

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA



NGUYỄN THỊ HIỀN

**THU NHẬN PROTEIN ISOLATE, PROTEIN
CONCENTRATE TỪ ĐẬU PHỘNG**
(Arachis hypogaea Linn.)

Chuyên ngành: Chế biến thực phẩm và đồ uống

Mã số chuyên ngành: 62.54.02.01

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Công trình được hoàn thành tại: **Trường Đại học Bách Khoa
Đại học Quốc gia – TP.HCM**

Người hướng dẫn khoa học : **GS. TS. Lê Văn Việt Mẫn**

Phản biện độc lập 1:

Phản biện độc lập 2:

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án họp tại:

Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia – TP.HCM

Vào lúc: **8 giờ 00, ngày tháng năm 2017**

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Thư viện Khoa học tổng hợp TP.HCM
- Thư viện Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TP.HCM

A. PHẦN MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của luận án

Đậu phộng là cây trồng quan trọng ở nhiều nước trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Sản lượng đậu phộng trên thế giới tăng dần hàng năm (FAO, 2013). Một phần đậu phộng được dùng để sản xuất dầu đậu phộng. Quy trình sản xuất dầu đậu phộng cho ra phụ phẩm là bột đậu phộng tách béo giàu protein. Hiện nay phụ phẩm này chỉ được dùng để sản xuất nước tương và thức ăn gia súc. Do đó, chúng ta có thể tận dụng nguồn nguyên liệu này để sản xuất protein concentrate (PC) và protein isolate (PI).

Trong qui trình sản xuất PC/PI, trích ly và tinh sạch protein là những công đoạn quan trọng ảnh hưởng quyết định đến hiệu suất thu hồi và chất lượng protein. Đến nay, dung dịch kiềm thường được sử dụng để trích ly protein từ thực vật. Để tăng hiệu suất thu hồi, nhiều giải pháp kỹ thuật hỗ trợ đã được sử dụng, trong đó đáng lưu ý là kỹ thuật xử lý nguyên liệu bằng chế phẩm enzyme hoặc sóng siêu âm. Một số công bố khoa học cho thấy hiệu suất thu hồi protein từ thực vật được cải thiện đáng kể khi có sử dụng chế phẩm enzyme hoặc sóng siêu âm để hỗ trợ. Bên cạnh đó để tinh sạch protein từ dịch trích thô, kỹ thuật siêu lọc có nhiều ưu điểm nổi bật như ít tổn chi phí năng lượng, thân thiện với môi trường, chế phẩm PC/PI thu được có độ hòa tan và tính chất chức năng tốt hơn khi so sánh với những kỹ thuật tinh sạch khác.

Từ những cơ sở trên, luận án này sẽ nghiên cứu qui luật ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ trong quá trình xử lý siêu âm và/hoặc xử lý enzyme đến hiệu quả trích ly protein từ bột đậu phộng tách béo. Bên cạnh đó, quá trình tinh sạch dịch trích protein đậu phộng bằng kỹ thuật siêu lọc cũng được khảo sát. Chế phẩm protein đậu phộng sẽ được đem xác định các tính chất công nghệ và thử nghiệm ứng dụng trong sản xuất thực phẩm.

2. Mục tiêu của luận án

Mục tiêu của luận án là cải thiện hiệu suất trích ly và chất lượng của chế phẩm protein từ bột đậu phộng tách béo.

3. Những đóng góp mới của luận án

- Hiệu suất trích ly protein từ bột đậu phộng tách béo được cải thiện đáng kể khi sử dụng sóng siêu âm và/hoặc chế phẩm enzyme để xử lý nguyên liệu.

- Các thông số và giải pháp công nghệ của quá trình siêu lọc dịch trích protein thô đã được xác định để cải thiện chất lượng chế phẩm protein.
- Các tính chất chức năng của chế phẩm protein đậu phộng được xác định để làm cơ sở khoa học cho việc ứng dụng chế phẩm trong các quy trình chế biến thực phẩm.

4. Bố cục của luận án

Luận án có 115 trang, 25 bảng, 51 hình và 144 tài liệu tham khảo, bao gồm các phần: Mở đầu; Chương 1: Mở đầu; Chương 2: Tổng quan; Chương 3: Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu; Chương 4: Kết quả và bàn luận; Chương 5: Kết luận và kiến nghị; Tài liệu tham khảo; Các công trình đã công bố.

B. NỘI DUNG LUẬN ÁN

Chương 1. TỔNG QUAN

1.1 Giới thiệu về đậu phộng và protein đậu phộng

Đậu phộng (lạc) là một loại thực vật thuộc họ đậu, có nguồn gốc từ Nam Trung Mỹ và được trồng phổ biến ở nhiều nước trên thế giới. Hạt đậu phộng được dùng làm nguyên liệu trong sản xuất dầu ăn, bơ, sữa. Protein chiếm khoảng 25,8% thành phần hóa học cơ bản của nhân đậu phộng. Đậu phộng giàu acid glutamic, acid aspartic và arginine nhưng ít cysteine. Tính chất chức năng của chế phẩm protein đậu phộng phụ thuộc nhiều vào phương pháp trích ly và tinh sạch protein trong quy trình thu nhận.

1.2 Thu nhận chế phẩm protein từ thực vật

Quy trình thu nhận chế phẩm protein từ thực vật gồm có các quá trình cơ bản như sau: xử lý nguyên liệu chứa protein (nghiền, tách béo), trích ly protein bằng dung môi, tinh sạch, cô đặc và sấy để tạo ra chế phẩm protein. Những nghiên cứu gần đây cho thấy giải pháp xử lý nguyên liệu với chế phẩm enzyme hoặc sóng siêu âm làm cải thiện đáng kể hiệu suất thu hồi protein từ thực vật. Hiện nay, siêu lọc là phương pháp tiềm năng để tinh sạch protein do tiết kiệm năng lượng, ít gây ô nhiễm môi trường, qui trình vận hành được cơ giới hóa và tự động hóa khi so sánh với các phương pháp khác.

1.3 Ứng dụng sóng siêu âm hoặc/và enzyme trong quá trình trích ly protein

Quá trình xử lý siêu âm làm cho hạt nguyên liệu bị rạn nứt hoặc giảm kích thước nên gia tăng sự tiếp xúc của tế bào thực vật với dung môi, làm tăng sự khuếch tán của các chất hòa tan, giải phóng protein ra khỏi nguyên liệu dễ dàng hơn, từ đó làm tăng động lực của quá trình trích ly protein .

Thành tế bào thực vật được cấu tạo từ các polysaccharide, protein và lignin có phân tử lượng cao. Sử dụng enzyme thủy phân polysaccharide thành tế bào làm giải phóng các protein nội bào và cải thiện được hiệu suất thu hồi protein từ thực vật.

1.4 Ứng dụng siêu lọc trong quá trình tinh sạch protein

Quá trình siêu lọc được áp dụng để tinh sạch các đại phân tử như protein. Quá trình siêu lọc kết hợp với giải pháp bổ sung nước có thể loại bỏ hiệu quả các oligosaccharide và khoáng ra khỏi dịch trích protein. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phân riêng protein bằng màng siêu lọc có thể được chia thành ba nhóm liên quan đến nguyên liệu cần phân riêng, màng và các thông số kỹ thuật để thực hiện quá trình phân riêng.

Chương 2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

- Bột đậu phộng tách béo được thu nhận từ giống đậu phộng *Arachis hypogaea* Linn. VD1 do Viện nghiên cứu dầu và cây có dầu Tp. Hồ Chí Minh cung cấp.
- Chế phẩm Viscozyme L là một hỗn hợp cellulase và hemicellulase do hãng Novozyme (Đan Mạch) cung cấp, chế phẩm này được thu nhận từ nấm sợi *Aspergillus aculeatus*. Chế phẩm IndiAge Neutra L chỉ chứa một loại enzyme cellulase là endoglucanase được cung cấp bởi công ty Danisco (Đan mạch). Chế phẩm này được thu nhận từ xạ khuẩn *Streptomyces*.
- Nguyên liệu chính sản xuất xúc xích: thịt heo (Công ty Visan), Chế phẩm protein (Công ty Brentag-VN).
- Các hóa chất sử dụng trong nghiên cứu có xuất xứ từ hãng Merck & Co. (Đức), Sigma Chemical Co. (Hoa kỳ) và được cung cấp bởi Công ty hóa chất Chemsol (Việt Nam).

2.2. Nội dung thí nghiệm

2.2.1. Phần 1: Khảo sát quá trình trích ly protein đậu phộng có sử dụng sóng siêu âm và/hoặc chế phẩm enzyme hỗ trợ

Phần 1.1. Ảnh hưởng của sóng siêu âm đến hiệu suất thu hồi protein:

Quy luật ảnh hưởng của tỉ lệ nguyên liệu/dung môi, pH, nhiệt độ, công suất và thời gian siêu âm đến hiệu suất thu hồi protein được xác định. Các thông số khảo sát thay đổi trong khoảng: tỉ lệ nguyên liệu/dung môi (1/5-1/10-1/15-1/20-1/25 w/v), pH dịch xử lý siêu âm (6,8 (pH tự nhiên)-7,0-8,0-9,0-10,0), công suất siêu âm (0-30-45-60 W/g bột đậu phộng tách béo – Defatted Peanut Meal (DPM)), nhiệt độ siêu âm (40-50-60-70°C), thời gian siêu âm (0-5-10-15-20 phút).

Phần 1.2. Xử lý enzyme với chế phẩm Viscozyme L hoặc IndiAge Neutra L:

Quy luật ảnh hưởng của hàm lượng chế phẩm enzyme và thời gian xử lý đến hiệu suất thu hồi protein được xác định. Các thông số khảo sát được lần lượt thay đổi: enzyme Viscozyme L: tỉ lệ enzyme (0-10-20-30-40 U/g DPM), thời gian xử lý (0-30-60-90-120-150 phút); enzyme IndiAge Neutral L: tỉ lệ enzyme (0-10-20-30-40 U/g DPM), thời gian xử lý (0-30-60-90-120-150 phút).

