

ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC THAY THỂ BỘT GẠO BẰNG PROTEIN ĐẬU NÀNH ĐẾN CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM NUI KHOAI MỠ

Nguyễn Đặng Mỹ Duyên*, Phùng Võ Hưng Phát, Trần Anh Vũ

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

*Email: myduyen@hcmute.edu.vn

Ngày nhận bài: 21/8/2024; Ngày nhận bài sửa: 19/01/2025; Ngày chấp nhận đăng: 03/3/2025

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm khảo sát ảnh hưởng của việc thay thế bột gạo bằng bột protein đậu nành đến chất lượng sản phẩm nui gạo có bổ sung 50% bột khoai mỡ. Bột gạo trong công thức sản xuất nui khoai mỡ được thay thế bởi bột protein đậu nành phân lập (SPI) với các tỷ lệ lần lượt là 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% và 30% (w/w). Kết quả nghiên cứu cho thấy việc thay thế bột gạo bởi SPI đã làm giảm độ ẩm của khối bột nhào, đồng thời cải thiện các tính chất kết cấu của bột nhào. Bên cạnh đó, việc gia tăng tỷ lệ protein đậu nành trong công thức đã góp phần cải thiện chất lượng của nui thông qua các tính chất như giảm độ gãy vỡ, tăng độ dai nui đã nấu chín và làm giảm thời gian nấu cũng như độ tồn thất khi nấu. Việc tăng tỷ lệ SPI làm tăng khả năng bắt gốc tự do cùng với việc gia tăng hàm lượng polyphenol tổng trong sản phẩm. Kết quả đánh giá cảm quan thị hiếu cho thấy mẫu thay thế 15% SPI là mẫu được yêu thích nhất. Kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng đối với mẫu có thay thế 15% SPI cho thấy sự vượt trội về giá trị dinh dưỡng như hàm lượng protein (8,40 g/100 g), chất xơ (11,8 g/100 g), tro tổng (3,69 g/100 g). Chính vì vậy, việc sử dụng SPI không chỉ góp phần cải thiện kết cấu mà còn gia tăng giá trị dinh dưỡng của nui khoai mỡ.

Từ khóa: Pasta free-gluten, khoai mỡ, protein đậu nành, nui gạo, tinh bột.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, nhu cầu về các sản phẩm lương thực không chứa gluten (Gluten-free, GF) ngày càng tăng do người tiêu dùng tin rằng những loại thực phẩm này có giá trị dinh dưỡng cao và an toàn hơn cho sức khỏe so với các loại thực phẩm chứa gluten truyền thống. Tuy nhiên, do nguyên liệu chính của các sản phẩm GF thường là gạo, ngô hoặc tinh bột thường có hàm lượng protein và chất xơ thấp, trong khi lại cung cấp lượng calo cao [1]. Vì vậy, để đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng về sản phẩm GF có lợi cho sức khỏe, nhiều nhà nghiên cứu đã hướng đến việc bổ sung protein và chất xơ vào công thức sản xuất pasta làm từ gạo bằng các nguyên liệu có giá trị dinh dưỡng cao như: Wang và cộng sự (2020) đánh giá ảnh hưởng của chất xơ từ cám gạo đến chất lượng nui gạo [2], Marengo và cộng sự (2018) khi kết hợp protein đậu nành và khoai lang trong công thức [3],...

Khoai mỡ là một nguồn nguyên liệu giàu carbohydrate, protein, lipid, cùng với các khoáng chất và vitamin có lợi cho sức khỏe. Đặc biệt, khoai mỡ chứa hợp chất anthocyanin, chất tạo màu tím đặc trưng và có tính chất chống oxy hóa [4]. Đậu nành là một trong số ít nguồn thực vật cung cấp đầy đủ các acid amine thiết yếu mà cơ thể cần. Nó chứa nhiều protein, không chứa cholesterol và có hàm lượng chất béo bão hòa thấp. Protein đậu nành được xem là nguồn protein hoàn chỉnh cung cấp đầy đủ các acid amine thiết yếu cần thiết cho cơ thể [5].

Do đó, việc bổ sung khoai mỡ và bột protein đậu nành vào công thức sản xuất nui gạo hứa hẹn tạo ra một dòng sản phẩm nui gạo giàu chất xơ, giàu protein, giàu chất chống oxy hóa cùng với màu tím đặc trưng của khoai mỡ. Từ những lý do trên, nghiên cứu này khảo sát sự ảnh hưởng của việc thay thế bột gạo bằng bột protein đậu nành đến chất lượng sản phẩm nui khoai mỡ. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng xác định thành phần dinh dưỡng của nui khoai mỡ có bổ sung bột protein đậu nành để mang đến một sản phẩm nui gạo phù hợp với những người ăn kiêng hoặc đang tìm kiếm sản phẩm lương thực tốt cho sức khỏe.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Giống khoai mỡ (*Dioscorea alata* L.) sử dụng trong nghiên cứu được thu hoạch ở Long An. Khoai sau khi được gọt vỏ sẽ được rửa sạch để loại bỏ bụi bẩn bám trên bề mặt và cắt thành từng lát 0,5-1 cm. Các lát khoai được hấp ở 100 °C trong 10 phút, sau đó sấy khô ở 60 °C trong 10 giờ. Kết thúc quá trình sấy, khoai mỡ sẽ được xay bằng máy nghiền bột OEM 800Y và được rây qua rây có kích thước 0,5 mm. Bột khoai mỡ được bảo quản trong túi zip nhôm tránh ánh sáng có gói hút ẩm và lưu trữ ở ngăn mát tủ lạnh.

Bột gạo sử dụng trong nghiên cứu là bột gạo Tài Ký được sản xuất bởi Công ty Cổ phần Bột Thực phẩm Tài Ký. Thành phần dinh dưỡng có trong 100 g bột gạo gồm: protein chiếm 2,33%, lipid 0,32%, carbohydrate 85,5%.

Bột protein đậu nành được sử dụng là protein đậu nành phân lập (Isolated Soy Protein - SPI) có hàm lượng protein > 90%. Sản phẩm được nhập khẩu và cung cấp bởi Công ty DOMOSAN.

