

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA LOẠI VÀ NỒNG ĐỘ CHẤT TẠO ĐÔNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG ĐẬU HŨ BỔ SUNG KHOAI LANG TÍM

Trần Minh Phúc^{1*}, Đỗ Thị Tuyết Nhung²,

Dương Thị Phượng Liên³, Hà Thanh Toàn³

¹ Khoa Khoa học Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

² Trường Đại học Kỹ thuật Công nghệ Cần Thơ

³ Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ

*Email: phuctm@vlute.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định ảnh hưởng của chất tạo đông đến chất lượng đậu hũ bổ sung khoai lang tím. Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát các loại chất tạo đông khác nhau (nigari, canxi sulfate, axit citric) với các nồng độ (0,1; 0,2; 0,3; 0,4% w/v) đến chất lượng đậu hũ bổ sung khoai lang tím qua sự thay đổi tính chất cơ lý (độ cứng, khả năng giữ nước, hiệu suất thu hồi, giá trị màu sắc theo hệ màu Lab), thành phần dinh dưỡng (độ ẩm, hàm lượng protein tổng, hàm lượng lipid tổng). Kết quả nghiên cứu xác định sử dụng chất tạo đông nigari 0,2% sẽ giữ chất lượng tốt nhất khi bổ sung khoai lang tím vào quy trình sản xuất đậu hũ với độ ẩm 74,2%, hàm lượng protein 14,99%, hàm lượng lipid 8,94%, độ cứng 12,59 N, khả năng giữ nước 4,78 g nước/g protein, hiệu suất thu hồi 266,92%, giá trị màu sắc L* (70,24); a* (7,70); b* (3,6).

Từ khóa: Đậu hũ, chất tạo đông, khoai lang tím.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đậu hũ là khối đông tụ từ dịch sữa đậu nành, là món ăn phổ biến tại các quốc gia châu Á. Đậu hũ được làm đông tụ bằng nhiều phương pháp khác nhau, tạo thành khối và được sử dụng như thực phẩm thay thế thịt do có hàm lượng protein cao và dễ tiêu hóa [1]. Trong quá trình sản xuất đậu hũ, kết tủa tạo đông được xem là công đoạn quan trọng nhất, ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi và chất lượng của đậu hũ. Quá trình đông tụ xảy ra do hình thành các liên kết giữa các cation của muối và protein [2]. Hiện nay, có nhiều công trình nghiên cứu bổ sung các thành phần dinh dưỡng khác vào đậu hũ như đậu hũ trứng, đậu hũ giàu xơ, đậu hũ gốc... [3, 4].

Ở Việt Nam, tỉnh Vĩnh Long được xem là thủ phủ của khoai lang tím (KLT). Với diện tích ngày càng tăng, sản lượng năm sau cao hơn năm trước, góp phần thúc đẩy kinh tế địa phương. Tuy nhiên, những năm gần đây, sản lượng KLT tăng nhưng giá thành thấp do biến động của thị trường và dịch

bệnh. Trung bình mỗi năm có khoảng 18% KLT phụ phẩm (có giá trị gần như tương đương với khoai xuất khẩu) [5].

Để góp phần nâng cao giá trị sử dụng của KLT, đa dạng hóa sản phẩm đậu hũ và giảm giá thành sản xuất, sự kết hợp giữa quy trình sản xuất đậu hũ truyền thống và KLT là hướng đi mới. Tuy nhiên, cần nghiên cứu các điều kiện ảnh hưởng đến quá trình hình thành nên sản phẩm, đặc biệt là giai đoạn tạo đông sản phẩm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

