thu nhận protein ở các thời gian phản ứng khác. Vì vậy, thời gian phản ứng 60 phút được lựa chọn là thời gian tối ưu cho phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng nhằm thu dịch protein thủy phân bằng sự kết hợp giữa nhiệt và xúc tác HCl. Hiệu suất thu nhận protein lớn nhất trong nghiên cứu này ($80,58 \pm 2,87\%$) có thể so sánh với nghiên cứu của Gayol và cộng sự ($86,22\%$) [14], Nguyễn Thị Hiền ($87,7\%$) [15].

4. Kết luận

Kết quả phân tích thành phần hóa học của bột bánh dầu đậu phộng cho thấy nguyên liệu trong nghiên cứu này rất giàu protein ($51,84 \pm 0,66\%$) và thích hợp để sản xuất dịch protein thủy phân. Điều kiện phản ứng thủy phân bột bánh dầu đậu phộng tốt nhất tương ứng với từng yếu tố ảnh hưởng được xác định với nhiệt độ phản ứng 160°C ; tỉ lệ thể tích xúc tác HCl:cơ chất là 35:1 (v:w); nồng độ xúc tác HCl 0,1 M và thời gian phản ứng 60 phút. Với điều kiện phản ứng thủy phân tốt nhất, hiệu suất thủy phân và hiệu suất thu nhận protein đạt giá trị lớn nhất lần lượt là $68,00 \pm 1,18\%$ và $80,58 \pm 2,87\%$. Sản phẩm thô cần được trung hòa bằng NaOH và quá trình tinh chế protein bằng muối $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ cần được tiến hành nhằm thu protein tinh sạch để ứng dụng trong thực phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Kritchevsky, D., Dietary Protein, "Cholesterol and Atherosclerosis: A Review of The Early History", *The Journal of Nutrition*, 125(suppl_3), 1995, pp. 589S-593S.
- [2] WHO., *Global Status Report on Noncommunicable Diseases 2010*, Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2011, pp. 9-31.
- [3] Mathers CD, L.D., *Projections of Global Mortality and Burden of Disease from 2002 to 2030*, *PLoS Med* 3: e442., 2006.
- [4] Lusas, E., "Food Uses of Peanut Protein", *Journal of The American Oil Chemists' Society*, 56(3), 1979, pp. 425-430.
- [5] Johns, C. O. and D. B. Jones, "The Proteins of The Peanut, *Arachis hypogaea* L. The Globulins Arachin and Conarachin", *Journal of Biological Chemistry*, 28(1), 1916, pp. 77-87.
- [6] Batal, A., N. Dale, and M., "Café, Nutrient Composition of Peanut Meal", *Journal of Applied Poultry Research*, 14(2), 2005, pp. 254-257.
- [7] Bui, C.V., et al., "Conversion of Konjac Powder into Glucomannan-Oligosaccharides, Mannose, and Glucose by Hydrolysis Facilitated by Microwave Heating and HCl Catalyst", *The Journal of Industrial Technology*, 12(2), 2016, pp. 45-61.
- [8] A.O.A.C., *Official Methods of Analysis of AOAC International*, ed., Maryland: AOAC International, 17th. 2000.
- [9] Bradford, M. M., "A Rapid and Sensitive Method for The Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing The Principle of Protein-dye Binding", *Analytical Biochemistry*, 72(1-2), 1976, pp. 248-254.
- [10] Pope, C. and M. F. Stevens, "The Determination of Amino-Nitrogen Using A Copper Method", *Biochemical Journal*, 33(7), 1939, pp. 1070-1077.
- [11] Montgomery, D. C. and G. C. Runger, *Applied Statistics and Probability for Engineers*, John Wiley & Sons, 2010.
- [12] Kain, R. J., et al., "Study on The Effects of Enzymatic Hydrolysis on The Physical, Functional and Chemical Properties of Peanut Protein Isolates Extracted from Defatted Heat Pressed Peanut Meal Flour (*Arachis hypogaea* L.)", *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(6), 2009, pp. 818-825.
- [13] Nollet, L. M., et al., *Food Biochemistry and Food Processing*, John Wiley & Sons, 2012.
- [14] Gayol, M. F., et al., "Optimization of The Protein Concentration Process Prepared from Residual Peanut Oil-Cake", *International Journal of Fats and Oils*, Vol. 64, No. 5. 2013, pp. 489-496.
- [15] Hiền, N. T., *Thu nhận protein isolate protein concentrate từ đậu phộng (*Arachis hypogaea* Linn.)*, Luận án Tiến sĩ Kỹ thuật, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh, 2017.

(BBT nhận bài: 28/5/2018, hoàn tất thủ tục phản biện: 03/7/2018)