2.2. Quy trình chế biến nui khoai mỡ có bổ sung protein đậu nành

Bột gạo được thay thế bởi bột khoai mỡ với tỷ lệ 50% để sản xuất nui gạo khoai mỡ. Sau đó, bột protein đậu nành phân lập (SPI) được bổ sung vào công thức bằng cách thay thế bột gạo có trong công thức sản xuất nui khoai mỡ với các tỷ lệ 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% và 30% (w/w).

Bảng 1. Công thức phối trộn để chế biến nui khoai mỡ thay thế bột gạo bằng SPI

Thành phần (g)	Mẫu						
	Mẫu chuẩn	Mẫu 1 (5%)	Mẫu 2 (10%)	Mẫu 3 (15%)	Mẫu 4 (20%)	Mẫu 5 (25%)	Mẫu 6 (30%)
Bột gạo	40	38	36	34	32	30	28
Bột khoai mỡ	40	40	40	40	40	40	40
Bột SPI	-	2	4	6	8	10	12
Dầu thực vật	2	2	2	2	2	2	2
Xanthan gum	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Muối	1	1	1	1	1	1	1
Nước	95	95	95	95	95	95	95

Các nguyên liệu theo bảng công thức phối trộn sẽ được tiến hành nhào trộn với nước sôi để thực hiện quá trình hồ hóa tạo thành khối bột nhào đồng nhất. Khối bột sẽ được tiến hành ủ trong 20 phút trước khi được đưa vào thiết bị ép đùn. Các sợi nui dài sau khi ép đùn sẽ được cắt với hình dạng penne có độ dài 3 cm. Các sợi nui sẽ được hấp bằng hơi nước nóng trong 5 phút và tiến hành sấy ở 60 °C trong 4 giờ để thu được nui thành phẩm.

2.3. Các phương pháp phân tích, đánh giá

Xác định độ ẩm bột nhào và nui khoai mỡ protein đậu nành

Độ ẩm của bột nhào sản xuất nui khoai mỡ protein đậu nành và nui khoai mỡ protein được xác định theo phương pháp AOAC 925.10.

Phân tích kết cấu bột nhào của nui khoai mỡ bổ sung protein đậu nành

Các đặc tính về mặt kết cấu của bột nhào nui khoai mỡ như độ cứng, độ đàn hồi, độ cố kết, độ dai, độ dính được xác định bằng máy phân tích kết cấu thực phẩm CT3-Brookfield. Phương pháp nén 2 lần sử dụng đầu dò TA-AACC 36, bề mặt phẳng và có đường kính lớn hơn đường kính của mẫu để có thể tiếp xúc hoàn toàn với bề mặt sản phẩm. Đầu dò sau đó nén mẫu ở tốc độ đã được cài đặt và di chuyển để đo lực nén lên mẫu. Phần mềm TA.XTPlus Texture Analyzer ghi lại dữ liệu ngay sau khi đầu dò được kích hoạt.

Phân tích độ cứng của nui khô

Độ cứng của nui khô được xác định bằng thiết bị đo độ cứng Luton FR-5120 với đầu dò tương ứng là FRTP-3.

Xác định các tính chất khi nấu của nui khoai mỡ bổ sung protein đậu nành

Thời gian nấu tối ưu cho mỗi công thức được xác định bằng phương pháp AACC 66-50.01 (AACC 2010) [4]. Thời gian tối ưu được xác định khi phần lõi trắng của nui được ép giữa 2 phiến kính biến mất.

Độ hấp thụ nước và tổn thất khi nấu của các mẫu nui được đo bằng phương pháp sửa đổi của AACC (1995) với 1 số hiệu chỉnh. Chuẩn bị 5 g mẫu nui và 200 mL nước cất đun sôi và bắt đầu trong 5 phút. Sau đó rửa sạch bằng 50 mL nước cất và để ráo nước trong 5 phút và cân. Lượng nước hấp thụ được đo bằng mức tăng khối lượng của nui trước và sau khi nấu và được biểu thị bằng phần trăm tăng trọng so với trọng lượng của nui chưa nấu chín [6]. Nước nấu và nước rửa được thu gom và đun 1 phần nước trên bếp điện, sau đó sấy khô trong tủ sấy ở 105 °C đến khối lượng không đổi rồi cân để xác định lượng tổn thất trong quá trình nấu [7].

Phân tích kết cấu nui đã nấu chín

Mẫu nui được cố định kích thước về độ dài và thời gian nấu để xác định các đặc điểm về kết cấu. Các đặc tính về mặt kết cấu của nui khoai mỡ như độ cứng, độ đàn hồi, độ cố kết, độ dai, độ dính được xác định bằng máy phân tích kết cấu thực phẩm CT3-Brookfield. Phương pháp sử dụng đầu dò TA7 và TA-PFS. Đầu dò được thiết lập các thông số và phần mềm TA.XTPlus Texture Analyzer ghi lại dữ liệu ngay sau khi đầu dò được kích hoạt.

Đánh giá cảm quan cho điểm thị hiếu

Phương pháp đánh giá cảm quan thị hiếu cho điểm với 50 người thử được sử dụng nhằm đánh giá mức độ chấp nhận của người tiêu dùng cho từng chỉ tiêu cảm quan cụ thể (kết cấu, màu sắc, mùi, vị) và sự yêu thích chung giữa các mẫu nui [8].

Phân tích hàm lượng polyphenol tổng (TPC) và khả năng chống oxy hóa (DPPH)

Chuẩn bị dịch chiết xuất mẫu: Cân 5 g mẫu và 80 mL methanol 80% hòa với nhau và giữ qua đêm sau đó tiến hành lọc thu dịch chiết. Dịch chiết được định mức đến 100 mL với methanol 80%. Mẫu dịch chiết (50 mg mẫu bột/ mL methanol) được bảo quản trong lọ ngăn ánh sáng cho lần sử dụng tiếp theo.

+ Phương pháp xác định hàm lượng polyphenol tổng được tiến hành dựa trên phương pháp của Hsu và cộng sự (2003) [9].