Phần 1.3. Xử lý siêu âm kết hợp enzyme:

DPM sẽ được xử lý lần lượt với sóng siêu âm và chế phẩm cellulase: Dựa trên kết quả ở phần 1.2, chọn một chế phẩm cellulase để sử dụng trong phần nghiên cứu này. Điều kiện xử lý siêu âm được giữ cố định để xác định quy luật ảnh hưởng của hàm lượng chế phẩm enzyme và thời gian xử lý đến hiệu suất thu hồi protein. Các thông số khảo sát được lần lượt thay đổi trong khoảng: tỉ lệ enzyme (0-10-20-30-40 U/g DPM), thời gian xử lý enzyme (0-30-60-90-120-150 phút).

Phần 1.4. So sánh các phương pháp trích ly:

Trong phần này, chúng tôi tiến hành đánh giá hiệu quả trích ly protein của các phương pháp: (1) trích ly truyền thống (pH 9, khuấy trộn trong thời gian 1 giờ), (2) trích ly có sử dụng sóng siêu âm hỗ trợ, (3) trích ly có sử dụng chế phẩm enzyme hỗ trợ, (4) trích ly có sử dụng kết hợp sóng siêu âm và chế phẩm enzyme hỗ trợ. Hiệu quả quá trình trích ly được đánh giá thông qua hiệu suất thu hồi protein, hình ảnh bề mặt hạt nguyên liệu và giản đồ phân bố kích thước hạt nguyên liệu khi quá trình trích ly kết thúc, thành phần protein trong dịch trích thô.

2.2.2. Phần 2: Khảo sát quá trình tinh sạch protein đậu phộng bằng phương pháp siêu lọc

Phần 2.1. Tinh sạch protein ở quy mô phòng thí nghiệm:

Sự ảnh hưởng của kích thước mao quản và các thông số công nghệ đến quá trình siêu lọc dịch trích protein đậu phộng được khảo sát trên thiết bị quy mô PTN. Các thông số khảo sát được lần lượt thay đổi: kích thước mao quản: màng GR51PP (50 kDa) và màng GR60PP (25 kDa), pH dịch trích protein (5,0-6,0-7,0-8,0-9,0), áp suất vận hành (2-4-6-8-10 bar). Hiệu quả quá trình tinh sạch được đánh giá dựa trên độ phân riêng các cấu tử chính trong dịch trích protein thô (protein, phytic/phytate và đường tổng) và thông lượng.

Phần 2.2. Tinh sạch protein ở quy mô pilot:

Các giải pháp để vận hành quá trình siêu lọc dịch trích protein đậu phộng được khảo sát. Các thông số công nghệ được lựa chọn từ phần 2.1. Mẫu dịch trích protein đậu phộng được thu nhận theo quy trình đưa ra từ phần 1. Hệ số cô đặc và số lần bổ sung nước vào dòng nhập liệu sẽ được lần lượt thay đổi để nâng cao hiệu quả tinh sạch protein. Quá trình được thực hiện ở quy mô pilot. Các thông số khảo sát thay đổi như sau: hệ số cô đặc (1,0-1,5-2,0-2,5), số lần bổ sung nước vào dòng nhập liệu (1-2-3-4-5). Hiệu quả quá trình tinh sạch được đánh giá dựa trên hiệu suất thu hồi protein và độ tinh sạch chế phẩm protein.

2.2.3. Phần 3: Xác định thành phần hóa học, tính chất chức năng và đánh giá khả năng ứng dụng của chế phẩm protein đậu phộng

Phần 3.1. Xác định thành phần hóa học của chế phẩm protein đậu phộng:

Chế phẩm protein đậu phộng được thu nhận theo quy trình dựa vào kết quả nghiên cứu ở phần 1 và phần 2 (ký hiệu là PPC), chế phẩm protein đậu phộng được thu nhận theo quy trình truyền thống (ký hiệu là PPC₀) và một chế phẩm protein đậu nành thương mại (ký hiệu là SPC) sẽ được khảo sát và so sánh.

Phần 3.2. Xác định các tính chất chức năng của chế phẩm protein đậu phộng:

Các tính chất chức năng của chế phẩm protein đậu phộng như khả năng hòa tan, khả năng giữ béo, khả năng tạo bột, khả năng tạo nhũ, khả năng tạo gel, và một số tính chất lưu biến của dung dịch protein sẽ được xác định.

Phần 3.3. Đánh giá khả năng ứng dụng chế phẩm protein trong sản xuất xúc xích tiết trùng:

Chế phẩm protein đậu phộng được sử dụng để thay thế chế phẩm protein đậu nành trong sản xuất xúc xích tiết trùng. Có 10 mẫu xúc xích được đánh giá và so sánh: Mẫu 1 (PPC₀) : sử dụng chế phẩm protein đậu phộng được thu nhận theo phương pháp truyền thống, mẫu 2 (PPC): sử dụng chế phẩm protein đậu phộng thu nhận theo quy trình dựa vào kết quả ở phần 1 và phần 2, mẫu 3 (SPC): sử dụng chế phẩm protein đậu nành đang được thương mại hóa trên thị trường, mẫu 4,5,6,7,8,9,10: các mẫu xúc xích tiết trùng trên thị trường có sử dụng chế phẩm protein đậu nành. Chất lượng xúc xích được đánh giá thông qua các thông số về cấu trúc bao gồm độ cứng, độ cố kết, độ phục hồi, độ bám dính, độ nhai và độ dẻo. Ngoài ra, tính chất cảm quan và điểm thị hiếu của 10 mẫu xúc xích trên cũng được đánh giá và so sánh.

2.3. Phương pháp phân tích

Luyện án sử dụng phương pháp quang phổ so màu UV - VIS (định lượng protein, các hợp chất phenolic), sắc ký điện di (thành phần protein hòa tan theo phân tử lượng), sắc ký khí với đầu dò ion hóa ngọn lửa (thành phần acid amin), tán xạ laser - Laser Scattering Particle Size Distribution Analysis (giản đồ phân bố kích thước hạt), phân tích mô tả nhanh (Flash Profile – FP) (tính chất cảm quan), phân tích cấu trúc Texture Profile Analysis (TPA), phương pháp cho điểm thị hiếu sử dụng thang đo thị hiếu 9 điểm.

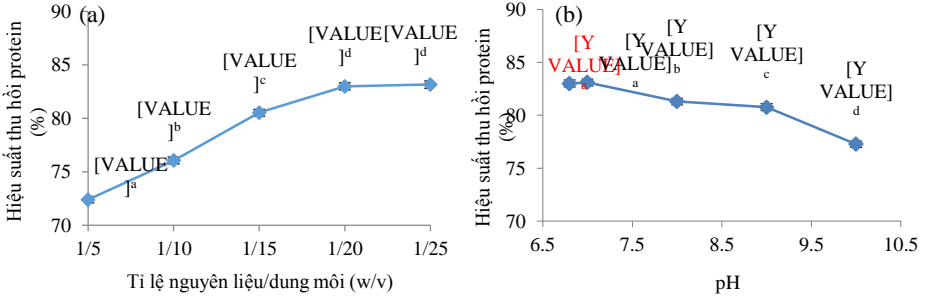
2.4. Phương pháp xử lý số liệu

- Kết quả thí nghiệm là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại
- Phân tích thống kê kết quả thực nghiệm: ANOVA, Statgraphics plus 3.2
- So sánh cặp có hoạch định bằng kiểm định t-test (kiểm định 2 phía, độ tin cậy 95%) được áp dụng cho kết quả phân tích TPA và kết quả đánh giá thị hiếu.
- Phương pháp Multiple Factor Analysis (MFA).
- Phương pháp lập bản đồ thị hiếu (Preference Mapping).
- Phần mềm R phiên bản 3.3.2

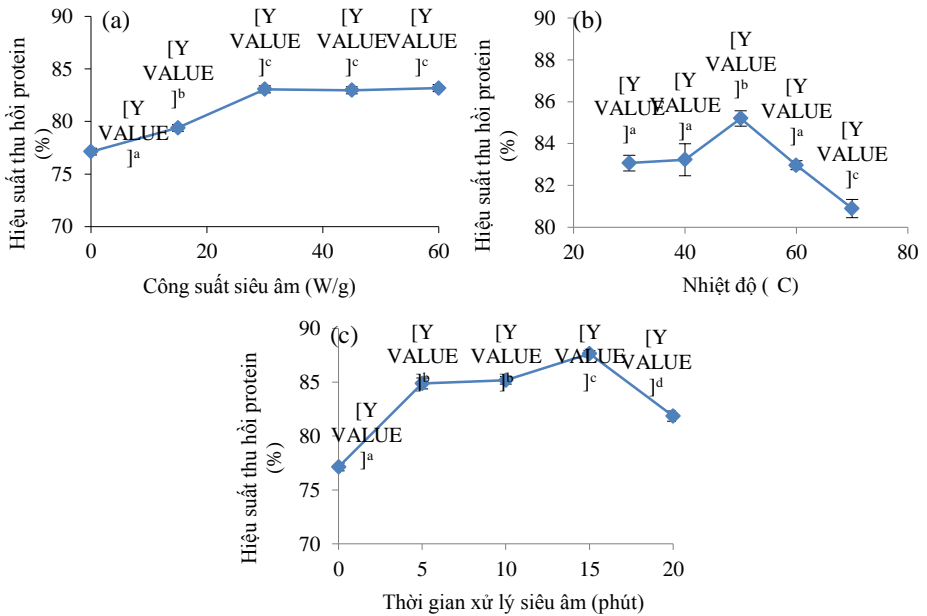
Chương 3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Phần 1: Quá trình trích ly protein đậm phồng

3.1.1. Sử dụng sóng siêu âm để hỗ trợ quá trình trích ly protein



Hình 3.1 Ảnh hưởng của tỉ lệ nguyên liệu/dung môi (a) và pH huyền phù (b) đến hiệu suất thu hồi protein (a) là mẫu được xử lý với công suất siêu âm 30 W/g ở 30°C trong 10 phút, (b) tỉ lệ nguyên liệu/dung môi là 1/20(w/v). Các giá trị được gắn kèm những chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).



