

KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ PHỐI TRỘN PROTEIN ĐẬU NÀNH, GLUTEN VÀ NẤM BÀO NGƯ ĐẾN ĐẶC TÍNH CỦA BURGER THỰC VẬT

Nguyễn Thị Hiền^{1,2,*}, Phạm Hữu Thịnh^{1,2},

Huỳnh Ngọc Minh Anh^{1,2}, Trần Nguyễn Bảo Ngọc^{1,2}

¹ Khoa Kỹ thuật Hoá học, Trường Đại học Bách khoa,

Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

² Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

*Email: nthien@hcmut.edu.vn

TÓM TẮT

Thực phẩm từ protein thực vật là một giải pháp bền vững nhằm giảm thiểu tác động môi trường và biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, quyết định mua hàng của người tiêu dùng chịu ảnh hưởng lớn từ các đặc tính cảm quan, đặc biệt là mùi vị và cấu trúc, vốn là những yếu tố cần cải thiện đáng kể ở thực phẩm từ protein thực vật. Nghiên cứu này được tiến hành nhằm cải thiện các đặc tính chế biến (tổn thất chế biến, khả năng giữ ẩm và sự thay đổi kích thước sau chế biến) và cấu trúc (độ cứng, độ co kết, độ phục hồi và độ dai) của burger thực vật bằng cách kết hợp protein đậu nành tạo cấu trúc (TVP), gluten lúa mì và nấm bào ngư. Đầu tiên, đã tiến hành khảo sát tỷ lệ giữa TVP và gluten. Trong số các công thức khảo sát ở thí nghiệm này, mẫu với tỷ lệ TVP - gluten 70: 30 có các đặc tính chế biến ở mức cao nhất và đặc tính cấu trúc tốt nhất, do đó công thức này được lựa chọn cho thí nghiệm tiếp theo. Ở thí nghiệm thứ hai, đã thay thế 2%, 4%, 6%, 8% TVP bằng nấm bào ngư, kết quả cho thấy, mẫu thay thế 6% đạt độ phục hồi cao nhất, trong khi các chỉ số cấu trúc khác (độ cứng, độ co kết, độ dai) không khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mức thay thế. Các kết quả này cho thấy, mẫu burger thực vật với tỷ lệ 70: 30 TVP - gluten và thay thế 6% TVP bằng nấm bào ngư là công thức tốt nhất. Những kết quả này cho thấy tiềm năng ứng dụng của việc phối trộn nhiều loại protein và nấm trong việc cải thiện đặc tính chế biến và cấu trúc cho thực phẩm từ protein thực vật.

Từ khóa: Burger thực vật, nấm bào ngư, đặc tính chế biến, đặc tính cấu trúc.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thực phẩm từ protein thực vật hiện nay được xem là một giải pháp bền vững nhằm giảm thiểu tác động môi trường và biến đổi khí hậu [1]. Các chiến lược truyền thông nhấn mạnh lợi ích về môi trường và sức khỏe của thực phẩm từ protein thực vật đang có tác dụng đáng kể trong việc thay đổi thói quen của người tiêu dùng sang sử dụng những sản phẩm này, song yếu tố về cảm quan vẫn là rào cản đáng kể. Cụ thể hơn, các thuộc tính cảm quan, đặc biệt là mùi vị và cấu trúc, vẫn đóng vai trò then chốt trong sự chấp nhận của người tiêu dùng. Do đó, việc cải thiện tính chất cảm quan cho thực phẩm từ protein thực vật là cấp thiết cho xu hướng tiêu dùng bền vững [2].

Trong các thực phẩm từ protein thực vật, burger là một trong những sản phẩm phổ biến và được tiêu thụ rộng rãi nhất, do đó thu hút sự quan tâm nghiên cứu lớn nhằm cải thiện đặc tính cảm quan và cấu trúc để đáp ứng nhu cầu thị trường. Chất lượng của burger chịu ảnh hưởng rất lớn của loại và tỷ lệ protein thực vật sử dụng, do các tính chất chức năng của protein thực vật (khả năng giữ nước, độ tan, khả năng tạo gel) có ảnh hưởng then chốt đến đặc tính cấu trúc của sản phẩm burger [3]. Ngoài ra, trong quá trình gia nhiệt, protein thực vật chịu biến tính nhiệt và hình thành kết cấu gel khác nhau, ảnh hưởng trực tiếp đến cấu trúc của burger [4]. Protein từ đậu nành và đậu Hà Lan có thể được chuyển hóa thành cấu trúc sợi giống

thịt, trong khi protein từ đậu xanh và đậu gà tạo thành các mạng lưới xoắn [5]. Đặc biệt, protein đậu nành tạo cấu trúc (Texturized Vegetable Protein - TVP) có thể mô phỏng rất tốt cấu trúc sợi của cơ thịt động vật. TVP đã được ghi nhận có giá trị cảm quan cao, đặc biệt về hình thức và độ chắc [6]. Gluten (protein trong lúa mì) lại có đặc tính tạo màng độc đáo, cho phép hình thành các sợi có cấu trúc tương tự thịt [7]. Cấu trúc tương tự thịt này của gluten được hình thành chủ yếu nhờ các liên kết disulfide giữa hai protein là glutenin và gliadin [8]. Việc kết hợp đa dạng các nguồn protein thực vật mang lại nhiều kết quả tích cực, như việc phối trộn gluten lúa mì với protein họ đậu sẽ cải thiện đáng kể độ dai và cảm giác nhai của sản phẩm thay thế thịt [9].