+ Phương pháp xác định khả năng khử gốc DPPH được thực hiện theo phương pháp của Hsu và cộng sự (2003) [9].

Phân tích thành phần dinh dưỡng

Mẫu nui khoai mỡ có bổ sung protein đậu nành tối ưu sẽ được bảo quản trong túi zip và được gửi để xác định các chỉ tiêu thành phần dinh dưỡng tại Công ty TNHH Eurofins Sắc Ký Hải Đăng TP.HCM.

Phương pháp xử lý số liệu thống kê

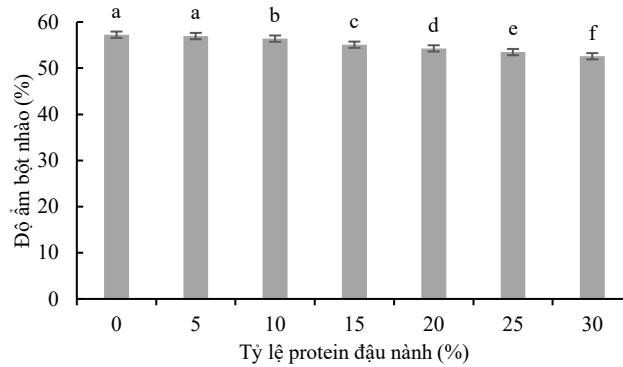
Các số liệu thu thập từ các lần lặp lại thí nghiệm được xử lý thống kê bằng phương pháp phân tích phương sai (Analysis of variance - ANOVA) và xử lý bằng phần mềm Excel 2016 và IBM SPSS Statistics 26.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của việc thay thế bột gạo bằng bột protein đậu nành đến chất lượng bột nhào nui khoai mỡ

3.1.1. Độ ẩm bột nhào

Độ ẩm bột nhào được đánh giá là một trong những chỉ tiêu quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng của sản phẩm ép đùn. Độ ẩm bột nhào phù hợp sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình ép đùn giúp khối bột nhào không bị dính trục. Kết quả nghiên cứu (Hình 1) cho thấy khi tăng hàm lượng SPI thay thế vào công thức thì độ ẩm bột của bột nhào giảm từ 57,25% xuống 52,58%. Nguyên nhân là do protein có khả năng liên kết với nước trong quá trình hydrat hóa, làm cô lập lượng nước giải phóng ra bên ngoài. Điều này làm giảm lượng nước tự do trong khối bột nhào [10]. Do đó, độ ẩm của khối bột nhào giảm dần khi tăng dần hàm lượng SPI có trong công thức.



Hình 1. Độ ẩm của bột nhào với tỷ lệ thay thế bột gạo bằng SPI khác nhau. Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có nghĩa ($p < 0,05$)

3.1.2. Kết cấu bột nhào

Ảnh hưởng của tỷ lệ thay thế protein đậu nành đến các tính chất kết cấu của khối bột nhào được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả phân tích kết cấu bột nhào nui khoai mỡ với các tỷ lệ thay thế protein đậu nành

Tỷ lệ % SPI	Độ cứng (g)	Độ dính (mJ)	Độ đàn hồi (mm)	Độ cố kết	Độ dai (mJ)
0	2766,83 ± 56,54 ^a	0,193 ± 0,035 ^a	2,79 ± 0,19 ^a	0,307 ± 0,029 ^a	22,51 ± 2,35 ^a
5	3527,50 ± 47,85 ^b	0,167 ± 0,015 ^{ab}	3,35 ± 0,24 ^b	0,393 ± 0,031 ^b	47,24 ± 7,01 ^b
10	3881,00 ± 88,63 ^c	0,133 ± 0,021 ^b	3,74 ± 0,09 ^c	0,427 ± 0,015 ^{bc}	62,80 ± 3,31 ^c
15	3961,50 ± 66,68 ^c	0,137 ± 0,015 ^b	3,90 ± 0,20 ^{cd}	0,453 ± 0,012 ^{cd}	67,66 ± 4,74 ^{cd}
20	3865,50 ± 85,33 ^c	0,083 ± 0,006 ^c	4,03 ± 0,07 ^{cd}	0,493 ± 0,021 ^d	73,27 ± 4,45 ^d
25	4301,33 ± 75,50 ^d	0,073 ± 0,021 ^c	4,17 ± 0,24 ^d	0,487 ± 0,032 ^d	81,83 ± 1,61 ^e
30	4749,83 ± 66,97 ^e	0,083 ± 0,005 ^c	4,78 ± 0,06 ^e	0,543 ± 0,038 ^e	118,01 ± 6,77 ^f

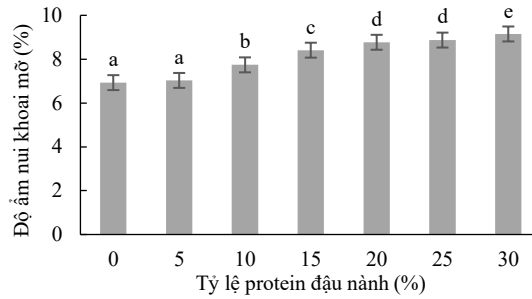
Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có nghĩa ($p < 0,05$)

Kết quả Bảng 2 cho thấy các thông số độ cứng, độ đàn hồi, độ cố kết và độ dai của bột nhào tăng khi tăng tỷ lệ thay thế SPI. Kết quả này có thể được giải thích là do trong quá trình hồ hóa tinh bột, protein cũng sẽ bị biến tính, làm lộ ra nhiều vùng ưa nước hơn, giúp ổn định mạng gel được tạo thành. Đồng thời, tinh bột tương tác với protein qua các liên kết hydro, tạo thành mạng gel tinh bột - protein, từ đó cải thiện các tính chất cấu trúc của bột nhào [12, 26]. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu cũng cho thấy độ dính của khối bột nhào giảm từ 0,193 mJ xuống 0,083 mJ khi tăng tỷ lệ thay thế SPI trong khối bột nhào. Độ dính của khối bột nhào giảm có thể là do trong quá trình hồ hóa, SPI sẽ cạnh tranh nước với tinh bột làm giảm khả năng di chuyển của amylose và tương tác của nước với amylopectin dẫn đến độ dính của khối bột nhào giảm [11].