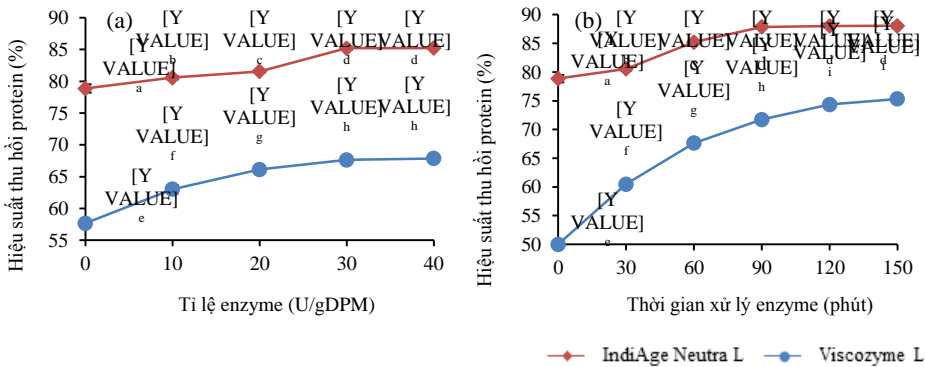
Hình 3.2 Ảnh hưởng của công suất siêu âm (a), nhiệt độ siêu âm (b) và thời gian xử lý siêu âm (c) đến hiệu suất thu hồi protein

Mẫu được xử lý siêu âm với tỉ lệ nguyên liệu/dung môi là 1/20(w/v), (a) nhiệt độ 30°C, thời gian 10 phút, (b) công suất siêu âm 30 W/g, thời gian 10 phút, (c) công suất siêu âm 30 W/g, nhiệt độ 50°C. Các giá trị được gắn kèm những chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Khi xử lý siêu âm huyền phù bột đậu phộng tách béo, hiệu suất thu hồi protein đậu phộng là cao nhất khi tỉ lệ nguyên liệu/dung môi là 1/20(w/v), pH 7,0, công suất siêu âm 30 W/g, nhiệt độ 50°C và thời gian 15 phút; sau đó chỉnh pH huyền phù về 9 rồi ly tâm để thu dịch trích. Như vậy, giải pháp xử lý siêu âm nguyên liệu đã rút ngắn đáng kể thời gian trích ly protein đậu phộng mà hiệu quả trích ly không thấp hơn các nghiên cứu đi trước.

3.1.2. Sử dụng chế phẩm enzyme để hỗ trợ quá trình trích ly protein

Hai chế phẩm Viscozyme L và IndiAge Neutra L được lần lượt sử dụng trong quá trình trích ly protein đậu phộng.



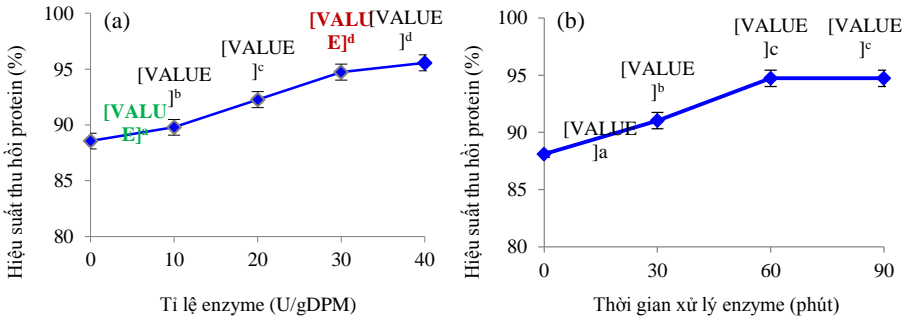
Hình 3.3 Ảnh hưởng của tỉ lệ enzyme (a) và thời gian xử lý enzyme (b) đến hiệu suất thu hồi protein

Mẫu được xử lý với tỉ lệ nguyên liệu/dung môi là 1/20 (w/v), (a) thời gian 60 phút, (b) tỉ lệ enzyme 30U/gDPM; Đối với Viscozyme L, nhiệt độ & pH xử lý lần lượt là 45°C & pH 4,5; Đối với IndiAge Neutra L, nhiệt độ & pH xử lý lần lượt là 50°C & 7,0. Các giá trị được gắn kèm những chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Khi tăng tỉ lệ enzyme từ 0 lên 30U/gDPM thì hiệu suất thu hồi protein tăng thêm 9,9% đối với chế phẩm Viscozyme L và tăng thêm 6,3% đối với chế phẩm IndiAge Neutra L. Nếu tiếp tục tăng tỉ lệ enzyme từ 30U/gDPM lên 40U/gDPM thì hiệu suất thu hồi protein thay đổi không có ý nghĩa thống kê. Thời gian thích hợp để xử lý huyền phù bột đậu phộng với chế phẩm Viscozyme L và IndiAge Neutra L lần lượt là 120 phút và 90 phút để cải thiện hiệu suất thu hồi protein. Trong tất cả các trường hợp khảo sát, chế phẩm IndiAge Neutra L cho hiệu suất thu hồi protein luôn cao hơn chế phẩm Viscozyme L. Như vậy, chế phẩm IndiAge Neutra L được chọn để sử dụng kết hợp với sóng siêu âm trong phần nghiên cứu tiếp theo.

3.1.3. Sử dụng lần lượt sóng siêu âm và chế phẩm enzyme để hỗ trợ quá trình trích ly protein:

Đầu tiên, bột đậu phộng tách béo sẽ được xử lý với sóng siêu âm. Tiếp theo, chế phẩm IndiAge Neutra L được dùng để xử lý tiếp nguyên liệu nhằm cải thiện hơn nữa hiệu suất thu hồi protein.



Hình 3.4 Ảnh hưởng của tỉ lệ enzyme (a) và thời gian xử lý enzyme (b) đến hiệu suất thu hồi protein (Nguyên liệu được xử lý lần lượt với sóng siêu âm và chế phẩm IndiAge Neutra L)

Điều kiện xử lý siêu âm: tỉ lệ nguyên liệu/dung môi 1/20 (w/v), pH 6,8, công suất siêu âm 30 w/g, nhiệt độ 50°C, thời gian 15 phút; (a) Điều kiện xử lý enzyme: pH 7,0, nhiệt độ 50°C, thời gian 60 phút, (b) Điều kiện xử lý enzyme: tỉ lệ enzyme 30 U/g DPM, pH 7,0, nhiệt độ 50°C. Các giá trị được gắn kèm những chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Sự kết hợp của sóng siêu âm và chế phẩm enzyme đã cải thiện hiệu suất thu hồi protein so với trường hợp chỉ sử dụng sóng siêu âm. Khi tăng tỉ lệ enzyme từ 0 đến 30 U/gDPM thì hiệu suất thu hồi protein tăng thêm 6,1%, nếu tiếp tục tăng tỉ lệ enzyme từ 30 U/gDPM lên 40 U/gDPM thì hiệu suất thu hồi protein thay đổi không có nghĩa. Thời gian cần thiết để enzyme thủy phân cellulose trong phương pháp xử lý kết hợp là 60 phút. Hiệu suất thu hồi protein đậu phộng đạt giá trị cao nhất là 94,7%.

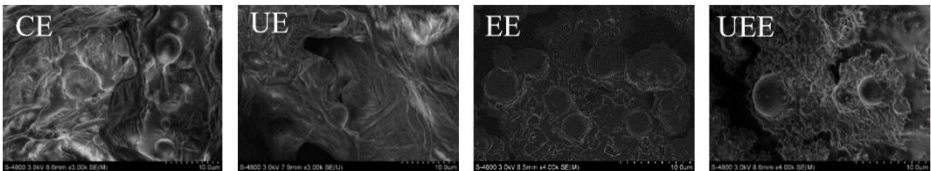
3.1.4. So sánh các phương pháp trích ly:

Cả 3 phương pháp khảo sát đều làm tăng hiệu suất thu hồi protein đậu phộng so với phương pháp truyền thống. Hiệu suất thu hồi protein tăng 19,2% ở phương pháp xử lý enzyme, tăng 19,0% ở phương pháp xử lý siêu âm và tăng 26,0% ở phương pháp kết hợp (Bảng 3.1).

Xét về thời gian, phương pháp trích ly có sóng siêu âm hỗ trợ có thời gian ngắn nhất, đặc biệt, ngắn hơn cả phương pháp trích ly truyền thống. Rút ngắn thời gian sản xuất được xem là một ưu điểm nổi bật nhất của phương pháp này.