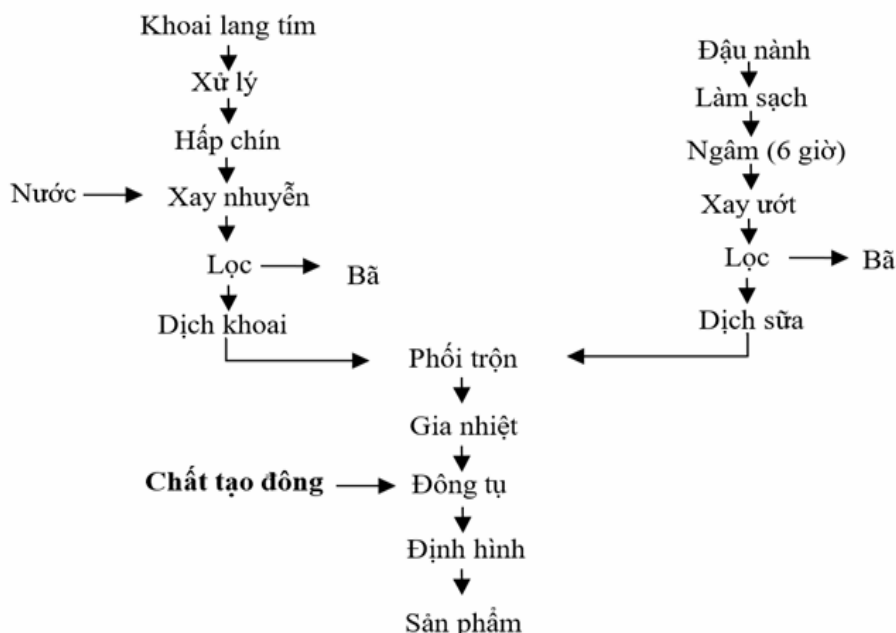
Đậu nành giống HLĐN 910 được thu mua tại Trung tâm Nghiên cứu thực nghiệm Nông nghiệp Hưng Lộc. Địa chỉ: Km 60, Quốc lộ 1A, ấp Hưng Long, xã Hưng Thịnh, huyện Trảng Bom, tỉnh Đồng Nai.

KLT được thu mua tại Công ty TNHH MTV Thanh Bình Tân. Địa chỉ: Đường tỉnh 908, tổ 7, ấp Thành Thuận, xã Thành Trung, huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long.

Phụ gia, hóa chất phân tích mua tại Công ty TNHH Cemaco Việt Nam chi nhánh Cần Thơ.

Nigari (tinh khiết 98%) được sử dụng là sản phẩm của Tập đoàn Hóa chất VMC Group Việt Nam.

2.2. Quy trình chế biến



Hình 1. Quy trình sản xuất đậu hũ bổ sung KLT (đậu hũ tím)

2.3. Bố trí thí nghiệm

- *Nội dung: Khảo sát ảnh hưởng của loại và nồng độ chất tạo đông đến chất lượng đậu hũ bổ sung KLT*

Quy trình sản xuất đậu hũ bổ sung KLT (đậu hũ tím) được thực hiện theo sơ đồ hình 1. Đậu nành sau khi xử lý loại bỏ các hạt bị hỏng, bụi, sạn... được rửa sạch và ngâm dưới vòi nước chảy tràn trong 6 giờ. Đậu sau ngâm được xay với nước (1: 8) thu được dịch sữa, gia nhiệt ở nhiệt độ 100°C/15 phút.

Dịch khoai: Củ KLT sau khi được xử lý và loại bỏ các củ khoai không đạt tiêu chuẩn chế biến (sùng, thối...), thái lát mỏng 1 - 2 mm, hấp chín 100°C/5 phút, xay nhuyễn bằng máy xay và bổ sung nước với tỉ lệ khoai: nước (1: 2), lọc và thu được dịch KLT.

Sau đó, tiến hành phối trộn dịch sữa đậu nành và dịch KLT (1: 0,75). Gia nhiệt đến 100°C, tiến hành khảo sát ảnh hưởng của loại chất tạo đông nigari ($MgCl_2$), axit citric và canxi sulfate ($CaSO_4$) với các nồng độ 0,1; 0,2; 0,3; 0,4% w/v. Sau đó, tách

nước theo phương pháp ép khuôn, thời gian ép 15 phút (khuôn có kích thước 12 x 10 x 7 cm), lực ép (khoảng cách) được cố định bằng trục xoắn ốc (có đai ốc cố định bằng nhau giữa các mẫu). Mẫu sản phẩm được phân tích, đánh giá chất lượng.

- *Chỉ tiêu theo dõi*

Độ ẩm, hàm lượng protein tổng, hàm lượng lipid tổng, khả năng giữ nước, hiệu suất thu hồi, độ cứng và giá trị màu sắc (L^* , a^* và b^*).

2.4. Phương pháp phân tích

2.4.1. Xác định độ ẩm [6]

Độ ẩm mẫu được xác định theo nguyên tắc sấy mẫu đã nghiền nhỏ trong tủ sấy nhiệt độ 105°C đến khối lượng không đổi.