3.2. Ảnh hưởng của việc thay thế bột protein đậu nành đến chất lượng nui khoai mỡ

3.2.1. Độ ẩm

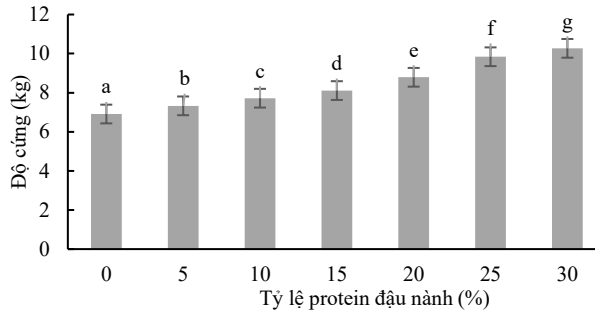
Đối với các sản phẩm lương thực, độ ẩm đóng một vai trò quan trọng trong quá trình bảo quản. Sản phẩm có độ ẩm thấp sẽ giúp hạn chế sự phát triển của vi sinh vật và kéo dài thời gian sử dụng. Kết quả nghiên cứu (Hình 2) cho thấy độ ẩm nui có xu hướng tăng dần khi tăng tỷ lệ thay thế bột gạo bằng SPI trong cùng thời gian và điều kiện sấy do SPI có khả năng hấp thụ nước mạnh do chứa các chuỗi bên phân cực ưa nước và tương tác với nước thông qua liên kết hydro [12]. Có thể thấy độ ẩm của nui dao động từ 6,93 - 9,15% và nằm ở mức cho phép khi các sản phẩm pasta độ ẩm thường nhỏ hơn 11% [12]. Như vậy, độ ẩm nui thích hợp cho việc bảo quản trong thời gian dài.



Hình 2. Kết quả xác định độ ẩm nui khoai mỡ với các tỷ lệ thay thế protein đậu nành (Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có nghĩa $p < 0,05$)

3.2.2. Độ cứng

Khả năng gãy vỡ của nui là một thông số kết cấu hữu ích cho việc dự đoán khả năng chống lại các tác động vật lý trong quá trình vận chuyển và bảo quản. Độ cứng của nui sau sấy cao đem đến độ bền cơ học cao có thể làm giảm khả năng gãy vỡ do lực tác động. Kết quả độ cứng nui khoai mỡ với các tỷ lệ thay thế protein khác nhau được thể hiện ở Hình 3.



Hình 3. Kết quả xác định độ cứng của nui khoai mỡ với các tỷ lệ thay thế bột gạo bằng SPI khác nhau (Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có nghĩa $p < 0,05$)

Kết quả phân tích cho thấy độ cứng nui tăng khi tăng tỷ lệ thay protein đậu nành trong công thức sản xuất. Như vậy, lực cần để làm nui gãy vỡ sẽ theo xu hướng tăng dần từ 6,91 kg đến 10,27 kg theo tỷ lệ protein thay thế. Trong quá trình ép đùn, liên kết giữa protein và tinh bột sẽ hình thành và các vị trí liên kết này tăng lên khi tăng nồng độ protein [13]. Tương tác giữa tinh bột và protein trong thực phẩm sẽ làm tăng độ bền của gel được tạo thành [14]. Như vậy, qua thực nghiệm có thể thấy rằng khi tăng tỷ lệ protein đậu nành thì độ cứng của nui sau quá trình sấy cũng tăng dần.

3.2.3. Tính chất khi nấu

Chất lượng nấu là một trong những tiêu chí quan trọng ảnh hưởng đến mức độ chấp nhận của người tiêu dùng đối với sản phẩm nui. Chất lượng nấu thông thường được đề cập sẽ liên quan đến các tính chất như khả năng hấp thụ nước khi nấu, thời gian nấu và độ tổn thất trong quá trình nấu. Kết quả của các tính chất khi nấu được thể hiện qua Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả xác định chất lượng nấu của nui khoai mỡ với các tỷ lệ thay thế bột gạo bằng protein đậu nành

Tỷ lệ protein đậu nành (%)	Thời gian nấu (phút)	Độ hấp thụ nước (%)	Độ tổn thất khi nấu (%)
0	6,45 ± 0,07 ^a	95,10 ± 0,77 ^a	11,99 ± 0,31 ^a
5	6,38 ± 0,03 ^b	98,56 ± 0,72 ^b	10,91 ± 0,19 ^b
10	6,29 ± 0,04 ^c	103,40 ± 1,41 ^c	10,10 ± 0,12 ^c
15	6,22 ± 0,03 ^d	106,45 ± 0,71 ^d	9,55 ± 0,14 ^d
20	5,98 ± 0,07 ^e	110,25 ± 1,78 ^e	8,91 ± 0,08 ^e
25	5,88 ± 0,03 ^f	114,76 ± 1,30 ^f	8,64 ± 0,11 ^f
30	5,82 ± 0,02 ^g	121,23 ± 1,79 ^g	8,31 ± 0,13 ^g

Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có nghĩa ($p < 0,05$)

Việc xác định tính chất khi nấu của sản phẩm góp phần giúp các nhà sản xuất đưa ra các khuyến nghị cho người tiêu dùng về thời gian nấu và lượng nước cần thiết khi sử dụng các sản phẩm cần qua quá trình chế biến. Kết quả thu được cho thấy việc gia tăng tỷ lệ thay thế bột gạo bằng SPI làm giảm thời gian nấu, giảm độ tổn thất và gia tăng khả năng hấp thụ nước do protein đậu nành phân lập (SPI) có khả năng hấp thụ nước, giữ nước và mở rộng tốt do có nhiều nhóm phân cực trên chuỗi peptide của SPI [7] và protein tương tác với tinh bột làm tăng độ bền gel tạo thành. Kết quả nghiên cứu cho thấy thời gian nấu của các mẫu dao động từ 5,82 phút đến 6,45 phút. Để thuận lợi cho người tiêu dùng, chúng tôi đề nghị thời gian nấu là 6 - 6,5 phút. Với thời gian nấu này, lượng nước được sử dụng để nấu chín nui với tỉ lệ nui : nước (1:10) [15]. Vì vậy, lượng nước được khuyến nghị là 1000 mL/100 g.