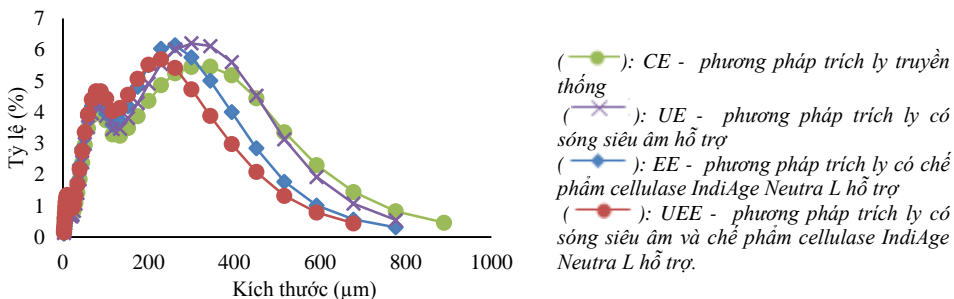
Bảng 3.1 Hiệu suất thu hồi protein bằng các phương pháp trích ly khác nhau

Phương pháp trích ly	Điều kiện trích ly	Hiệu suất thu hồi protein (%)
CE - Phương pháp truyền thống	<ul style="list-style-type: none"> Tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1/20(w/v) pH 9 Nhiệt độ: 40°C Thời gian: 1 giờ Khuấy trộn liên tục 200 vòng/phút (Kain và cộng sự, 2009) 	68,7±0,5
UE – Phương pháp trích ly có sóng siêu âm hỗ trợ	<ul style="list-style-type: none"> Tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1/20(w/v) Xử lý siêu âm: công suất 30W/g, pH 6,8, nhiệt độ 50°C, thời gian 15 phút Chuyển về pH 9 rồi thu dịch trích 	87,7±0,3
EE - Phương pháp trích ly có chế phẩm cellulase IndiAge Neutra L hỗ trợ	<ul style="list-style-type: none"> Tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1/20(w/v) Xử lý enzyme: nồng độ enzyme 30 IU/g, pH 7, nhiệt độ 50°C, thời gian 90 phút Chuyển về pH 9 rồi thu dịch trích 	87,9±0,8
UEE - Phương pháp trích ly có sóng siêu âm và chế phẩm cellulase IndiAge Neutra L hỗ trợ.	<ul style="list-style-type: none"> Tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1/20(w/v) Xử lý siêu âm: công suất 30W/g, pH 6,8, nhiệt độ 50°C, thời gian 15 phút Xử lý enzyme: nồng độ enzyme 30 U/g, thời gian 60 phút Chuyển về pH 9 rồi thu dịch trích 	94,7±0,7



CE: phương pháp trích ly truyền thống; UE: phương pháp trích ly có sóng siêu âm hỗ trợ; EE: phương pháp trích ly có chế phẩm cellulase IndiAge Neutra L hỗ trợ; UEE: phương pháp trích ly có sóng siêu âm và chế phẩm cellulase IndiAge Neutra L hỗ trợ.

Hình 3.5 Hình chụp dưới kính hiển vi điện tử quét cấu trúc bề mặt của hạt nguyên liệu khi quá trình trích ly kết thúc.



Hình 3.6 Giản đồ phân bố kích thước hạt huyền phù bột đậu sau khi xử lý bằng các phương pháp khác nhau.

Khi quá trình trích ly kết thúc, phân pha rắn trong huyền phù được lấy mẫu để quan sát dưới kính hiển vi điện tử quét.

Trên Hình 3.5 mẫu CE có cấu trúc mô thực vật ít bị tổn thương hơn cả, các tế bào ít bị phá hủy. Ngược lại, sau khi xử lý với sóng siêu âm (mẫu UE), chế phẩm enzyme (mẫu EE), hoặc kết hợp sóng siêu âm và chế phẩm enzyme (mẫu UEE) thì các tế bào không còn nguyên vẹn. Cần lưu ý là cấu trúc thành tế bào bị phá vỡ nhiều hơn ở các mẫu đã qua xử lý với sóng siêu âm so với mẫu chỉ qua xử lý bằng chế phẩm enzyme.

Giản đồ phân bố kích thước hạt (Hình 3.6) của các mẫu tại thời điểm kết thúc quá trình trích ly cũng cho thấy cả sóng siêu âm và chế phẩm cellulase đã làm giảm đáng kể kích thước các hạt nguyên liệu trong quá trình trích ly. Đường kính trung bình hạt của mẫu khi kết thúc quá trình trích ly ở phương pháp truyền thống là 151μm, ở phương pháp xử lý enzyme là 137μm, ở phương pháp xử lý siêu âm là 124μm và ở phương pháp xử lý kết hợp sóng siêu âm và enzyme là 104μm.

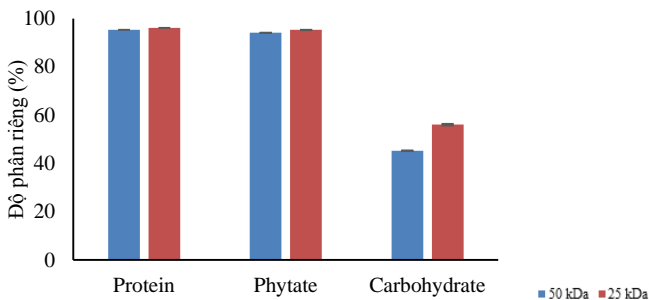
Những số liệu này cho phép khẳng định rằng sóng siêu âm làm phá vỡ cấu trúc thành tế bào nguyên liệu tốt hơn so với chế phẩm cellulase và sự kết hợp giữa sóng siêu âm và chế phẩm enzyme sẽ phá hủy cấu trúc tế bào hiệu quả hơn cả để giải phóng protein vào dịch trích.

3.2. Phần 2: Quá trình tinh sạch protein đậu phộng bằng phương pháp siêu lọc

3.2.1. Tinh sạch protein ở quy mô phòng thí nghiệm

Ảnh hưởng của kích thước mao quản đến độ phân riêng của các nhóm cấu tử trong dịch trích protein thô và thông lượng:

Khả năng loại bỏ hai nhóm “phi protein” quan trọng trong dịch trích protein đậu phộng thô bằng quá trình siêu lọc là carbohydrate và phytate sẽ được khảo sát. Đối với protein, độ phân riêng của cả hai loại màng đều rất cao và lớn hơn 95%. Mặc dù độ phân riêng protein khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa màng 50kDa ($95,35 \pm 0,01\%$) và màng 25kDa ($96,14 \pm 0,02\%$) nhưng mức chênh lệch là rất ít và chỉ xấp xỉ 1%. Độ phân riêng phytate của màng 50kDa ($94,09 \pm 0,09\%$) và màng 25kDa ($95,28 \pm 0,06\%$) chênh lệch nhau rất ít. Độ phân riêng carbohydrate giữa màng 50kDa ($45,20 \pm 0,15\%$) và màng 25kDa ($56,01 \pm 0,37\%$) lệch nhau xấp xỉ 10%.



Hình 3.7 Độ phân riêng protein, phytate và carbohydrate của màng polysulfone 50kDa và 25 kDa

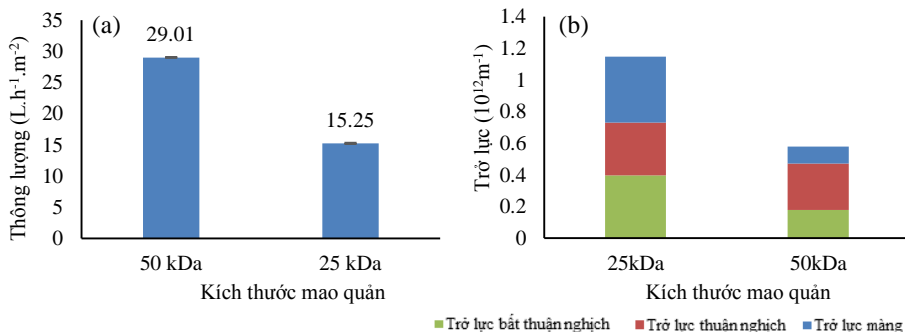
Bảng 3.2 cho thấy hệ số tách phytate/protein rất thấp do các phân tử phytate ở điều kiện khảo sát liên kết chặt chẽ với protein. Ngoài ra, hệ số tách phytate/protein và carbohydrate/protein của màng 50 kDa đều cao hơn so với màng 25 kDa dù độ chênh lệch là không nhiều.

Bảng 3.2 Hệ số tách phytate và carbohydrate so với protein ứng với từng loại màng khác nhau.

Loại màng	Hệ số tách phytate/protein	Hệ số tách carbohydrate/protein
50 kDa	$1,27 \pm 0,02^a$	$11,78 \pm 0,01^a$
25 kDa	$1,22 \pm 0,02^b$	$11,39 \pm 0,05^b$

Các giá trị với những chữ cái khác nhau trong cùng một cột thì khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$).

Với áp suất vận hành là 6 bar, pH của dòng nhập liệu là 9, thông lượng dòng qua màng được thể hiện trên Hình 3.8(a). Như vậy, thông lượng dòng qua màng 50 kDa đạt xấp xỉ $29 \text{ L.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ và cao hơn rất nhiều so với màng 25 kDa ($16,4 \text{ L.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$).



Hình 3.8 Thông lượng dòng qua màng theo kích thước mao quản (a) và Các loại trở lực của hai loại màng polysulfone trong quá trình phân riêng dịch trích protein đậu phộng (b)

Với áp suất vận hành là 6 bar, pH của dòng nhập liệu là 9, thể tích dịch trích protein ban đầu là 200 mL, khi thể tích dòng qua màng đạt 30mL, trở lực của màng 25 kDa và màng 50 kDa được thể hiện trên Hình 3.8(b).

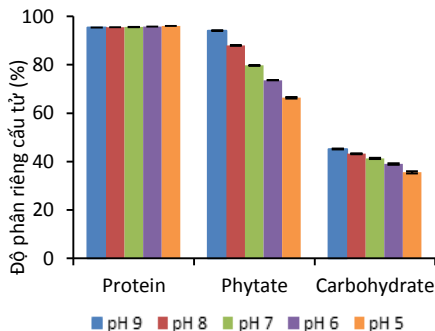
Màng 50 kDa sẽ được chọn cho quá trình siêu lọc dịch trích protein đậu phộng vì có độ phân riêng protein và hệ số tách phytate, carbohydrate cao hơn so với màng 25 kDa. Ngoài ra, tổng trở lực của màng 50 kDa trong quá trình siêu lọc cũng thấp hơn khi so với màng 25 kDa và thông lượng dòng qua màng 50 kDa là cao hơn khi so với màng 25kDa.