Ngoài những nghiên cứu tập trung vào sử dụng protein thực vật để tạo cấu trúc, nhiều nghiên cứu gần đây đang khám phá tiềm năng của nấm bào ngư (*Pleurotus ostreatus*) trong phát triển burger thực vật, nhằm nâng cao đồng thời giá trị dinh dưỡng và đặc tính cấu trúc. Về mặt dinh dưỡng, nấm bào ngư khô chứa 17 - 42% protein, 37 - 48% carbohydrate, 24 - 31% chất xơ và lượng đáng kể vitamin B, C, axit folic và khoáng chất, do đó các công thức sản phẩm có bổ sung nấm có đặc tính dinh dưỡng cao hơn đáng kể so với công thức chỉ sử dụng protein thực vật [10, 11]. Các đặc tính được lý của nấm bào ngư, như khả năng giảm nguy cơ đái tháo đường, bệnh tim mạch, tăng huyết áp và một số ung thư, càng củng cố vai trò của loại nấm này như một thành phần chức năng trong sản phẩm thay thế thịt [12]. Về cấu trúc và cảm quan, cấu trúc sợi tự nhiên cùng hàm lượng nước cao của nấm giúp cải thiện đáng kể khả năng giữ ẩm, độ mọng nước, độ đàn hồi và cảm giác nhai cho thực phẩm từ protein thực vật [13, 14]. Các thử nghiệm gần đây thay thế một phần protein thực vật bằng nấm bào ngư đã cải thiện đáng kể chất lượng cảm quan của thực phẩm từ protein thực vật, như giảm độ cứng và tăng độ co kết của sản phẩm thay thế thịt và phi lê cá từ protein thực vật [15, 16].

Những kết quả nghiên cứu trên cho thấy, việc kết hợp protein đậu nành, gluten lúa mì và nấm bào ngư là hướng tiếp cận đầy tiềm năng để phát triển burger thực vật, tuy nhiên chưa có nghiên

cứu nào đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn của 3 nguyên liệu này đến đặc tính của burger. Do đó, nghiên cứu này được tiến hành nhằm đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn giữa protein đậu nành tạo cấu trúc (TVP) và gluten lúa mì, cũng như ảnh hưởng của việc thay thế một phần TVP bằng nấm bào ngư đến các đặc tính chế biến và cấu trúc của burger thực vật. Thông qua nghiên cứu này, kỳ vọng đóng góp thiết thực vào việc phát triển burger thực vật chất lượng cao, đáp ứng nhu cầu cảm quan và dinh dưỡng của người tiêu dùng.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Nguyên liệu và quy trình tạo mẫu

Protein đậu nành tạo cấu trúc (Texturized Vegetable Protein - TVP) được cung cấp bởi Công ty Sakthi Sugars (Ấn Độ) với thông số: Protein $\geq 52\%$, độ ẩm $\leq 7\%$ và chất xơ thô $\leq 3\%$. Gluten được cung cấp bởi Công ty Golden Ante (Trung Quốc) với hàm lượng protein $\geq 82\%$, hàm lượng ẩm $\leq 7,7\%$, hàm lượng tro $\leq 0,61\%$ và hàm lượng béo $\leq 1,1\%$. Nấm bào ngư được thu mua tại một nông trại ở xã Cù Chi, thành phố Hồ Chí Minh. Nấm bào ngư phải đảm bảo điều kiện không có vết đen và có chiều dài từ 5 - 7 cm.

Ngoài những nguyên liệu chính trên, nghiên cứu sử dụng thêm một số thành phần phụ trợ để tạo cấu trúc và gia tăng hương vị, bao gồm: Bột đậu gà cung cấp bởi Công ty Sức khỏe Xanh (Việt Nam) (với thông số: Protein $19 \pm 2\%$, hàm lượng béo $6,0 \pm 1,0\%$, hàm lượng tinh bột $\geq 60\%$ và hàm lượng ẩm $\leq 10\%$), dầu hạt cải được mua từ Công ty dầu Tường An (Việt Nam), methylcellulose được cung cấp bởi Công ty S.I.M (Việt Nam) và các loại gia vị (bột tỏi, bột hành, hương thịt bò, bột củ dền) được cung cấp bởi Công ty Thiên Thanh (Việt Nam).

Quy trình làm mẫu burger được tiến hành như sau: Đầu tiên, TVP được ngâm trong nước lạnh ở 4°C trong 1 giờ với tỷ lệ TVP và nước là 1: 2 (w/w). TVP sau khi ngâm, gluten, bột đậu gà và nấm bào ngư được nghiền và trộn bằng máy Model HD805, UKOEO (Trung Quốc) trong 5 phút. Sau khi trộn các nguyên liệu trên, các thành phần khác bao gồm: Chất phụ gia, dầu thực vật và gia vị được thêm vào hỗn hợp và tiếp tục trộn trong 2 phút (tỷ

lệ các thành phần nguyên liệu được trình bày trong bảng 1). Sau khi trộn, mẫu burger được tạo hình trong khuôn tròn có đường kính 5 cm và độ dày 1,5 cm; mỗi mẫu nặng 30 ± 2 g. Mẫu burger sau khi tạo hình được bảo quản trong tủ đông ở nhiệt độ -18°C. Mẫu được bảo quản tối đa 2 tuần trước khi tiến hành các thí nghiệm phân tích.