3.2.4. Kết cấu của nui khoai mỡ đã nấu chín

Các thay đổi nhất định về các thuộc tính kết cấu của nui khoai mỡ nấu chín với các tỷ lệ thay thế bột gạo bằng bột SPI từ 0% - 30% được thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả phân tích kết cấu nui khoai mỡ với các tỷ lệ thay thế bột gạo bằng protein đậu nành

Tỷ lệ protein đậu nành (%)	Độ cứng (g)	Độ dính (mJ)	Độ đàn hồi (mm)	Độ cố kết	Độ dai (mJ)
0	131,00 ± 1,50 ^a	0,0433 ± 0,0115 ^a	3,49 ± 0,12 ^a	0,63 ± 0,025 ^a	21,103 ± 0,963 ^a
5	138,83 ± 0,76 ^b	0,0767 ± 0,0305 ^b	4,41 ± 0,05 ^b	0,73 ± 0,025 ^b	22,790 ± 0,450 ^b
10	143,83 ± 1,04 ^c	0,1100 ± 0,0200 ^c	4,67 ± 0,06 ^c	0,74 ± 0,031 ^b	24,603 ± 0,396 ^c
15	153,17 ± 1,90 ^d	0,1400 ± 0,0173 ^c	4,69 ± 0,15 ^c	0,77 ± 0,01 ^{bc}	26,373 ± 1,123 ^d
20	158,33 ± 1,26 ^e	0,1933 ± 0,0152 ^d	5,01 ± 0,08 ^d	0,79 ± 0,015 ^c	31,660 ± 0,610 ^e
25	168,00 ± 3,28 ^f	0,2333 ± 0,0115 ^e	5,21 ± 0,06 ^e	0,84 ± 0,036 ^d	37,020 ± 0,927 ^f
30	188,33 ± 2,52 ^g	0,3133 ± 0,0152 ^f	5,69 ± 0,02 ^f	0,86 ± 0,012 ^d	39,953 ± 1,460 ^g

Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có nghĩa ($p < 0,05$)

Kết quả phân tích các thuộc tính kết cấu của nui cho thấy khi tăng hàm lượng SPI trong công thức, độ cứng tăng từ 131 g đến 188,33 g, độ đàn hồi tăng từ 3,49 mm đến 5,69 mm, độ cố kết tăng từ 0,63 – 0,86 và độ dai tăng từ 21,103 đến 39,953 mJ. Điều này được giải thích là do khi bổ sung SPI vào công thức sản xuất nui, các liên kết được tạo thành giữa mạng lưới protein và tinh bột cùng với các mạng lưới liên kết khác giữa protein và các hợp chất polyphenol trong sản phẩm đã làm cải thiện đến tính chất kết cấu sản phẩm [16]. Bên cạnh đó, việc áp dụng phương pháp hấp sản phẩm trước khi sấy giúp làm tăng độ cứng, độ dai của sản phẩm nui gạo đã nấu chín [17]. Kết quả nghiên cứu này tương đồng với kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của bột đậu hà lan đối với độ cứng, độ đàn hồi của mì spaghetti [18]. Một nghiên cứu khác [19] cũng cho thấy bột đậu nành bổ sung đã làm tăng độ cố kết của mì gạo đã nấu chín. Mặt khác, độ dính của sản phẩm tăng (từ 0,0433 mJ đến 0,3133 mJ) là do trong quá trình nấu, chất xơ hòa tan cùng các thành phần protein hòa tan trong nước của SPI và khoai mỡ sẽ thoát ra ngoài. Điều này làm gia tăng độ nhớt của nước nấu và làm gia tăng độ dính của sản phẩm [20, 21]. Tóm lại, việc bổ sung SPI đã cải thiện đáng kể các thuộc tính kết cấu nui khoai mỡ nấu chín.

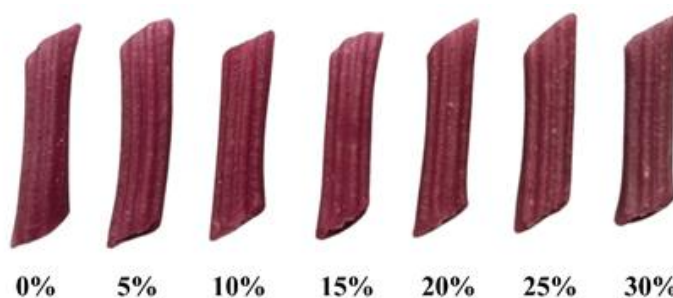
3.2.5. Hàm lượng polyphenol tổng và khả năng chống oxy hóa.

Các hợp chất polyphenol là các hợp chất chống oxy hóa có liên quan đến việc ngăn ngừa hoặc điều trị các bệnh mãn tính ở người [22]. Do đó, việc xác định hàm lượng polyphenol tổng có trong sản phẩm sẽ xác định được lợi ích đối với sức khỏe với người tiêu dùng khi sử dụng sản phẩm nui khoai mỡ. Kết quả xác định hàm lượng polyphenol tổng và khả năng bắt gốc tự do của sản phẩm với các tỷ lệ thay thế bột gạo bằng SPI khác nhau được trình bày ở Bảng 5.