Ảnh hưởng của pH dịch trích protein đến độ phân riêng của các nhóm cấu tử và thông lượng:

Bảng 3.3 Hệ số tách phytate và carbohydrate so với protein khi thay đổi pH dòng nhập liệu

Điều kiện	Hệ số tách phytate/protein	Hệ số tách carbohydrate/protein
pH 9	1,27±0,02 ^a	11,78±0,01 ^a
pH 8	2,65±0,02 ^b	12,55±0,03 ^b
pH 7	4,62±0,01 ^c	13,37±0,07 ^c
pH 6	6,27±0,05 ^d	14,47±0,07 ^d
pH 5	8,51±0,17 ^e	16,30±0,06 ^e

Các giá trị được gắn kèm những chữ cái khác nhau trong cùng một cột thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

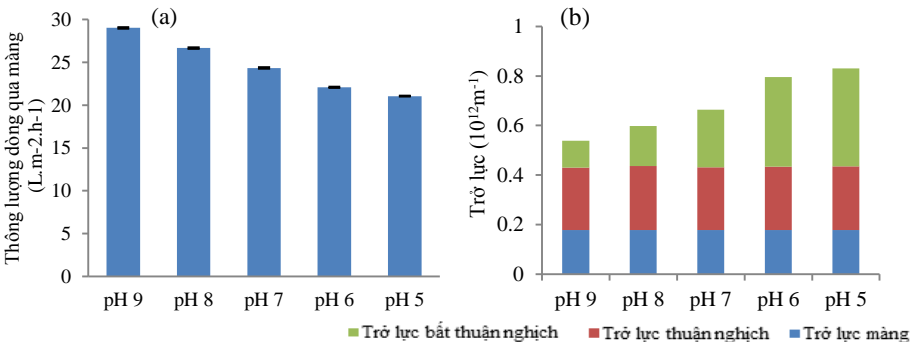


Hình 3.9 Độ phân riêng của các nhóm cấu tử khi thay đổi pH dòng nhập liệu (áp suất vận hành 6 bar, màng 50 kDa).

Khi pH giảm từ 9 về 5 thì độ phân riêng protein tăng từ 95,4% đến 96,1%, độ phân riêng phytate giảm từ 94,1% xuống 66,4%, độ phân riêng của carbohydrate giảm 10%. Sự chênh lệch về độ phân riêng phytate giữa pH 9 và pH 5 là xấp xỉ 28%. Trong thí nghiệm này, độ phân riêng carbohydrate thấp nhất là 35,6% ở pH 5 (Hình 3.9)

Khi giảm pH từ 9 về 5 thì hệ số tách phytate tăng xấp xỉ 8 lần còn hệ số tách carbohydrate tăng gần 1,5 lần (Bảng 3.3).

Kết quả trên Hình 3.10(a) cho thấy khi giảm pH dòng nhập liệu từ 9 về 5 thì thông lượng dòng qua màng giảm đi 25%, trở lực tổng tăng dần khi pH dòng nhập liệu giảm dần (Hình 3.10(b))

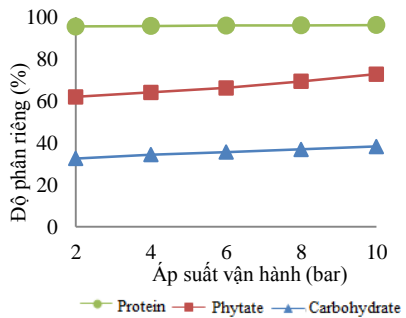


Hình 3.10 Thông lượng dòng qua màng (a) và các loại trở lực của màng trong quá trình siêu lọc (b) khi thay đổi pH dòng nhập liệu.

Như vậy ở pH 5,0, khả năng tách các thành phần phi protein ra khỏi dịch trích protein đậu phộng là tốt hơn cả

Ảnh hưởng của áp suất vận hành đến độ phân riêng protein, phytate, carbohydrate và thông lượng:

Bảng 3.4 Hệ số tách phytate và carbohydrate so với protein ở các điều kiện áp suất vận hành khác nhau

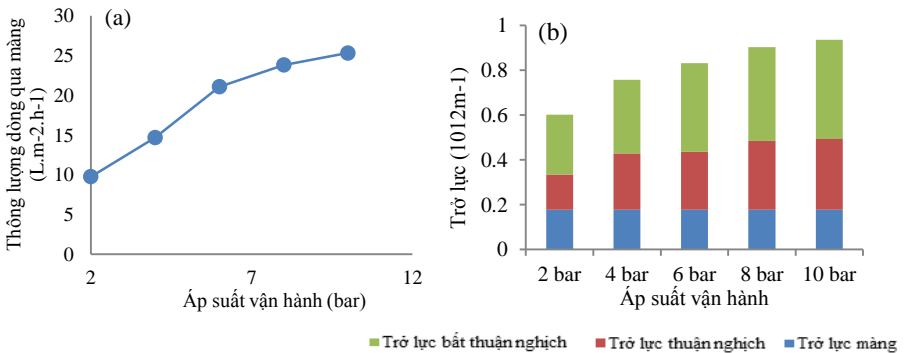


Áp suất vận hành	Hệ số tách phytate/protein	Hệ số tách carbohydrate/protein
2 bar	8,70±0,02 ^a	15,42±0,04 ^a
4 bar	8,67±0,05 ^{ab}	15,84±0,09 ^b
6 bar	8,51±0,16 ^b	16,30±0,06 ^c
8 bar	7,87±0,04 ^c	16,33±0,08 ^c
10 bar	7,24±0,01 ^d	16,44±0,11 ^c

Các giá trị được gắn kèm những chữ cái khác nhau trong cùng một cột thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Hình 3.11 Độ phân riêng các cấu tử khi thay đổi áp suất vận hành

Dựa vào kết quả trên Bảng 3.4, Hình 3.11, Hình 3.12, áp suất 6 bar sẽ được chọn vì thông lượng dòng qua màng khá lớn, hiện tượng tập trung nồng độ được hạn chế, chi phí năng lượng cho bơm không cao đồng thời khả năng loại phytate và carbohydrate đạt hiệu quả cao.

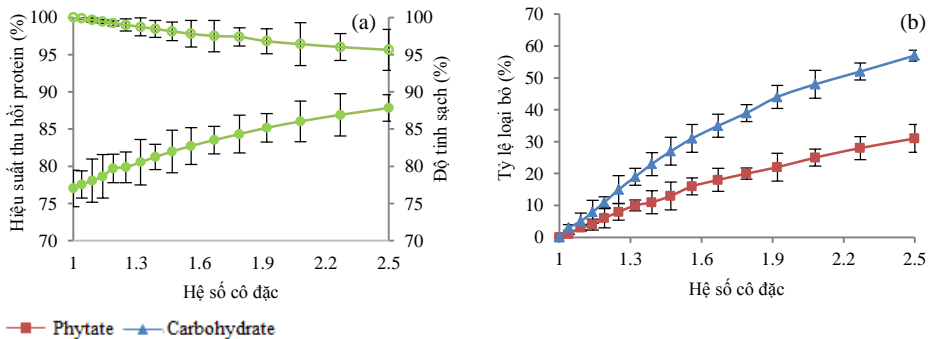


Hình 3.12 Thông lượng dòng qua màng (a) và các loại trở lực của màng trong quá trình siêu lọc dịch trích protein đậu phộng (b) ở các điều kiện áp suất vận hành khác nhau

3.2.2. Tinh sạch protein ở quy mô pilot

Mô hình hồi lưu toàn phần dòng không qua màng:

Các thông số của quá trình như sau: pH của dịch trích 5, màng lọc 50 kDa, áp suất vận hành 6 bar, nhiệt độ phòng, diện tích màng lọc 0,144m². Hiệu quả quá trình tinh sạch được đánh giá dựa trên hiệu suất thu hồi protein, tỉ lệ loại bỏ phytate, carbohydrate và thông lượng theo hệ số cô đặc.

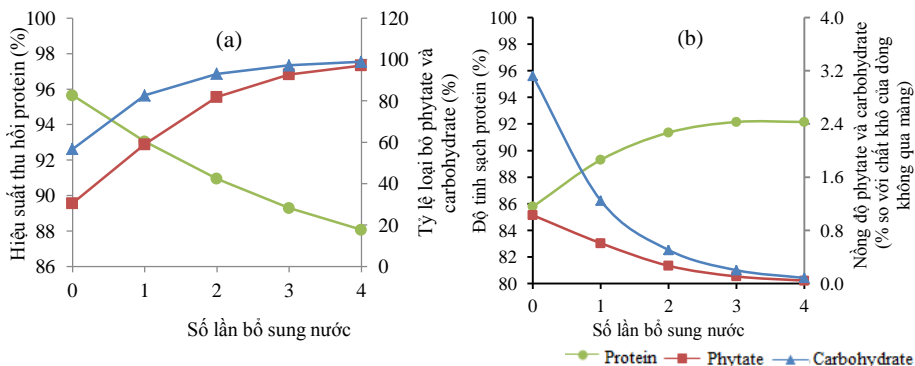


Hình 3.13 Hiệu suất thu hồi protein (○) độ tinh sạch (●) (a) và tỷ lệ loại bỏ phytate và carbohydrate (b) theo hệ số cô đặc thể tích.