Độ ẩm tính bằng phần trăm khối lượng (X) theo công thức:

$$X\% = \frac{(m_1 - m_2)}{m} \times 100$$

Trong đó: m là khối lượng mẫu trước khi sấy (g); m_1 là khối lượng cốc và mẫu trước khi sấy (g); m_2 là khối lượng cốc và mẫu sau khi sấy (g).

2.4.2. Xác định hàm lượng protein [7]

Vô cơ hóa mẫu bằng H_2SO_4 đậm đặc và chất xúc tác, sau đó dùng kiềm mạnh (NaOH hay KOH) để đẩy NH_3 từ muối $(NH_4)_2SO_4$ hình thành ra thể tự do.

Hàm lượng nitơ (N), biểu thị phần khối lượng chất khô, tính bằng phần trăm (%), theo công thức sau:

$$N\% = \left\{ \frac{(V_1 - V_0) \times T \times 0,014 \times 100}{m} \times \frac{100}{100 - w} \right\} \times 6,25$$

Trong đó: V_0 là thể tích của dung dịch axit sulfuric cần cho phép thử trắng (mL); V_1 là thể tích của dung dịch axit sulfuric cần cho phần mẫu thử (mL); 0,014 là lượng nitơ tương đương với việc sử dụng 1 ml dung dịch axit sulfuric 0,5 mol/L (g); T là nồng độ đương lượng của dung dịch axit sulfuric sử dụng để chuẩn độ; m là khối lượng của phần mẫu thử (g); w là độ ẩm (%).

2.4.3. Xác định hàm lượng lipid [8]

Thủy phân phần mẫu thử bằng cách đun nóng với axit clohydric loãng. Dịch thủy phân được lọc qua giấy lọc ướt để giữ lấy chất béo, sau đó chất béo được chiết bằng ete dầu hỏa. Loại bỏ dung môi bằng cách cho bay hơi, sấy đến khối lượng không đổi và cân lượng chất vừa chiết được. Hàm lượng chất béo (L) được tính bằng phần trăm (%) theo công thức sau:

$$L\% = \frac{(m_1 - m_2)}{m} \times \frac{100}{(100 - w)} \times 100$$

Trong đó: m là khối lượng mẫu trước khi sấy (g); m_1 là khối lượng cốc và mẫu trước khi sấy (g); m_2 là khối lượng cốc và mẫu sau khi sấy (g); w là độ ẩm mẫu (%).

2.4.4. Xác định khả năng giữ nước [9]

Khả năng giữ nước của đậu hũ được xác định bằng cách cân 5 - 10 g đậu hũ vào ống fancel, ly tâm ở tốc độ 9.000 vòng/phút trong thời gian 12 phút. Khả năng giữ nước của đậu hũ được xác định như sau:

$$A = \frac{T - W}{P}$$

Trong đó: A là khả năng giữ nước (g nước/g protein); T là tổng gram nước của mẫu đậu hũ (g);

W là số gram nước tách ra trong quá trình ly tâm (g); P là hàm lượng protein tổng của mẫu đậu hũ (g).

2.4.5. Xác định hiệu suất thu hồi [10]

Hiệu suất thu hồi sản phẩm đậu hũ được xác định như sau:

$$H\% = \frac{m_2}{m_1} \times 100\%$$

Trong đó: H là hiệu suất thu hồi (%); m_1 là khối lượng đậu nành (g); m_2 là khối lượng đậu hũ tươi (g).

2.4.6. Xác định giá trị màu sắc [1]

Sử dụng máy đo màu cầm tay MiniScan EZ 4500L-USA để phân tích sự thay đổi về độ sáng và màu sắc của sản phẩm thông qua các thông số L^* , a^* và b^* . Tiến hành đo đặc ở 3 vị trí khác nhau tại 3 điểm (theo đường chéo miếng đậu hũ) cho cùng một mẫu trên mỗi lần đo. Kết quả đo là kết quả trung bình của 3 lần đo được hiển thị trên máy.

2.4.7. Độ cứng

Sử dụng thiết bị đo cấu trúc thực phẩm (TMS-PRO-Mỹ). Mẫu đậu hũ được cắt thành khối hình trụ, có đường kính 25 mm, chiều cao 15 mm, tốc độ di chuyển của đầu đo 100 mm/phút được cố định cho tất cả các mẫu. Kết quả được ghi nhận hoàn toàn tự động.