Bảng 1. Tỷ lệ các thành phần nguyên liệu trong công thức làm burger

Thành phần	Tỷ lệ (% w/w)
Hỗn hợp TVP, gluten và nấm bào ngư*	80,0
Dầu hạt cải	10,0
Bột đậu gà	4,0
Methylcellulose	2,0
Bột tỏi	1,8
Bột hành	1,4
Hương thịt bò	0,4
Bột củ dền	0,4

*Ghi chú: *: Tỷ lệ TVP, gluten và nấm bào ngư là biến khảo sát của nghiên cứu, được trình bày ở mục 2.2.*

Quá trình chuẩn bị mẫu burger để phân tích được tham khảo dựa trên nghiên cứu của Samard và cs (2021) [17]: Mẫu burger sẽ được rã đông ở nhiệt độ phòng cho đến khi nhiệt độ tâm đạt 25°C. Mẫu burger sau rã đông được chiên bằng cách áp chảo (nhiệt độ mặt chảo là 160°C), với thời gian áp chảo mỗi mặt là 3,5 phút. Sau khi chiên, burger được để ổn định ở nhiệt độ phòng trong 10 phút trước khi phân tích.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Để đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ protein thực vật và nấm bào ngư lên chất lượng burger thực vật, nghiên cứu được bố trí thành hai chuỗi thí nghiệm liên tiếp, đồng thời sử dụng thêm một mẫu đối chứng là burger thực vật thương mại, làm từ protein đậu gà, để so sánh.

Chuỗi thí nghiệm 1: Đánh giá ảnh hưởng của việc thay đổi tỷ lệ TVP - gluten với các tỷ lệ TVP -

gluten là 90: 10 (M1A), 80: 20 (M1B), 70: 30 (M1C) và 60: 40 (M1D) (tổng TVP và gluten chiếm 80,0% w/w thành phần nguyên liệu làm burger).

- Chuỗi thí nghiệm 2: Dựa trên tỷ lệ TVP - gluten tối ưu của chuỗi thí nghiệm 1, đã tiến hành đánh giá ảnh hưởng của việc thay thế một phần TVP bằng nấm bào ngư với các tỷ lệ thay thế 2% w/w (M2A), 4% w/w (M2B), 6% w/w (M2C) và 8% w/w (M2D) TVP bằng nấm bào ngư (tổng TVP, gluten và nấm bào ngư vẫn chiếm 80,0% thành phần nguyên liệu làm burger).

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Tổn thất chế biến

Tổn thất chế biến của các mẫu burger được xác định theo công thức của Janardhanan và cs (2023) [18]:

$$\text{Tổn thất chế biến (\%)} = \frac{\text{Khối lượng burger ban đầu (g)} - \text{Khối lượng burger sau khi chiên (g)}}{\text{Khối lượng burger ban đầu (g)}} \times 100$$

2.3.2. Khả năng giữ ẩm

Khả năng giữ ẩm của burger được xác định theo quy trình tham khảo từ kết quả nghiên cứu của Samard và cs (2021) [17]. Độ ẩm của mẫu burger sau khi chiên được xác định bằng phương pháp sấy khô ở 105°C cho đến khi đạt trọng lượng không đổi (AOAC 950.46), sử dụng máy phân tích ẩm hồng ngoại MB 45, OHAUS (Hoa Kỳ). Khả năng giữ ẩm được tính theo công thức sau:

$$\text{Khả năng giữ ẩm (\%)} = \frac{\text{Hiệu suất chế biến (\%)} \times \text{Độ ẩm burger sau khi chiên (\%)}}{100}$$

Trong đó, hiệu suất chế biến được tính theo công thức sau:

$$\text{Hiệu suất chế biến (\%)} = \frac{\text{Khối lượng burger sau khi chiên (g)}}{\text{Khối lượng burger ban đầu (g)}} \times 100$$

2.3.3. Thay đổi về kích thước

Đường kính và độ dày của mẫu burger ban đầu và sau khi chiên được đo bằng thước cặp Vernier, Mitutoyo (Nhật Bản). Sự thay đổi về đường kính và độ dày của các mẫu burger sau khi nấu được xác định theo công thức của Samard và cs (2021) [17]:

$$\text{Thay đổi đường kính (\%)} = \frac{\text{Đường kính burger ban đầu (mm)} - \text{Đường kính burger sau khi chiên (mm)}}{\text{Đường kính burger ban đầu (mm)}} \times 100$$

$$\text{Thay đổi độ dày (\%)} = \frac{\text{Độ dày burger ban đầu (mm)} - \text{Độ dày burger sau khi chiên (mm)}}{\text{Độ dày burger ban đầu (mm)}} \times 100$$

2.3.4. Phân tích cấu trúc

Cấu trúc của các mẫu burger được xác định bằng phép đo phân tích cấu trúc (Texture Profile Analysis), quy trình đo lường tham khảo theo kết quả nghiên cứu của Shen và cs (2022) [19]. Mẫu burger được cắt thành khối có kích thước 15 × 15 × 10 mm, sau đó được nén bằng đầu dò P/35 (đường kính 35 mm) đến 50% chiều cao ban đầu với tốc độ 1 mm/s trên máy phân tích kết cấu TAXT Plus, Surrey (Anh). Hai chu kỳ nén liên tiếp được thực hiện, trong đó chu kỳ thứ hai được lặp lại sau chu kỳ thứ nhất 5 giây, nhằm xác định các thông số kết cấu: Độ cứng, độ cố kết, độ phục hồi và độ dai.