Với hệ số cô đặc là 2,5, hiệu suất thu hồi protein đạt trên 95%. Dịch trích ban đầu có độ tinh sạch của protein là 77%. Khi thực hiện siêu lọc đến hệ số cô đặc thể tích là 2,5 thì độ tinh sạch đạt 87,8%, tỷ lệ loại bỏ phytate và carbohydrate lần lượt là 30,58 và 56,76%.

Mô hình hồi lưu toàn phần dòng không qua màng và có bổ sung nước:

Dịch trích protein đậu phộng được cô đặc đến hệ số cô đặc là 2,5 lần. Dòng không qua màng sẽ được bổ sung thêm nước để đạt thể tích như dịch trích protein ban đầu rồi hiệu chỉnh đến pH 5 và tiếp tục thực hiện quá trình siêu lọc để làm tăng hiệu quả tinh sạch protein.



Hình 3.14 Ảnh hưởng của số lần bổ sung nước trong quá trình hồi lưu dòng không qua màng đến hiệu suất thu hồi protein và tỉ lệ loại bỏ phytate, carbohydrate (a) độ tinh sạch của protein, hàm lượng phytate và carbohydrate trong dòng không qua màng (b) Hệ số cô đặc là 2,5.

Sau 4 lần bổ sung nước, tỉ lệ loại bỏ phytate đạt hơn 95%. Còn đối với carbohydrate, chỉ sau 2 lần bổ sung nước thì tỉ lệ loại bỏ đạt hơn 90% so với ban

đầu. Tuy nhiên, giải pháp bổ sung nước làm giảm hiệu suất thu hồi protein. Sau 4 lần bổ sung nước, hiệu suất thu hồi protein xấp xỉ 88%.

3.3. Phần 3: Tính chất của chế phẩm protein đậu phộng

3.3.1. Quy trình công nghệ sản xuất chế phẩm protein đậu phộng để xuất

Đầu tiên, DPM phối trộn với nước theo tỉ lệ 1:20 (w/v), gia nhiệt đến 50°C. Hỗn hợp được xử lý siêu âm với công suất 30 W/g ở 50°C trong 15 phút; Tiếp theo, xử lý enzyme bằng chế phẩm IndiAge Neutra L với tỉ lệ enzyme 30 U/g ở 50°C trong 60 phút. Dịch sau xử lý enzym được khuấy đều và chỉnh về pH 9. Sau đó hỗn hợp được đem lọc thô; dịch lọc được chỉnh về pH 5 bằng dung dịch HCl 2N rồi đem siêu lọc với màng polysulfone 50 kDa ở nhiệt độ phòng và áp suất 6 bar. Khi siêu lọc đến hệ số cô đặc là 2,5, bổ sung nước vào dòng không qua màng đến thể tích như dịch trích ban đầu để tiếp tục quá trình; số lần bổ sung nước là 3. Khi kết thúc quá trình siêu lọc, dòng không qua màng có nồng độ chất khô xấp xỉ 5% đem cô đặc chân không (50°C, áp suất tuyệt đối 80 mbar) đến nồng độ chất khô là 18% rồi được sấy phun với các thông số như sau: tốc độ nhập liệu 2,5 L/phút, tốc độ quay của đầu phun ly tâm 20.500 vòng/phút, nhiệt độ tác nhân sấy đầu vào 160°C, nhiệt độ tác nhân sấy đầu ra 60°C, sản phẩm bột PPC thu được có độ ẩm xấp xỉ 6% (w/w). Bột PPC được làm nguội tự nhiên trước khi đóng gói vào bao bì PE và hút chân không để bảo quản.

3.3.2. Thành phần hóa học của chế phẩm protein đậu phộng:

Bảng 3.5 Thành phần hoá học (% w/w) của các chế phẩm protein

Chế phẩm	PPC ₀	PPC	SPC
Độ ẩm (%)	6,25 ± 0,71 ^a	6,35 ± 0,71 ^a	6,05 ± 0,71 ^a
Protein tổng (g/100g)	78,17 ± 0,37 ^a	84,35 ± 0,37 ^b	79,24 ± 0,37 ^c
Lipid tổng (g/100g)	2,51 ± 0,54 ^a	2,31 ± 0,44 ^a	6,13 ± 0,65 ^b
Tro tổng (g/100g)	2,19 ± 0,18 ^a	2,11 ± 0,23 ^a	4,26 ± 0,21 ^b
Phenolic (mg/100g)	228,79 ± 4,63 ^a	200,61 ± 8,69 ^a	81,13 ± 8,78 ^b
Bề mặt kỵ nước (S ₀)	5190±124 ^a	5552±578 ^a	12960±1425 ^b
Phytate (%w/w)	1,21±0,06 ^a	0,58±0,06 ^b	0,84±0,04 ^c

Các số liệu cùng nằm trong một hàng mang chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa theo phân tích thống kê ($p > 0,05$)

So với chế phẩm PPC₀ của qui trình truyền thống, chế phẩm PPC có hàm lượng protein cao hơn và hàm lượng phytate thấp hơn. Khi so sánh với chế

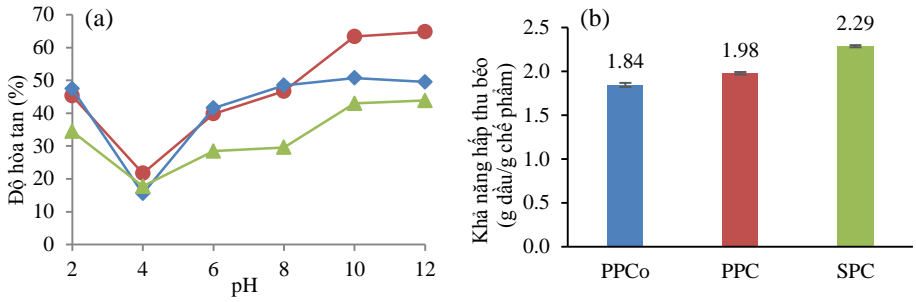
phẩm protein thương mại từ đậu nành, các chế phẩm protein đậu phộng có hàm lượng lipid thấp hơn, hàm lượng phenolic cao hơn và bề mặt kỵ nước kém hơn. Ba chế phẩm protein có thành phần acid amin không khác biệt nhau nhiều.

Bảng 3.6 Thành phần acid amin (g/100g) của các chế phẩm protein

Acid amin	PPC ₀	PPC	SPC	Acid amin	PPC ₀	PPC	SPC
Leucin	5,91	5,72	6,92	Threonin	1,77	2,23	3,56
Tyrosin	5,24	4,52	3,87	Serin	1,11	1,53	1,73
Lysin	2,2	2,32	5,04	Glutamic acid	11,5	11,7	11,9
Histidin	2,98	2,71	3,14	Prolin	4,56	4,87	5,76
Hydroxyprolin	0,16	0,19	-	Glycin	3,82	4,01	4,16
Cystein	1,66	1,21	1,27	Alanin	2,84	2,95	3,16
Phenylalanin	6,8	6,15	5,98	Valin (Tổng)	3,37	3,7	4,14
Acid aspartic	9,75	10,65	9,45	Isoleucin (Tổng)	2,78	3,11	4,09

- Không phát hiện (LOD = 0,02)

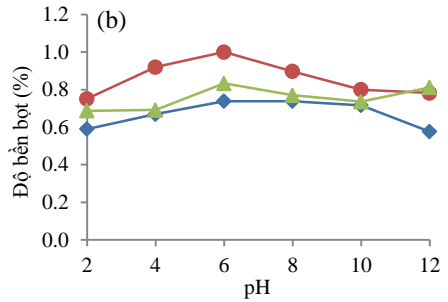
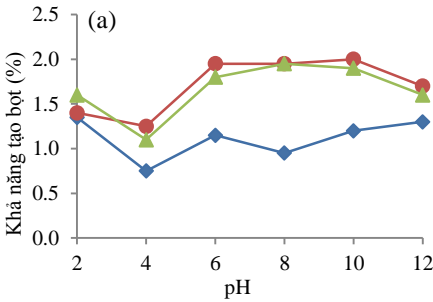
3.3.3. Tính chất chức năng của chế phẩm protein đậu phộng:



(●): PPC₀ - chế phẩm protein đậu phộng thu nhận theo quy trình truyền thống; (●) PPC - chế phẩm protein đậu phộng thu nhận theo quy trình đề xuất; (▲) SPC - chế phẩm protein đậu nành thương mại

Hình 3.15 Ảnh hưởng pH đến độ hòa tan của protein (a) và khả năng hấp thu béo của các chế phẩm protein (b)

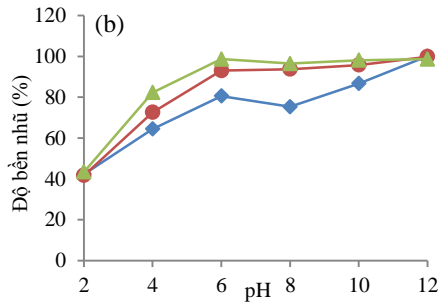
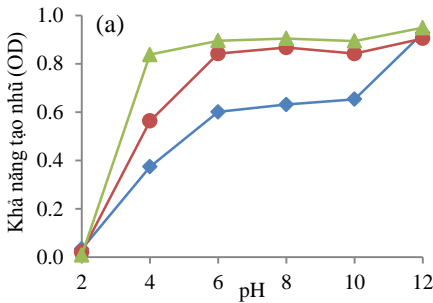
Khi giảm pH từ 4 xuống 2 hoặc tăng pH từ 4 lên 12 thì độ hòa tan của ba chế phẩm đều tăng lên. Đáng chú ý là hai chế phẩm protein từ đậu phộng có độ hòa tan luôn cao hơn chế phẩm protein đậu nành. Chế phẩm protein từ đậu nành có khả năng hấp thu béo cao hơn so với hai chế phẩm PPC và PPC₀ từ đậu phộng. Khả năng hấp thu béo của hai chế phẩm PPC và PPC₀ khác biệt không có ý nghĩa thống kê.