Bảng 5. Hàm lượng polyphenol tổng và hoạt tính bắt gốc tự do (DPPH) trong nui khoai mỡ với các tỷ lệ thay thế protein đậu nành

Tỷ lệ protein đậu nành (%)	Hàm lượng polyphenol tổng (mg GAE/100 g)	Hoạt tính bắt gốc tự do DPPH (%)
0%	12,08 ± 0,65 ^a	11,24 ± 0,72 ^a
5%	13,93 ± 0,47 ^b	15,29 ± 0,77 ^b
10%	15,60 ± 0,38 ^c	15,37 ± 0,67 ^b
15%	16,40 ± 0,46 ^c	16,75 ± 0,43 ^{bc}
20%	17,88 ± 0,65 ^d	18,08 ± 0,71 ^c
25%	18,68 ± 0,32 ^d	19,89 ± 1,07 ^d
30%	20,10 ± 0,77 ^e	20,36 ± 1,37 ^d

Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có nghĩa ($p < 0,05$)



Hình 4. Mẫu nui khoai mỡ với các tỷ lệ thay thế bột gạo bằng protein đậu nành khác nhau

Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng polyphenol và hoạt tính bắt gốc tự do của nui khoai mỡ có xu hướng tăng dần khi tăng tỷ lệ SPI sử dụng. Hàm lượng polyphenol có trong sản phẩm đến từ phần lớn do lượng bột khoai mỡ có trong công thức sản phẩm. Các mẫu đều có cùng tỷ lệ bột khoai mỡ nhưng lại có sự tăng dần hàm lượng polyphenol theo tỷ lệ bột protein bổ sung vào. Như vậy, sự có mặt của SPI trong công thức sản xuất đã làm giảm sự tổn thất polyphenol trong quá trình chế biến nui khoai mỡ. Điều này có thể được giải thích là do khả năng hình liên kết giữa protein đậu nành và polyphenol có trong sản phẩm. Protein thực vật như protein đậu nành có thể hình thành tương tác với các polyphenol thông qua tương tác các như liên kết hydro, tương tác kỵ nước, tương tác Van der Waals hoặc tương tác ion [23]. Các tương tác này diễn ra giữa nhóm amin của protein và nhóm hydroxyl của các hợp chất polyphenol. Các tương tác có thể giúp giữ protein và polyphenol được cho là chặt chẽ hơn so với các tương tác không cộng hóa trị [24]. Để có thể thực hiện quá trình hình thành liên hợp với polyphenol thì protein ở dạng không gấp sẽ dễ dàng hơn cho quá trình này [25]. Công đoạn hấp sẽ có sự duỗi ra của các polypeptide làm mất cấu trúc bậc cao của protein. Từ đó, protein sẽ có thể dễ dàng liên kết với polyphenol và giúp polyphenol ít bị mất trong quá trình sấy kéo dài.

Mặt khác, sự khác biệt về màu sắc của sản phẩm nui khoai mỡ có bổ sung SPI so với mẫu đối chứng có thể được quan sát ở Hình 4. Các mẫu nui có sắc tím tăng dần theo tỷ lệ bột SPI bổ sung. Nghiên cứu của Chaovanalikit và Wrolstad, năm 2004 đã công bố rằng các hợp chất polyphenolic tạo nên màu tím của khoai mỡ là anthocyanins, được cho rằng có khả năng chống oxy hóa thông qua cơ chế loại bỏ các gốc tự do [26]. Điều này cho thấy mối tương quan về sự gia tăng hàm lượng polyphenol và hoạt tính bắt gốc tự do của nui khoai mỡ đối với màu sắc của mẫu nui thể hiện ở Hình 4.

3.2.6. Cảm quan thị hiếu

Kết quả đánh giá cảm quan bằng phương pháp cho điểm thị hiếu cho thấy nui khoai mỡ với tỷ lệ thay thế 15% bột gạo bằng SPI được yêu thích nhất (7,20 điểm) (Bảng 6). Với tỷ lệ thay thế 15%, nui khoai mỡ vẫn đảm bảo được các tính chất về kết cấu của sản phẩm. Tuy nhiên ở các tỷ lệ thay thế bột gạo bằng SPI cao quá cao, mức độ yêu thích của người tiêu dùng giảm đi do sự gia tăng về độ dính (Bảng 4) của nui gây khó khăn cho người tiêu dùng trong quá trình sử dụng. Từ kết quả phân tích kết cấu (Bảng 4), chất lượng nấu của nui khoai mỡ protein đậu nành (Bảng 3) và kết quả cho điểm thị hiếu

của người thử, mẫu 15% được lựa chọn làm mẫu tối ưu cho việc phát triển công thức sản xuất nui khoai mỡ protein đậu nành.

Bảng 6. Kết quả đánh giá cảm quan thị hiếu sản phẩm nui khoai mỡ với các tỷ lệ thay thế bột gạo bằng protein đậu nành

Tỷ lệ protein đậu nành (%)	Kết cấu	Mùi	Vị	Màu sắc	Mức độ chấp nhận chung
0	6,20 ± 1,64 ^a	5,90 ± 1,30 ^a	5,96 ± 1,60 ^a	7,14 ± 1,18 ^a	6,30 ± 1,41 ^a
5	6,20 ± 1,31 ^a	6,02 ± 1,15 ^a	6,08 ± 1,05 ^a	6,78 ± 1,17 ^{ab}	6,34 ± 1,08 ^a
10	6,38 ± 1,32 ^{ab}	6,40 ± 1,07 ^{ab}	6,40 ± 1,13 ^a	7,16 ± 1,24 ^a	6,70 ± 0,99 ^a
15	6,84 ± 1,38 ^b	6,58 ± 1,16 ^b	7,10 ± 1,20 ^b	7,18 ± 1,26 ^a	7,20 ± 1,13 ^b
20	6,02 ± 1,36 ^a	5,92 ± 1,19 ^a	6,36 ± 1,19 ^a	6,52 ± 1,45 ^b	6,24 ± 1,12 ^a
25	6,22 ± 1,31 ^a	6,20 ± 1,13 ^{ab}	6,24 ± 1,35 ^a	6,62 ± 1,34 ^{ab}	6,40 ± 1,28 ^a
30	5,94 ± 1,71 ^a	5,88 ± 1,30 ^a	5,90 ± 1,71 ^a	6,88 ± 1,28 ^{ab}	6,24 ± 1,48 ^a

Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có nghĩa ($p < 0,05$)