2.4. Phân tích dữ liệu

Tất cả các thí nghiệm đều được thực hiện với ba lần lặp lại để tính toán kết quả trung bình. Kết quả được trình bày dưới dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Kết quả thí nghiệm được xử lý bằng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) với phần mềm XLSTAT. Kết quả giữa các thí nghiệm được so sánh bằng phép kiểm định hậu nghiệm Multiple Range Test ($p < 0,05$).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của việc thay đổi tỷ lệ TVP - gluten đến đặc tính của burger thực vật

Bảng 2 cho thấy, mẫu đối chứng có tổn thất chế biến ($18,614 \pm 0,037\%$) cao hơn tất cả các công thức burger thí nghiệm (dao động trong khoảng từ 4,339 - 6,719%). Sự giảm về mặt tổn thất nấu ở các mẫu này chủ yếu là do khả năng giữ nước vượt trội của protein đậu nành. Theo Zhao và cs (2020) [20], protein đậu nành có khả năng giữ tới 5,168 g nước trên mỗi g protein. Bên cạnh đó, protein đậu nành có nồng độ tạo gel thấp (12% w/v), giúp hình thành mạng gel ổn định và đồng nhất trong quá trình xử lý nhiệt. Mạng lưới này có vai trò giữ nước và lipid trong cấu trúc sản phẩm, từ đó làm giảm tổn thất trong quá trình nấu.

Tuy nhiên, khi hàm lượng gluten tăng, tổn thất chế biến của các mẫu cũng tăng theo, có thể do khả năng giữ nước (1,376 g nước/g protein) tương đối thấp của gluten so với protein đậu nành [20]. Tuy nhiên, gluten lại đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành cấu trúc thực phẩm từ protein thực vật. Theo Reddy và Yang (2007) [21], glutenin có khả năng hình thành các liên kết disulfide bền vững khi gia nhiệt, tạo nên một mạng không gian ba chiều vững chắc.

Bảng 2. Đặc tính chế biến (tổn thất chế biến, khả năng giữ ẩm và sự thay đổi kích thước) của các mẫu burger thực vật khi thay đổi tỷ lệ TVP - gluten

Mẫu	Tổn thất chế biến (%)	Khả năng giữ ẩm (%)	Thay đổi đường kính (%)	Thay đổi độ dày (%)
Đối chứng	$18,614 \pm 0,037^a$	$43,620 \pm 1,096^b$	$6,110 \pm 0,797^a$	$4,987 \pm 0,592^a$
M1A	$4,399 \pm 0,589^d$	$46,469 \pm 0,448^a$	$1,296 \pm 0,303^b$	$2,365 \pm 1,173^{ab}$
M1B	$4,868 \pm 0,112^{cd}$	$43,793 \pm 0,028^b$	$0,824 \pm 0,546^b$	$0,612 \pm 0,948^{bc}$
M1C	$5,883 \pm 0,735^{bc}$	$42,383 \pm 0,531^b$	$2,119 \pm 0,681^b$	$-2,369 \pm 0,649^c$
M1D	$6,719 \pm 0,501^b$	$36,054 \pm 0,324^c$	$1,174 \pm 1,021^b$	$-3,526 \pm 2,999^c$

Ghi chú: Các giá trị trong một cột mà có cùng ký tự thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Bảng 2 cho thấy khả năng giữ ẩm của các mẫu burger thí nghiệm thay đổi đáng kể theo tỷ lệ phối trộn giữa TVP và gluten. Trong số các công thức khảo sát, mẫu M1A có khả năng giữ ẩm cao nhất,

đạt $46,469 \pm 0,448\%$, cao hơn so với mẫu đối chứng $43,620 \pm 1,096\%$. Ngược lại, mẫu M1D thể hiện khả năng giữ ẩm thấp nhất $36,054 \pm 0,324\%$, cho thấy xu hướng giảm dần khi hàm lượng gluten tăng lên.

Khả năng giữ ẩm của các công thức có hàm lượng TVP cao chủ yếu là do đặc tính giữ nước của protein đậu nành. Protein đậu nành có diện tích bề mặt lớn và thành phần amino axit ưa nước cân đối, cho phép hình thành nhiều liên kết hydro với các phân tử nước [20]. Những tương tác này góp phần tăng cường khả năng giữ nước của mạng protein.