(●): PPC₀ - chế phẩm protein đậu phộng thu nhận theo quy trình truyền thống; (●): PPC - chế phẩm protein đậu phộng thu nhận theo quy trình đề xuất; (▲) SPC - chế phẩm protein đậu nành thương mại

Hình 3.16 Ảnh hưởng pH đến khả năng tạo bọt (a) và độ bền bọt (b) của các chế phẩm protein

Chế phẩm PPC và SPC có khả năng tạo bọt là tương đương nhau. Khả năng tạo bọt của chế phẩm PPC₀ là thấp hơn so với chế phẩm PPC. Đối với độ bền bọt, chế phẩm PPC có độ bền bọt tốt hơn chế phẩm PPC₀. Hai chế phẩm PPC và SPC có độ bền bọt tương đương nhau ở pH 2 và pH 10 – 12. Trong khoảng pH 4 – 8, chế phẩm PPC có độ bền bọt tốt hơn SPC.

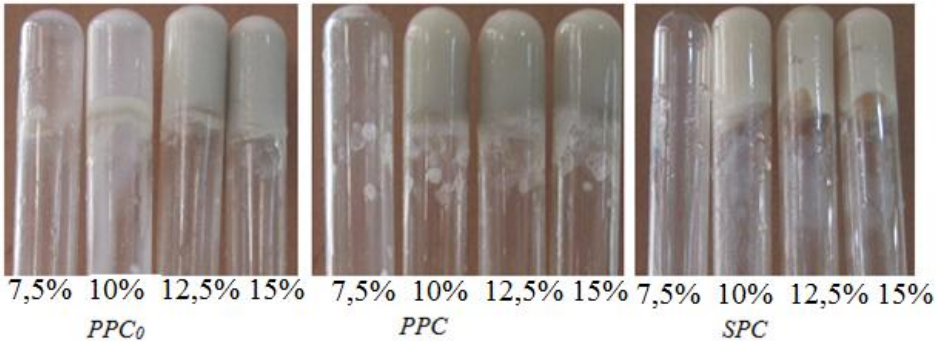


(●): PPC₀ - chế phẩm protein đậu phộng thu nhận theo quy trình truyền thống; (●): PPC - chế phẩm protein đậu phộng thu nhận theo quy trình đề xuất; (▲): SPC - chế phẩm protein đậu nành thương mại

Hình 3.17 Ảnh hưởng pH đến khả năng tạo nhũ (a) và độ bền nhũ (b) của các chế phẩm protein

Hình 3.17(a) cho thấy khả năng tạo nhũ của các chế phẩm protein từ đậu phộng và đậu nành đều tăng theo pH: khả năng tạo nhũ thấp nhất tại pH 2 và đạt cực đại tại pH 12. Trong khoảng pH từ 4 đến 10, khả năng tạo nhũ của chế phẩm protein đậu nành là tương đương hoặc tốt hơn chế phẩm protein đậu phộng. Hình 3.17 (b) cho thấy khi tăng dần pH từ 2 đến 12 thì độ bền nhũ của các chế phẩm protein đậu phộng và đậu nành có xu hướng tăng dần. Nhìn

chung chế phẩm protein đậu nành có độ bền nhũ là tương đương hoặc tốt hơn các chế phẩm protein đậu phộng.



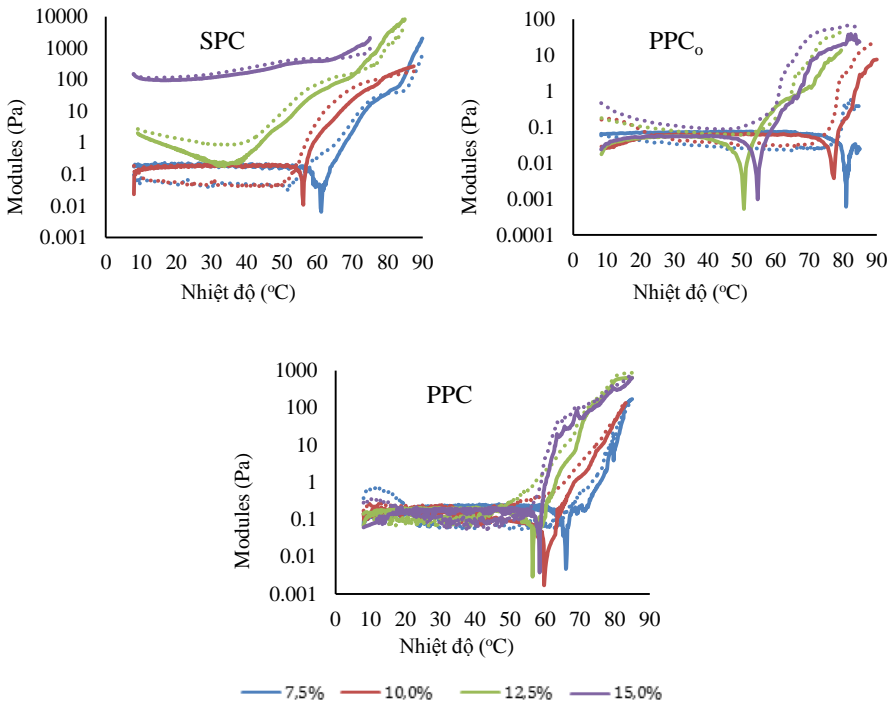
Hình 3.18 Khả năng tạo gel của các chế phẩm protein tại pH 7 theo phương pháp cổ điển

Dựa theo kết quả thí nghiệm trên Hình 3.18, chế phẩm PPC₀ tạo gel tại nồng độ protein tối thiểu là 12,5% (w/w), trong khi đó hai chế phẩm PPC và SPC tạo gel ở nồng độ protein là 10% (w/w).

Để xác định tính chất lưu biến của các chế phẩm protein nói trên, phương pháp hồi quy được áp dụng. Kết quả tính toán hồi quy được thể hiện ở Bảng 3.7. Các số liệu cho thấy, trong khoảng nồng độ 0 – 15% w/w, chế phẩm protein đậu nành và đậu phộng là chất lỏng Bingham.

Bảng 3.7 Ảnh hưởng của nồng độ protein đến độ nhớt Bingham và ứng suất ban đầu

Mẫu	Nồng độ (% w/w)	τ_0 (Pa)	η (Pa.s)	R^2
PPC ₀	7,5	0,1	0,02	0,998
	10	0,2	0,03	0,995
	12,5	0,32	0,07	0,996
	15	0,88	0,11	0,986
PPC	7,5	0,19	0,01	0,969
	10	0,23	0,02	0,989
	12,5	0,34	0,03	0,992
	15	1,01	0,08	0,993
SPC	7,5	11,78	0,26	0,93
	10	35,44	0,97	0,989
	12,5	102,38	3,35	0,992
	15	136,27	44,22	0,97



Hình 3.19 Giản đồ lưu biến thể hiện giá trị module G' (đường liền) và G'' (đường chấm chấm) của các chế phẩm protein theo nhiệt

Kết quả khảo sát tính chất nhớt dẻo của dung dịch protein trong khoảng nhiệt độ 20 – 90°C được trình bày ở Hình 3.19. So với chế phẩm protein đậu nành, ở cùng điều kiện nhiệt độ và nồng độ, module nhớt và module đàn hồi của chế phẩm protein đậu phộng là thấp hơn. Bên cạnh đó, kết quả cũng cho thấy rằng, chế phẩm protein đậu phộng được thu nhận theo quy trình đề xuất có module đàn hồi và module nhớt cao hơn chế phẩm protein đậu phộng được thu nhận theo quy trình truyền thống. Như vậy, sử dụng giải pháp xử lý siêu âm và enzyme trong quá trình trích ly và giải pháp siêu lọc để tinh sạch dịch trích đã làm tăng khả năng tạo gel của chế phẩm protein đậu phộng.

3.3.4. Khả năng ứng dụng chế phẩm protein đậu phộng trong quy trình sản xuất xúc xích tiết trùng

Ảnh hưởng của protein đậu phộng đến cấu trúc của xúc xích

Các đặc tính cấu trúc của mẫu xúc xích sử dụng PPC là tương đương với các mẫu xúc xích thương mại Soy.B, Soy.C và Soy.V.