2.4.8. Phương pháp xử lý số liệu

Tất cả các kết quả thực nghiệm được phân tích bằng phần mềm Statgraphics Centurion (phiên bản 15.2.11.0). Mỗi thí nghiệm được thực hiện 3 lần. Phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) với kiểm định LSD (Least Significant Difference) sử dụng để xác định sự khác biệt ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa các trung bình. Kết quả nghiên cứu được tính trên căn bản khô.

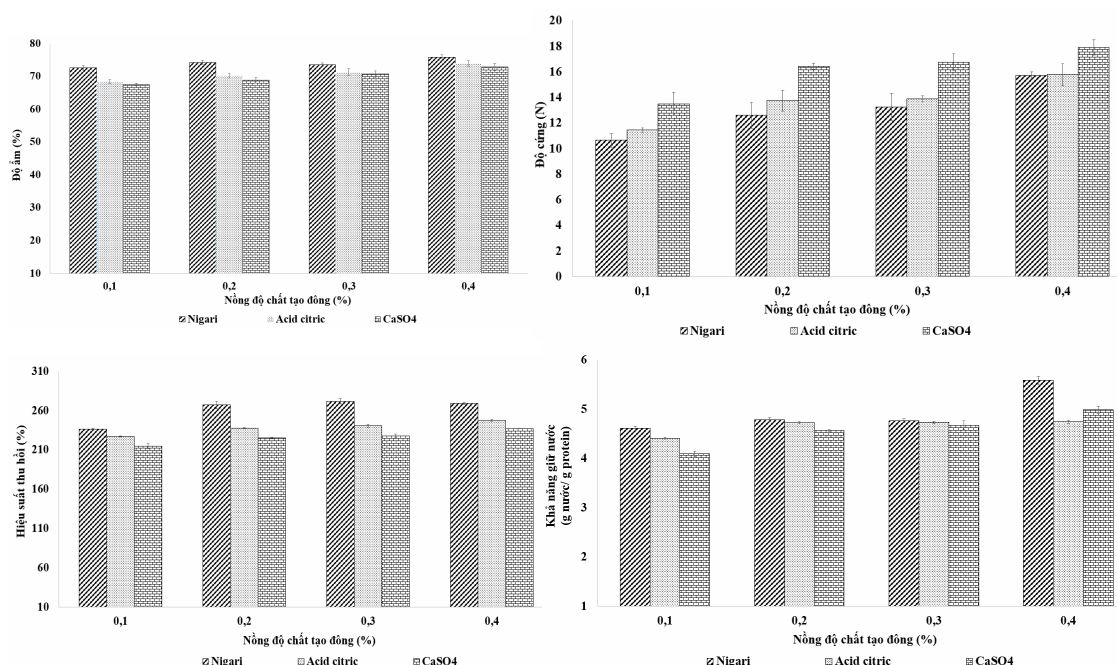
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của loại và nồng độ chất tạo đông đến tính chất cơ lý trong đậu hũ bổ sung KLT

Đậu hũ là sản phẩm được tạo ra từ dịch sữa đậu nành, nhờ vào tính chất kết tủa của protein. Trong quy trình sản xuất, đậu hũ trải qua rất nhiều công đoạn như ngâm, nghiền, lọc, đun sôi, kết

tủa... Mỗi công đoạn đều ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm đậu hũ. Kết tủa được xem là công đoạn quan trọng nhất, ảnh hưởng đến tính chất cơ

lý của đậu hũ [2]. Kết quả ảnh hưởng loại và nồng độ chất tạo đông đến thành phần và tính chất cơ lý của đậu hũ bổ sung KLT được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Ảnh hưởng của loại và nồng độ chất tạo đông đến tính chất cơ lý đậu hũ tím