Kết quả phân tích khả năng giữ ẩm và tổn thất chế biến cho thấy mối tương quan nghịch giữa hai thông số này. Khả năng giữ ẩm phản ánh năng lực của hệ protein trong việc liên kết với nước, trong khi tổn thất chế biến biểu thị lượng dịch bị tách khỏi cấu trúc thực phẩm dưới các tác động nhiệt hoặc cơ học [17]. Tổn thất chế biến thấp cho thấy sự hình thành của một mạng lưới gel protein ba chiều ổn định, chặt chẽ và đồng nhất. Cấu trúc không gian ba chiều này bắt giữ hiệu quả các phân tử nước tự do vào bên trong các khoang trống và chuyển hóa chúng thành dạng nước cố định [22]. Trái lại, khi cấu trúc protein bị co rút hoặc biến tính quá mức sẽ làm đứt gãy tương tác giữa mạng lưới protein và nước, từ đó ép đẩy nước thoát ra môi trường ngoài, dẫn đến sự tăng mạnh tổn thất chế biến. Do vậy, khả năng giữ ẩm có mối tương quan nghịch với tổn thất chế biến; cả hai chỉ tiêu này đều phản ánh mức độ ổn định của mạng lưới protein trong sản phẩm.

Về sự thay đổi kích thước, các mẫu thí nghiệm duy trì đường kính và độ dày gần với trạng thái ban đầu trước khi nấu, cho thấy độ ổn định cấu trúc tốt trong quá trình xử lý nhiệt. Ngoài ra, các mẫu burger thí nghiệm cho thấy mức độ thay đổi đường kính và độ dày thấp hơn đáng kể so với mẫu đối chứng thương mại. Khả năng duy trì kích thước này là do ảnh hưởng của gluten. Khi được hydrat hóa, gluten phát triển cấu trúc dạng sợi và

hình thành mạng protein đàn hồi thông qua các liên kết disulfide (S-S) giữa các phân tử glutenin và gliadin [23]. Khi tỷ lệ gluten trong công thức tăng lên, các liên kết protein này thúc đẩy sự tương tác chặt chẽ hơn với protein đậu nành dạng cấu trúc (TVP), từ đó gia cố mạng protein tổng thể và hạn chế sự biến dạng của sản phẩm trong quá trình nấu. Đặc biệt, mẫu M1C và mẫu M1D có độ dày tăng lên đáng kể sau khi chế biến. Hiện tượng này có thể được giải thích bởi khả năng hấp thụ nước và hình thành mạng gel nhớt - đàn hồi của gluten khi gia nhiệt, giúp giữ lại hơi nước và độ ẩm bên trong sản phẩm. Sự tăng độ dày phản ánh rõ chức năng tạo cấu trúc của gluten. Các kết quả tương tự về đặc tính trương nở của gluten và vai trò của nó trong việc định hình cấu trúc sản phẩm cũng đã được Kyriakopoulou và cs (2021) ghi nhận [7].

Bảng 3 cho thấy cấu trúc của các mẫu burger chịu ảnh hưởng đáng kể của tỷ lệ gluten. Tất cả các chỉ tiêu này đều có xu hướng tăng khi hàm lượng gluten tăng lên. Mẫu M1B có độ cứng không khác biệt có ý nghĩa thống kê so với mẫu đối chứng, nhưng các thông số khác như độ kết dính, độ phục hồi và độ dẻo vẫn khác biệt đáng kể. Đáng chú ý, từ mẫu M1C, độ cứng bắt đầu tăng lên rõ rệt so với mẫu đối chứng. Sự cải thiện về đặc tính cấu trúc của các mẫu burger là do sự hình thành các liên kết disulfide (S-S), thúc đẩy sự phát triển của mạng gluten liên tục và ổn định khi nồng độ gluten tăng. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Cornet và cs (2020) [22], ghi nhận rằng hàm lượng gluten cao tạo điều kiện cho sự hình thành một ma trận protein gắn kết chặt chẽ, từ đó nâng cao các đặc tính cơ học của sản phẩm.

Bảng 3. Đặc tính cấu trúc (độ cứng, độ co kết, độ phục hồi, độ dai) của các mẫu burger thực vật khi thay đổi tỷ lệ TVP - gluten

Mẫu	Độ cứng (g lực)	Độ co kết (%)	Độ phục hồi (%)	Độ dai (g lực)
Đối chứng	1133,930 ± 16,223 ^c	0,683 ± 0,008 ^a	0,266 ± 0,003 ^a	774,717 ± 12,416 ^b
M1A	746,988 ± 129,827 ^d	0,376 ± 0,026 ^c	0,096 ± 0,010 ^d	278,489 ± 30,854 ^d
M1B	1039,651 ± 58,271 ^c	0,502 ± 0,017 ^b	0,149 ± 0,001 ^c	521,914 ± 36,436 ^c

M1C	1431,485 ± 71,834 ^b	0,556 ± 0,034 ^b	0,167 ± 0,020 ^c	794,373 ± 30,912 ^b
M1D	2210,682 ± 141,467 ^a	0,662 ± 0,057 ^a	0,221 ± 0,016 ^b	1462,967 ± 129,919 ^a

Ghi chú: Các giá trị trong một cột mà có cùng ký tự thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Trong số các công thức được khảo sát, M1C thể hiện độ dai gần nhất với mẫu đối chứng, đồng thời duy trì mức tổn thất chế biến và khả năng giữ ẩm ở mức tốt. Những kết quả này cho thấy, M1C là công thức tối ưu, đạt sự cân bằng hài hòa giữa chất lượng cấu trúc và đặc tính cảm quan, do đó mẫu M1C được chọn làm mẫu nền cho thí nghiệm 2.