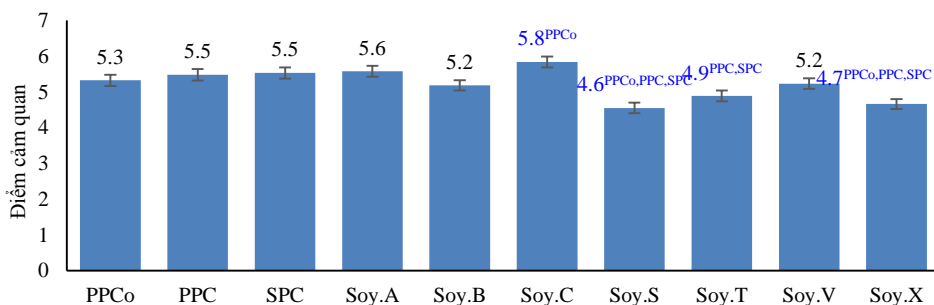
Bảng 3.8 Giá trị trung bình và sai số chuẩn của các chỉ tiêu đo lường bằng phương pháp TPA

	Độ cứng	Độ bám dính	Độ dẻo	Độ nhai	Độ cố kết	Độ phục hồi
	N				không thứ nguyên	
PPC ₀	1.7803	0.0920	1.1052	0.9926	0.6200	0.8975
PPC	1.8908	0.1605 ^{PPC₀}	1.0755	0.9556	0.5675 ^{PPC₀}	0.8875
SPC	1.7985	0.1193	0.9716 ^{PPC₀}	0.8699 ^{PPC₀}	0.5400 ^{PPC₀}	0.8950
Soy.A	1.6513 ^{PPC}	0.1695 ^{PPC₀}	0.8638 ^{PPC₀, PPC}	0.7848 ^{PPC₀, PPC}	0.5225 ^{PPC₀, PPC}	0.9075
Soy.B	2.0720 ^{PPC₀, SPC}	0.2073 ^{PPC₀, SPC}	1.0741	0.9888 ^{SPC}	0.5175 ^{PPC₀, PPC}	0.9225 ^{PPC, SPC}
Soy.C	1.7565	0.1735 ^{PPC₀}	0.9331 ^{PPC₀, PPC}	0.8365 ^{PPC₀, PPC}	0.5325 ^{PPC₀, PPC}	0.9000
Soy.S	1.0188 ^{PPC₀, PPC, SPC}	0.0878 ^{PPC}	0.5111 ^{PPC₀, PPC, SPC}	0.4492 ^{PPC₀, PPC, SPC}	0.5000 ^{PPC₀, PPC, SPC}	0.8800
Soy.T	1.2643 ^{PPC₀, PPC, SPC}	0.1260	0.6441 ^{PPC₀, PPC, SPC}	0.5669 ^{PPC₀, PPC, SPC}	0.5075 ^{PPC₀, PPC, SPC}	0.8800
Soy.V	1.9668	0.1678 ^{PPC₀}	1.0332	0.9275	0.5250 ^{PPC₀, PPC}	0.8950
Soy.X	1.7760	0.1743 ^{PPC₀}	0.9246 ^{PPC₀, PPC}	0.8532 ^{PPC₀}	0.5225 ^{PPC₀, PPC}	0.9225 ^{PPC, SPC}
SE	0.058	0.016	0.036	0.032	0.008	0.007

Ghi chú: Trong cùng một cột, mẫu xúc xích có giá trị được đánh dấu bởi ký hiệu mẫu xúc xích A thì khác biệt có ý nghĩa theo phân tích thống kê ANOVA ($p < 0,05$) so với mẫu A. Ví dụ: độ cứng của mẫu SoyB có kết quả ghi 2.0720^{PPC₀, SPC} có nghĩa là mẫu SoyB có độ cứng trung bình bằng 2.072 và giá trị này khác biệt có nghĩa so với độ cứng của mẫu PPC₀ và SPC với $p < 0,05$.

Ảnh hưởng của protein đậu phộng đến điểm thị hiếu người tiêu dùng cho sản phẩm xúc xích

Kết quả đánh giá thị hiếu cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về mức độ ưa thích giữa các mẫu PPC₀, PPC, SPC và Soy.V (Hình 3.20).



Hình 3.20 Điểm thị hiếu trung bình cho các mẫu xúc xích được đánh giá bởi 150 người tiêu dùng.

*Mẫu có giá trị trung bình đi kèm với chữ mã hóa được viết bên trên thể hiện sự khác biệt có nghĩa giữa mẫu đang xét và mẫu có chữ mã hóa. ($P < 0,05$)

Chương 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

4.1.1. Về mặt khoa học

Luận án đã rút ra được những kết luận mới sau:

- Sử dụng sóng siêu âm, chế phẩm enzyme hoặc kết hợp sóng siêu âm và enzyme làm tăng đáng kể hiệu suất thu hồi protein từ bột đậu phộng tách béo so với phương pháp truyền thống. Hiệu suất thu hồi protein ở phương pháp siêu âm ($87,7 \pm 0,3\%$) và phương pháp enzyme ($87,9 \pm 0,8\%$) là xấp xỉ nhau nhưng thời gian trích ly ở phương pháp siêu âm (15 phút) ngắn hơn phương pháp enzyme (90 phút). Phương pháp sử dụng kết hợp sóng siêu âm và enzyme cho hiệu suất thu hồi protein là cao nhất và đạt $94,7 \pm 0,7\%$, thời gian trích ly là 75 phút.
- Trong quá trình tinh sạch dịch trích protein đậu phộng, khi tăng kích thước mao quản màng siêu lọc từ 25 kDa lên 50 kDa thì thông lượng dòng qua màng tăng lên, độ phân riêng và hệ số tách các thành phần tạp chất so với protein không thay đổi nhiều. Khi giảm pH từ 9 về 5, hệ số tách phytate/protein và carbohydrate/protein tăng tương ứng 6,70 và 1,38 lần, thông lượng dòng qua màng giảm 1,31 lần vì trở lực thuận nghịch và bất thuận nghịch cùng tăng lên. Khi tăng áp lực vận hành từ 2 bar lên 10 bar thì thông lượng dòng qua màng tăng 2,61 lần dù trở lực thuận nghịch và bất thuận nghịch đều tăng. Hệ số cô đặc tăng dần theo thời gian siêu lọc và độ tinh sạch protein cũng tăng theo nhưng hiệu suất thu hồi protein bị giảm đi.
- Chế phẩm protein đậu phộng có khả năng hòa tan trong nước tốt hơn chế phẩm protein đậu nành nhưng khả năng hấp thu béo kém hơn do có giá trị bề mặt kỵ nước thấp hơn. Khả năng tạo bột của protein đậu nành và đậu phộng là tương đương; tuy nhiên chế phẩm protein đậu phộng có độ bền bột tốt hơn trong khoảng pH 4 – 8. Khả năng tạo nhũ và độ bền nhũ của chế phẩm protein đậu nành tốt hơn so với đậu phộng.
- Khi cho chế phẩm protein đậu phộng vào nước sẽ hình thành lưu chất Bingham. Khi tăng nồng độ protein thì tính nhớt và tính đàn hồi của dung dịch protein cũng tăng. Dựa trên phân tích tính chất nhớt dẻo của dung dịch protein, vùng nhiệt độ biến tính của protein đậu phộng là 50 – 80°C.

4.1.2. Về mặt ứng dụng

Luận án đã xác định được:

- Các thông số công nghệ thích hợp cho quá trình trích ly protein từ bột đậu phộng tách béo có sử dụng kết hợp sóng siêu âm và enzyme hỗ trợ như sau: Tỷ lệ nguyên liệu/dung môi (w/v) là 1/20, xử lý siêu âm hỗn hợp huyền phù với công suất 30W/g, pH 7, nhiệt độ 50°C trong thời gian 15 phút, xử lý enzyme với tỷ lệ cellulase 30 U/g DPM trong thời gian 60 phút.
- Quá trình tinh sạch dịch trích protein được thực hiện với màng polysulfone 50 kDa và các thông số công nghệ như sau: pH dịch trích 5, áp suất vận hành 6 bar, nhiệt độ phòng, hệ số cô đặc 2,5, dòng không qua màng được bổ sung nước đến thể tích dịch trích ban đầu rồi được hồi lưu về màng siêu lọc với 3 lần bổ sung nước, chế phẩm PPC thu được có độ tinh sạch là 92,2%, hiệu suất thu hồi protein là 89,3%.
- Chế phẩm protein đậu phộng có thể được dùng để thay thế protein đậu nành trong sản xuất xúc xích tiết trùng và không làm thay đổi các tính chất vật lý và giá trị cảm quan của sản phẩm.

4.2. Kiến nghị

- Khảo sát ảnh hưởng của sóng siêu âm đến hoạt tính enzyme cellulase và thử nghiệm xử lý siêu âm và enzyme đồng thời để trích ly protein từ bột đậu phộng tách béo.
- Khảo sát quá trình sấy phun để lựa chọn thông số công nghệ phù hợp.
- Xác định và so sánh tính chất lưu biến của một số sản phẩm có sử dụng chế phẩm protein đậu phộng với những nồng độ khác nhau để có thể hiểu rõ hơn quá trình chuyển pha, từ đó mở ra khả năng sử dụng chế phẩm protein đậu phộng để tạo ra nhiều loại thực phẩm chế biến với cấu trúc khác nhau.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

1. Trần Chí Hải, Nguyễn Thị Hiền, Lê Văn Việt Mẫn, Ảnh hưởng của một số thông số công nghệ đến quá trình siêu lọc dịch trích protein đậu phộng, Tạp chí Khoa học và công nghệ, 52 (5C), 62-66, 2014.
2. Nguyễn Thị Hiền, Lê Văn Việt Mẫn, Trần Chí Hải, Ảnh hưởng của hệ số cô đặc và giải pháp bổ sung nước đến hiệu suất thu hồi và độ tinh sạch của chế phẩm protein đậu phộng trong quá trình siêu lọc, Tạp chí phát triển khoa học Công nghệ, 18 số K5, 68-73, 2015.
3. Nguyễn Thị Hiền, Lê Văn Việt Mẫn, Ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ trong quá trình xử lý enzyme đến hiệu suất trích ly protein từ bột đậu phộng tách dầu, Tạp chí Hóa học, 55 (4E₂₃), 224 – 228, 2017.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐANG CHỜ CÔNG BỐ

4. Nguyễn Thị Hiền, Tăng Nguyên Minh, Đoàn Phương Đông, Lê Văn Việt Mẫn, Sustitution of peanut protein for soy protein as a non – meat binder in emulsion – type sausage production, Tạp chí phát triển khoa học Công nghệ (Xác nhận được đăng).

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐANG CHỜ KẾT QUẢ PHẢN BIỆN

5. Nguyễn Thị Hiền, Lê Văn Việt Mẫn, Effects of technological parameters of ultrasonic treatment on the protein extraction yield from defatted peanut meal, Songklanakarin Journal of Science and Technology, đã gửi 6/2017.