3.2.7. Thành phần dinh dưỡng của nui khoai mỡ thay thế 15% bột protein đậu nành

Theo Bảng 7, 100 g nui khoai mỡ thay thế 15% bột gạo bằng SPI có khả năng cung cấp 319 kcal, thấp hơn so với năng lượng cung cấp của dòng sản phẩm nui gạo truyền thống (345kcal/100g). Việc bổ sung protein đậu nành và khoai mỡ sẽ cải thiện hàm lượng protein trong nui gạo truyền thống, cung cấp đầy đủ các acid amine thiết yếu cho cơ thể người do SPI được xem là một loại protein thực vật hoàn chỉnh nhất [3]. Kết quả phân tích cũng cho thấy hàm lượng carbohydrate của nui khoai mỡ với tỷ lệ thay thế 15% bột gạo bằng protein đậu nành (62,3 g/100 g) thấp hơn so với sản phẩm nui gạo truyền thống (83,8 g/100 g). Điều này được giải thích là do hàm lượng carbohydrate của đậu nành phân lập (0,47%) thấp hơn rất nhiều so với hàm lượng carbohydrate của bột gạo (85,5%). Ngoài ra, nui khoai mỡ protein đậu nành có hàm lượng chất xơ (11,8%) và lipid (3,94%) cao hơn so với nui gạo truyền thống. Điều này chứng tỏ rằng việc thay thế 15% bột gạo bằng protein đậu nành (SPI) trong nui khoai mỡ đã tạo ra sự cải thiện đáng kể về giá trị dinh dưỡng so với nui gạo truyền thống.

Bảng 7. Thành phần dinh dưỡng của nui khoai mỡ protein (15%) so với nui gạo truyền thống

Chỉ tiêu	Nui khoai mỡ protein đậu nành	Nui gạo truyền thống
Xơ dinh dưỡng (%)	11,8	0,51
Carbohydrate (%)	62,3	83,8
Lipid (%)	3,94	0,43
Protein (%)	8,40	1,58
Năng lượng (kcal/100 g)	319	345
Độ ẩm (%)	9,84	≤ 12

4. KẾT LUẬN

Như vậy, việc thay thế bột gạo bằng SPI trong công thức nui khoai mỡ có xu hướng cải thiện các tính chất của bột nhào và tính chất khi nấu, kết cấu của nui khoai mỡ. Độ tổn thất của các mẫu giảm dần khi tăng tỷ lệ thay thế bột protein đậu nành do SPI góp phần cải thiện mạng gel tinh bột. Việc kết hợp bột khoai mỡ và protein đậu nành trong công thức nui gạo giúp gia tăng hàm lượng polyphenol tổng trong sản phẩm. Mẫu nui khoai mỡ 15% SPI được đánh giá cảm quan tốt nhất về kết cấu, màu sắc, mùi, vị, và độ yêu thích chung. Việc thay thế bột gạo bằng SPI giúp tăng giá trị dinh dưỡng, cung cấp các acid amine thiết yếu cho cơ thể. Sử dụng nui khoai mỡ protein đậu nành (100 g) cung cấp 319 kcal với 8,40% protein, 3,94% lipid, 11,8% xơ dinh dưỡng, 62,3% carbohydrate, polyphenol 16,40 mg GAE/100 g. Như vậy, việc sử dụng bột khoai mỡ và bột protein đậu nành không chỉ góp phần cải thiện giá trị dinh dưỡng của nui gạo mà còn còn chứa mức năng lượng thấp phù hợp với nhu cầu ăn kiêng của người tiêu dùng và những người tìm kiếm các dòng sản phẩm lương thực tốt cho sức khỏe.

Lời cảm ơn: Cảm ơn Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM đã cung cấp các trang thiết bị và dụng cụ cần thiết để chúng tôi thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] C. Elliott, “The nutritional quality of gluten-free products for children,” *Pediatrics*, vol. 142, no. 2, art. no. e20180525, Aug. 2018, doi: <https://doi.org/10.1542/peds.2018-0525>
- [2] N. Wang, L. Maximiuk, D. Fenn, M. T. Nickerson, and A. Hou, “Development of a method for determining oil absorption capacity in pulse flours and protein materials,” *Cereal Chemistry*, vol. 97, no. 6, pp. 1111–1117, 2020, doi: <https://doi.org/10.1002/cche.10339>
- [3] M. Marengo, I. Amoah, A. Carpen, S. Benedetti, M. Zanoletti, S. Buratti, H. E. Lutterodt, P.-N. T. Johnson, J. Manful, A. Marti, F. Bonomi, and S. Iametti, “Enriching gluten-free rice pasta with soybean and sweet potato flours,” *Journal of Food Science and Technology*, vol. 55, pp. 2641–2648, 2018. doi: 10.1007/s13197-018-3185-z. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3185-z>
- [4] Q. Zhang, Z. Cheng, Y. Wang, and L. Fu, “Dietary protein-phenolic interactions: Characterization, biochemical-physiological consequences, and potential food applications,” *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 61, no. 21, pp. 3589–3615, 2021. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1803199>
- [5] M. Thrane, P. V. Paulsen, M. W. Orcutt, and T. M. Krieger, “Soy protein: Impacts, production, and applications,” in *Sustainable Protein Sources*. Academic Press, pp. 23–45, 2017. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00002-0>
- [6] V. Larrosa, G. Lorenzo, N. Zaritzky, and A. Califano, “Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta,” *LWT - Food Science and Technology*, vol. 70, pp. 96–103, 2016. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.039>
- [7] K. Limroongreungrat and Y.-W. Huang, “Pasta products made from sweetpotato fortified with soy protein,” *LWT - Food Science and Technology*, vol. 40, pp. 200–206, 2007. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.09.012>
- [8] H. D. Tư, *Kỹ thuật phân tích cảm quan thực phẩm*. Hà Nội, Vietnam: Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ Thuật, 2006.
- [9] C. L. Hsu, W. Chen, Y. M. Weng, and C. Y. Tseng, “Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods,” *Food Chemistry*, vol. 83, no. 1, pp. 85–92, 2003. doi: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00053-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00053-0)
- [10] G. Scott and J. M. Awika, “Effect of protein–starch interactions on starch retrogradation and implications for food product quality,” *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 22, no. 3, pp. 2081–2111, 2023. doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13141>
- [11] H. Li, S. Yan, L. Yang, M. Xu, J. Ji, H. Mao, *et al.*, “Starch gelatinization in the surface layer of rice grains is crucial in reducing the stickiness of parboiled rice,” *Food Chemistry*, vol. 341, p. 128202, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128202>
- [12] T. Ogawa and S. Adachi, “Drying and rehydration of pasta,” *Drying Technology*, vol. 35, no. 16, pp. 1919–1949, 2017. doi: <https://doi.org/10.1080/07373937.2017.1307220>
- [13] C. I. Onwulata, P. W. Smith, R. P. Konstance, and V. H. Holsinger, “Incorporation of whey products in extruded corn, potato or rice snacks,” *Food Research International*, vol. 34, no. 8, pp. 679–687, 2001. doi: [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00088-6](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00088-6)
- [14] B. Jamilah, A. Mohamed, K. A. Abbas, R. A. Rahman, R. Karim, and D. M. Hashim, “Protein–starch interaction and their effect on thermal and rheological characteristics of a food system: A review,” *Journal of Food, Agriculture and Environment*, vol. 7, no. 2, pp. 169–174, 2009.
- [15] A. Marti, K. Seetharaman, and M. A. Pagani, “Rice-based pasta: A comparison between conventional pasta-making and extrusion-cooking,” *Journal of Cereal Science*, vol. 52, no. 3, pp. 404–409, 2010. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.07.002>
- [16] D.-S. Lee, Y. Kim, Y. Song, J.-H. Lee, S. Lee, and S.-H. Yoo, “Development of a gluten-free rice noodle by utilizing protein-polyphenol interaction between soy protein isolate and extract of