3.2. Ảnh hưởng của việc thay đổi tỷ lệ nấm bào ngư đến đặc tính của burger thực vật

Bảng 4 cho thấy, tất cả các mẫu burger được bổ sung nấm bào ngư đều có tổn thất chế biến thấp hơn và khả năng giữ ẩm cao hơn đáng kể so với mẫu đối chứng thương mại. Kết quả này cho thấy, việc bổ sung nấm bào ngư có tác động tích cực trong việc cải thiện khả năng giảm tổn thất chế biến của các công thức burger thực vật. Sự cải thiện này có thể được lý giải bởi các đặc tính cấu trúc và chức năng của nấm bào ngư. Nấm bào ngư giàu chất xơ thực phẩm và polysaccharide, đồng thời sở hữu cấu trúc mô xốp, dạng sợi, góp phần

tạo nên khả năng giữ nước và giữ lipid hiệu quả. Bên cạnh đó, protein từ nấm có thể tương tác với TVP, thúc đẩy sự hình thành mạng gel gắn kết hơn trong quá trình xử lý nhiệt. Mạng lưới này giúp hạn chế sự thất thoát nước, đồng thời cải thiện độ rắn chắc và độ mọng nước của sản phẩm sau khi nấu. Những kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Hussain và Huda-Faujan (2020) [24], trong đó việc bổ sung nấm bào ngư vào các sản phẩm thay thế thịt được có tác dụng làm giảm đáng kể tổn thất chế biến và nâng cao chất lượng cảm quan tổng thể.

Tuy nhiên, giữa các mẫu có bổ sung nấm không ghi nhận sự khác biệt rõ rệt về tổn thất chế biến và khả năng giữ ẩm. Điều này là do nấm bào ngư có khả năng giữ nước nhất định nhờ cấu trúc mô xốp và thành phần polysaccharide, nên lượng nước thất thoát trong quá trình gia nhiệt không khác biệt đáng kể [16]. Ngoài ra, mức độ thay thế trong khoảng 2 - 8% có thể chưa tạo ra khác biệt đủ lớn về khả năng giữ ẩm cũng như tổn thất chế biến.

Bảng 4. Đặc tính chế biến (tổn thất chế biến, khả năng giữ ẩm và sự thay đổi kích thước) của các mẫu burger thực vật khi thay thế một phần TVP bằng nấm bào ngư

Mẫu	Tổn thất chế biến (%)	Khả năng giữ ẩm (%)	Thay đổi đường kính (%)	Thay đổi độ dày (%)
Đối chứng	18,614 ± 0,037 ^a	43,620 ± 1,096 ^a	6,110 ± 0,797 ^a	4,987 ± 0,592 ^a
M2A	4,027 ± 0,393 ^c	35,983 ± 0,169 ^b	1,622 ± 0,197 ^b	-3,067 ± 2,161 ^{ab}
M2B	4,655 ± 0,287 ^{bc}	34,579 ± 0,648 ^{bc}	1,018 ± 0,696 ^b	-0,903 ± 1,133 ^{ab}
M2C	5,458 ± 1,020 ^b	34,045 ± 0,182 ^c	1,298 ± 0,430 ^b	-3,589 ± 1,333 ^b
M2D	5,076 ± 0,269 ^{bc}	35,373 ± 0,252 ^{bc}	1,500 ± 0,236 ^b	2,315 ± 6,269 ^{ab}

Ghi chú: Các giá trị trong một cột mà có cùng ký tự thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Việc bổ sung nấm bào ngư cũng ảnh hưởng đến khả năng duy trì hình dạng của các mẫu burger thực vật. Kết quả cho thấy, việc bổ sung nấm giúp cải thiện đáng kể độ ổn định kích thước

so với mẫu đối chứng thương mại. Mẫu đối chứng ghi nhận mức giảm đường kính lớn nhất 6,110 ± 0,797%, trong khi các mẫu có bổ sung nấm chỉ dao động trong khoảng từ 1,018 - 1,622% và không có

sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mẫu thí nghiệm. Sự cải thiện này có thể là do cấu trúc mô xốp, dạng sợi của nấm bào ngư, giúp tăng khả năng giữ nước và hạn chế hiện tượng co rút trong quá trình gia nhiệt. Ngoài ra, các polysaccharide có nguồn gốc từ nấm có thể thúc đẩy các tương tác

protein -polysaccharide, góp phần hình thành một ma trận protein gắn kết và ổn định hơn, từ đó nâng cao độ bền cơ học của sản phẩm [25]. Đối với độ dai, các mẫu bổ sung nấm ghi nhận sự gia tăng nhẹ sau khi chế biến.