Hình 2 cho thấy, loại và nồng độ chất tạo đông có ảnh hưởng mạnh mẽ đến sự thay đổi tính chất cơ lý của đậu hũ tím. Theo đó, độ ẩm của sản phẩm đậu hũ tím có sự khác biệt ý nghĩa thống kê theo các chất tạo đông khác nhau. Cụ thể, khi sử dụng nigari, độ ẩm của sản phẩm đạt cao nhất (73,91%) và thấp nhất là CaSO_4 (69,92%). Bên cạnh đó, loại chất tạo đông cũng ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi. Khi sử dụng CaSO_4 , hiệu suất thu hồi của đậu hũ tím thấp nhất (226,05%), khác biệt ý nghĩa thống kê so với các chất tạo đông còn lại lần lượt là axit citric (238,11%) và nigari đạt hiệu suất thu hồi cao nhất (262,76%). Thêm vào đó, khả năng chịu độ cứng (độ cứng) đậu hũ tím cũng có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các chất tạo đông khác nhau. Khi đậu hũ tím được kết đông bằng nigari thì có khả năng chịu độ cứng thấp nhất (13,06 N) và cao nhất là khi đậu hũ tím được tạo đông bằng CaSO_4 (16,15 N). Nguyên nhân là do các chất tạo đông có khả năng đông tụ khác nhau. CaSO_4 có khả năng tạo cấu trúc mạng lưới gel protein cao hơn, các phân tử protein xích lại gần nhau hơn và chặt hơn, do đó loại các phân tử

nước tách ra khỏi mạng lưới gel nhiều hơn, mất nước trong quá trình đông tụ. Ngược lại, khi kết tủa bằng phương pháp axit thì có xu hướng kết tủa các protein ở phân đoạn 7S nhiều hơn, có khối lượng phân tử thấp hơn, vì vậy mà có khả năng giữ nước tốt hơn. So sánh khả năng kết tủa và giữ nước của CaSO_4 và nigari (MgCl_2) thì Mg^{2+} sẽ tốt hơn Ca^{2+} và Cl^- sẽ tốt hơn SO_4^{2-} , vì vậy mà khả năng giữ nước, hiệu suất thu hồi của đậu hũ kết tủa bằng nigari sẽ nhiều hơn so với CaSO_4 dẫn đến khả năng chịu độ cứng của nigari sẽ kém hơn so với CaSO_4 .

Khi nghiên cứu khả năng kết tủa protein của đậu hũ bằng axit citric và muối magie (MgSO_4) cho thấy, khả năng giữ ẩm của đậu hũ được tạo đông bằng muối magie sẽ cao hơn so với axit citric, do muối magie đa phần sẽ kết tủa protein có phân đoạn 11S (nặng hơn và giữ nước tốt hơn). Quá trình tạo đông của muối canxi sẽ cho đậu hũ có cấu trúc thô, nhiều lỗ rỗng lớn dẫn đến hình thành cấu trúc cứng và khô [11, 12].

Kết quả ở hình 2 còn cho thấy, tỉ lệ bổ sung chất tạo đông khác nhau cũng làm ảnh hưởng đến

tính chất cơ lý của đậu hũ tím. Độ ẩm của sản phẩm có xu hướng tăng theo nồng độ bổ sung từ 0,1 – 0,4%. Khi đậu hũ tím được đông tụ với nồng độ chất tạo đông 0,1% thì độ ẩm sản phẩm thấp nhất (69,45%) và cao nhất (74,16%) khi được đông tụ với 0,4% chất tạo đông. Tuy nhiên, ở nồng độ 0,2 và 0,3% thì độ ẩm của đậu hũ tím không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê với giá trị lần lượt là 71,03 và 71,77%. Hiệu suất thu hồi cũng có xu hướng tăng theo tỉ lệ bổ sung. Khi bổ sung nồng độ 0,4% thì hiệu suất thu hồi đậu hũ tím đạt cao nhất (253,47%) và giảm dần ở các nồng độ thấp hơn, đạt thấp nhất khi đông tụ ở 0,1% (225,98%). Bên cạnh đó, khả năng chịu độ cứng của đậu hũ cũng tăng dần khi tăng nồng độ chất tạo đông. Độ cứng của sản phẩm đạt cao nhất khi bổ sung 0,4% chất tạo đông và thấp nhất là 0,1%. Kết quả này có được là do khi ở nồng độ chất tạo đông thấp, cấu trúc gel hình thành yếu, thô, không liên tục và có nhiều lỗ rỗng dẫn đến tính chất cơ lý thấp. Tuy nhiên, khi tăng nồng độ chất tạo đông lên thì các liên kết cation – protein, liên kết hydro được hình thành chặt chẽ hơn, kích thước các lỗ rỗng có xu hướng nhỏ lại và đồng đều hơn là tăng tính chất cơ lý của đậu hũ. Nhưng nếu nồng độ chất tạo đông quá cao, sẽ dẫn đến cấu trúc xốp, hình thành nhiều liên kết chéo, làm giảm tính chất cơ lý của đậu hũ.