- Acanthopanax sessiliflorus*,” *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 96, no. 3, pp. 1037–1043, 2015. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7193>
- [17] H. M. Lai, “Effects of rice properties and emulsifiers on the quality of rice pasta,” *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 82, no. 2, pp. 203–216, 2001. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.1019>
- [18] A. Bouasla, A. Wójtowicz, and M. N. Zidoune, “Gluten-free precooked rice pasta enriched with legumes flours: Physical properties, texture, sensory attributes and microstructure,” *LWT - Food Science and Technology*, vol. 75, pp. 569–577, 2017. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.10.005>
- [19] I. F. Bolarinwa and O. O. Oyesiji, “Gluten free rice-soy pasta: Proximate composition, textural properties and sensory attributes,” *Heliyon*, vol. 7, no. 1, p. e06052, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06052>
- [20] Z. Huang, J. J. Wang, Y. Chen, N. Wei, Y. Hou, W. Bai, and S. Q. Hu, “Effect of water-soluble dietary fiber resistant dextrin on flour and bread qualities,” *Food Chemistry*, vol. 317, p. 126452, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126452>
- [21] H. Li, M. Fitzgerald, S. Prakash, T. Nicholson, and R. Gilbert, “The molecular structural features controlling stickiness in cooked rice, a major palatability determinant,” *Scientific Reports*, vol. 7, p. 43713, 2017. doi: <https://doi.org/10.1038/srep43713>
- [22] C. Costa, A. Tsatsakis, C. Mamoulakis, M. Teodoro, G. Briguglio, E. Caruso, *et al.*, “Current evidence on the effect of dietary polyphenols intake on chronic diseases,” *Food and Chemical Toxicology*, vol. 110, pp. 286–299, 2017. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.10.023>
- [23] Q. Zhang, Z. Cheng, Y. Wang, and L. Fu, “Dietary protein-phenolic interactions: Characterization, biochemical-physiological consequences, and potential food applications,” *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 61, no. 21, pp. 3589–3615, 2021. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1803199>
- [24] F. Shahidi and C. S. Dissanayaka, “Phenolic-protein interactions: Insight from in-silico analyses - A review,” *Food Production, Processing and Nutrition*, vol. 5, no. 1, p. 2, 2023. doi: <https://doi.org/10.1186/s43014-022-00121-0>
- [25] M. Manzoor, Z. F. N. Tchameni, Z. F. Bhat, A. K. Jaiswal, and S. Jaglan, “Recent insights on the conformational changes, functionality, and physiological properties of plant-based protein–polyphenol conjugates,” *Food and Bioprocess Technology*, vol. 17, no. 8, pp. 1–24, 2024. doi: <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03212-z>
- [26] A. Chaovanalikit and R. E. Wrolstad, “Total anthocyanins and total phenolics of fresh and processed cherries and their antioxidant properties,” *Journal of Food Science*, vol. 69, no. 1, pp. FCT67–FCT72, 2004. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb17859.x>

ABSTRACT

THE IMPACT OF REPLACING RICE FLOUR WITH SOY PROTEIN ON THE QUALITY OF PURPLE YAM NOODLES

Nguyen Dang My Duyen*, Phùng Võ Hưng Phát, Trần Anh Vũ

HCMC University of Technology and Education

*Email: myduyen@hcmute.edu.vn

This study aims to investigate the effects of replacing rice flour with soybean protein isolate on the quality of rice noodles supplemented with 50% yam flour. Rice flour in the recipe for making yam noodles was replaced with soybean protein isolate (SPI) at ratios of 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, and 30% (w/w). The research results indicate that the substitution of rice flour with SPI reduced the moisture content of the dough, and improved the textural properties of the dough. Moreover, increasing the soybean protein ratio in the formulation contributed to the enhancement of noodle quality through properties such as the reduction of breakage, an increase in the chewiness of cooked noodles, and a

decrease in cooking time as well as cooking loss. Furthermore, increasing the SPI ratio enhanced free radical scavenging ability and increased in the total polyphenol content of the product. The results of the chemical composition evaluation show that the sample with 15% SPI substitution was the most favored. Nutritional composition analysis for the sample with 15% SPI substitution reflected noticeable nutritional values, such as protein content (8.40 g/100 g), fiber (11.8 g/100 g), and total ash (3.69 g/100 g). Therefore, the use of SPI not only contributes to improve texture but also increases the nutritional value of purple yam noodles.

Keywords: Pasta free-gluten, purple yam, soybean protein isolate, rice noodles, starch.