Bảng 5. Đặc tính cấu trúc (độ cứng, độ cố kết, độ phục hồi, độ dai) của các mẫu burger thực vật khi thay đổi tỷ lệ nấm bào ngư

Mẫu	Độ cứng (g lực)	Độ cố kết (%)	Độ phục hồi (%)	Độ dai (g lực)
Đối chứng	1133,930 ± 16,223 ^b	0,683 ± 0,008 ^a	0,266 ± 0,003 ^a	774,717 ± 12,416 ^a
M2A	1411,589 ± 122,389 ^a	0,484 ± 0,032 ^b	0,129 ± 0,014 ^c	679,994 ± 11,830 ^{ab}
M2B	1055,903 ± 59,154 ^b	0,495 ± 0,038 ^b	0,133 ± 0,013 ^{bc}	522,129 ± 49,204 ^c
M2C	1130,265 ± 99,839 ^b	0,531 ± 0,021 ^b	0,162 ± 0,010 ^b	601,617 ± 77,385 ^{bc}
M2D	911,997 ± 105,890 ^b	0,536 ± 0,018 ^b	0,156 ± 0,015 ^{bc}	489,653 ± 72,825 ^c

Ghi chú: Các giá trị trong một cột mà có cùng ký tự thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Bảng 5 trình bày ảnh hưởng của các mức bổ sung nấm bào ngư khác nhau đến các đặc tính cấu trúc của các công thức burger thực vật. Mẫu M2A có giá trị độ cứng cao nhất, đạt 1411,589 ± 122,389 g lực, trong khi mẫu M2D có giá trị thấp nhất, đạt 911,997 ± 105,890 g lực, cho thấy xu hướng giảm độ cứng khi hàm lượng nấm tăng. Xu hướng này cho thấy, bổ sung nấm bào ngư góp phần cải thiện độ mềm của sản phẩm, có thể nhờ khả năng giữ nước và hàm lượng chất xơ hòa tan cao. Đối với độ cố kết, tất cả các mẫu bổ sung nấm đều không có sự khác biệt đáng kể so với mẫu đối chứng. Đáng chú ý, công thức M2C (thay thế 6% TVP bằng nấm) đạt giá trị độ phục hồi và độ dai cao nhất. Nhìn chung, các kết quả cho thấy, việc thay thế TVP bằng nấm bào ngư ở mức 6% là tỷ lệ tốt nhất, giúp đạt được các đặc tính cấu trúc mong muốn mà vẫn giữ đặc tính chế biến tốt.

4. KẾT LUẬN

Việc tăng tỷ lệ gluten làm tăng độ cứng và độ dai của burger thực vật, trong khi việc tăng tỷ lệ TVP giúp cải thiện khả năng giữ ẩm và giảm tổn thất chế biến. Việc thay thế một phần TVP bằng nấm bào ngư giúp nâng cao khả năng giữ ẩm và ổn định kích thước sau chế biến. Trong số các công thức khảo sát, công thức tốt nhất là công thức có

tỷ lệ TVP - gluten là 70: 30, thay thế 6% TVP bằng nấm bào ngư. Công thức này có giá trị độ phục hồi và độ dai cao nhất. Những kết quả này khẳng định tính khả thi cao của việc kết hợp nhiều loại protein và nấm bào ngư trong việc phát triển các sản phẩm từ protein thực vật có chất lượng tốt và đáp ứng tốt hơn nhu cầu của người tiêu dùng.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. K. Szejda, T. Urbanovich and M. Wilks (2020). Accelerating consumer adoption of plant-based meat: An evidence-based guide for effective practice. *The Good Food Institute: Washington*, 1, 1 - 110.
2. J. E. Elzerman, A. C. Hoek, M. A. Van Boekel and P. A. Luning (2011). Consumer acceptance and appropriateness of meat substitutes in a meal context. *Food Quality and Preference*, 22(3): 233 - 240.
3. J. He, N. M. Evans, H. Liu and S. Shao (2020). A review of research on plant - based meat alternatives: Driving forces, history, manufacturing and consumer attitudes.

Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 19(5): 2639 - 2656.

4. L. Sha and Y. L. Xiong (2020). Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology and challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 102, 51 - 61.

5. S. Branch and S. Maria (2017). Evaluation of the functional properties of mung bean protein isolate for development of textured vegetable protein. *International Food Research Journal*, 24(4): 1595 - 1605.

6. B. Hidayat, A. Wea and N. Andriati (2018). Physicochemical, sensory attributes and protein profile by SDS-PAGE of beef sausage substituted with texturized vegetable protein. *Food Research*, 2(1): 20 - 31.

7. K. Kyriakopoulou, J. K. Keppler and A. J. van Der Goot (2021). Functionality of ingredients and additives in plant-based meat analogues. *Foods*, 10(3): 600 - 629.

8. N. Ooms, K. J. Jansens, B. Pareyt, S. Reyniers, K. Brijs and J. A. Delcour (2018). The impact of disulfide bond dynamics in wheat gluten protein on the development of fermented pastry crumb. *Food Chemistry*, 242, 68 - 74.

9. J. H. Chiang, S. M. Loveday, A. K. Hardacre and M. E. Parker (2019). Effects of soy protein to wheat gluten ratio on the physicochemical properties of extruded meat analogues. *Food Structure*, 19, 100 - 120.

10. K. Deepalakshmi and M. Sankaran (2014). *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. *Journal of Biochemical Technology*, 5(2): 718 - 726.

11. D. Majesty, E. Ijeoma, K. Winner and O. Prince (2019). Nutritional, anti-nutritional and biochemical studies on the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*. *EC Nutrition*, 14(1): 36 - 59.