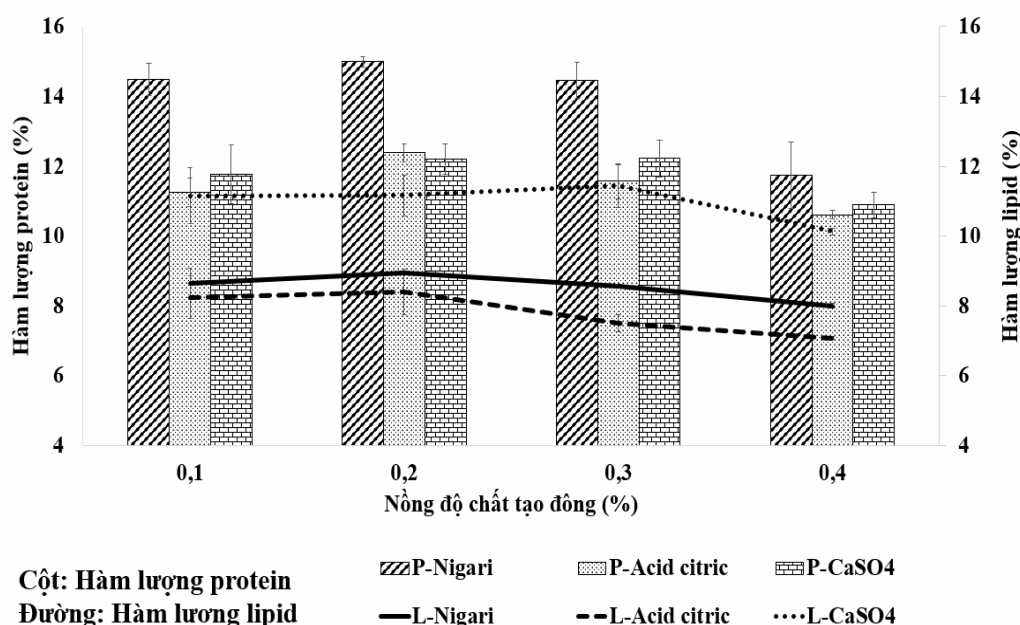
Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ CaSO_4 (0,2 – 0,5% w/v) đến tính chất cơ lý của đậu hũ. Kết quả nghiên cứu cho thấy, ở nồng độ thấp, cấu trúc đậu hũ sẽ thô, liên kết không liên tục, có nhiều lỗ rỗng và dễ dàng bị tách nước. Các tính chất này dần được cải thiện khi tăng nồng độ chất tạo đông lên. Tuy nhiên, khi nồng độ tăng lên 0,5% thì cấu trúc đậu hũ quá xốp, cấu trúc gel không đều và không mịn. Theo Kao và cs (2021), khi nồng độ canxi thấp, liên kết giữa ion canxi và protein không đủ lớn để làm cho cấu trúc gel vững chắc, dẫn đến các protein không đông tụ được sẽ theo nước ép ra ngoài [12]. Ngược lại, khi nồng độ CaSO_4 tăng quá cao, dẫn đến hình thành quá nhiều liên kết ngang, dẫn đến cấu trúc quá đặc và xốp, làm giảm khả năng giữ nước và hiệu suất thu hồi giảm. Bên cạnh đó, nghiên cứu cho rằng, độ cứng của đậu hũ sẽ tăng theo nồng độ chất tạo đông. Tuy nhiên, nếu nồng độ chất tạo đông bổ

sung nhiều, sẽ làm giảm cấu trúc, độ ẩm và khả năng giữ nước của sản phẩm [13].

3.2. Ảnh hưởng của loại và nồng độ chất tạo đông đến hàm lượng protein và lipid trong đậu hũ bổ sung KTL

Thành phần dinh dưỡng (protein và lipid) là hai thành phần quan trọng trong các sản phẩm làm từ đậu nành, đặc biệt là đậu hũ. Đậu nành giúp làm giảm chất béo trung tính ở gan hoặc máu và tăng cholesterol HDL. Tất cả các tế bào và mô của con người đều cần có đạm để hoạt động và đậu nành có thể đáp ứng được yêu cầu của cơ thể [14]. Bên cạnh đó, phần lớn chất béo trong đậu nành là béo chưa bão hòa, rất tốt cho cơ thể. Quá trình bổ sung KLT làm thay đổi thành phần các chất dinh dưỡng trong sản phẩm đậu hũ tím được thể hiện qua hình 3.