12. I. Golak-Siwulska, A. Kałużewicz, T. Spizewski, M. Siwulski and K. Sobieralski (2018). Bioactive compounds and medicinal properties of Oyster mushrooms (*Pleurotus* sp.). *Folia Horticulturae*, 30(2): 191 - 201.

13. A. Myrdal Miller *et al.* (2014). Flavor - enhancing properties of mushrooms in

meat - based dishes in which sodium has been reduced and meat has been partially substituted with mushrooms. *Journal of Food Science*, 79(9): 1795 - 1804.

14. F. Salehi (2019). Characterization of different mushrooms powder and its application in bakery products: A review. *International Journal of Food Properties*, 22(1): 1375 - 1385.

15. N. T. F. Silva *et al.* (2024). Fish fillet analogue using formulation based on Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) and enzymatic treatment: Texture, sensory, aromatic profile and physicochemical characterization. *Foods*, 13(15): 235 - 248.

16. H.-J. Shin, H.-S. Ro, M. Kawauchi and Y. Honda (2025). Review on mushroom mycelium-based products and their production process: From upstream to downstream. *Bioresources and Bioprocessing*, 12(1): 1 - 21.

17. S. Samard, T.-T. Maung, B.-Y. Gu, M.-H. Kim and G.-H. Ryu (2021). Influences of extrusion parameters on physicochemical properties of textured vegetable proteins and its meatless burger patty. *Food Science and Biotechnology*, 30(3): 395 - 403.

18. R. Janardhanan, N. Huerta-Leidenz, F. C. Ibañez and M. J. Beriain (2023). High-pressure processing and sous-vide cooking effects on physicochemical properties of meat-based, plant-based and hybrid patties. *LWT*, 173, 114 - 123.

19. Y. Shen, S. Hong, Z. Du, M. Chao, T. O'Quinn and Y. Li (2022). Effect of adding modified pea protein as functional extender on the physical and sensory properties of beef patties. *LWT*, 154, 112 - 124.

20. H. Zhao, C. Shen, Z. Wu, Z. Zhang and C. Xu (2020). Comparison of wheat, soybean, rice and pea protein properties for effective applications in food products. *Journal of Food Biochemistry*, 44(4): 131 - 157.

21. N. Reddy and Y. Yang (2007). Novel protein fibers from wheat gluten. *Biomacromolecules*, 8(2): 638 - 643.

22. S. H. Cornet, A. J. van der Goot and R. G. van der Sman (2020). Effect of mechanical interaction on the hydration of mixed soy protein and gluten gels. *Current Research in Food Science*, 3, 134 - 145.
23. K. Kłosok, R. Welc, E. Fornal and A. Nawrocka (2021). Effects of physical and chemical factors on the structure of gluten, gliadins and glutenins as studied with spectroscopic methods. *Molecules*, 26(2): 508 - 530.
24. H. Husain and N. Huda-Faujan (2020). Potential application of grey oyster mushroom stems as halal meat replacer in imitation chicken nuggets. *Food Research*, 4(1): 179 - 186.
25. F. Yahya and H. T. Ting (2020). Effect of different ratios of chicken meat to fresh oyster mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) on the physicochemical properties and sensory acceptability of sausages. *International Journal on Food, Agriculture and Natural Resources*, 1(1): 7 - 14.

EFFECTS OF SOY PROTEIN, WHEAT GLUTEN, AND OYSTER MUSHROOM BLEND RATIOS ON THE PROPERTIES OF PLANT-BASED BURGERS

**Nguyen Thi Hien^{1,2}, Pham Huu Thinh^{1,2},
Huynh Ngoc Minh Anh^{1,2}, Tran Nguyen Bao Ngoc^{1,2}**

¹Faculty of Chemical Engineering,

Ho Chi Minh city University of Technology, Ho Chi Minh city

² Vietnam National University Ho Chi Minh city, Ho Chi Minh city

Abstract

Plant-based protein foods represent a sustainable solution to mitigate environmental impacts and climate change. However, consumer purchase decisions are heavily influenced by sensory attributes, particularly flavor and texture, which require significant improvement in plant-based protein foods. This study was therefore conducted to enhance the cooking properties (cooking loss, moisture retention and dimensional changes after cooking) and textural properties (hardness, cohesiveness, resilience and gumminess) of plant-based burgers by combining texturized soy protein (TVP), wheat gluten, and oyster mushroom. In the first experiments, the ratios of TVP to gluten were surveyed. Among the formulations tested, the 70: 30 TVP - gluten ratio exhibited the best cooking and textural properties and was thus selected for the subsequent experiment. In the second experiment, TVP was replaced at levels of 2%, 4%, 6% and 8% with oyster mushroom, revealing that the 6% replacement sample achieved the highest resilience, while other textural parameters (hardness, cohesiveness, chewiness) showed no statistically significant differences across replacement levels. These results indicated that the plant-based burger formulation with a 70: 30 TVP - gluten ratio and 6% TVP replacement by oyster mushroom is the best. These findings demonstrated the potential application of blending multiple proteins and mushrooms in improving the cooking and textural properties of plant-based protein foods.

Keywords: *Plant-based burger, oyster mushroom, cooking properties, textural properties.*

Ngày nhận bài: 5/01/2026

Ngày chuyển phản biện: 12/01/2026

Ngày thông qua phản biện: 11/02/2026

Ngày duyệt đăng: 24/02/2026