Hình 3 thể hiện sự thay đổi hàm lượng protein và lipid theo loại và nồng độ chất tạo đông khác nhau trong quá trình kết tủa đậu hũ tím. Theo đó, hàm lượng protein khi tạo đông bằng nigari sẽ cao hơn (13,92%) và khác biệt ý nghĩa thống kê so với hai chất tạo đông còn lại, lần lượt là CaSO_4 (11,77%) và acid citric (11,45%). Tuy nhiên, hàm lượng protein của đậu hũ tím được kết tủa bằng CaSO_4 và acid citric không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê. Kết quả phân tích trên có được là do cấu trúc của đậu hũ về cơ bản là sự tổng hợp của các protein. Mỗi chất tạo đông sẽ có cơ chế khác nhau. Đông tụ bằng acid thì theo phương pháp đẳng điện, khi càng xa pI thì khả năng tạo kết tủa càng kém. Theo Dzikunoo và cs (2015), khi thêm axit, pH 4 hạ xuống pH 3,93 làm cho hàm lượng protein giảm từ 58,97% xuống 47,14% [11]. Bên cạnh đó, protein tích điện dương mạnh, làm tăng lực đẩy tĩnh điện và quá trình hydrate hóa làm tăng khả năng hòa tan protein, dẫn đến kết tủa kém. Ngược lại, khi tạo kết tủa protein bằng các muối cation thì MgCl_2 sẽ tạo liên kết với protein tốt hơn so với CaSO_4 dẫn đến làm tăng hàm lượng protein. Thêm vào đó, trong đậu nành có hơn 40% là protein 11S, dễ dàng liên kết với muối magie hơn, chính vì vậy tăng hiệu suất kết đông hơn so với các muối khác [15, 16].



Hình 3. Ảnh hưởng của loại và nồng độ chất tạo đông đến hàm lượng chất dinh dưỡng trong đậu hũ tím

Kết quả phân tích thống kê cho thấy, tỉ lệ bổ sung các chất tạo đông khác nhau cũng ảnh hưởng đến hàm lượng protein của đậu hũ tím. Khi bổ sung ở tỉ lệ 0,1%, hàm lượng protein đạt thấp (12,51%). Khi tăng nồng độ chất tạo đông từ 0,2 – 0,3% thì hàm lượng protein trong đậu hũ tím có xu hướng tăng và đạt cao nhất ở nồng độ 0,2% (13,19%). Tuy nhiên, nếu tiếp tục tăng nồng độ chất tạo đông lên 0,4% thì hàm lượng protein có xu hướng giảm mạnh còn 11,08%. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu về mối quan hệ giữa nồng độ chất tạo đông và hàm lượng protein. Theo đó, Wang và cs (2023) đã khảo sát các loại chất tạo đông (canxi gluconate, kẽm gluconate và canxi lactate) ở các nồng độ 1,88; 3,75; 7,50 g/L. Kết quả chỉ ra rằng, có mối quan hệ chặt chẽ giữa chất tạo đông và hàm lượng các chất kết tủa (phần lớn là protein). Khi tăng nồng độ chất tạo đông thì hàm lượng các chất kết tủa sẽ tăng, giá trị pH sẽ giảm dần về pI của protein đậu nành (4,5 – 5,5) dẫn đến làm tăng chất kết tủa. Các chất tạo đông góp phần trung hòa các điện tích âm của protein thông qua các liên kết giữa cation – protein, làm giảm lực đẩy tĩnh điện và tăng liên kết kỵ nước, hình thành cấu trúc mạng ba chiều, thúc đẩy nhanh quá trình tạo gel [17].

Hàm lượng lipid cũng có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các chất tạo đông khác nhau. Theo đó, hàm lượng lipid cao nhất (10,97%) khi sử dụng CaSO_4 và thấp nhất (7,81%) khi sử dụng axit citric. Đậu hũ là sản phẩm được tạo ra từ các liên kết giữa với protein, hình thành nên mạng cấu trúc và cấu trúc mạng này ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng đậu hũ. Một số chất tạo đông có thể làm giảm đáng kể khả năng liên kết giữa chất béo vào mạng lưới protein hình thành trong quá trình đông tụ. Quy trình sản xuất đậu hũ sử dụng chất tạo đông CaSO_4 sẽ giữ được hàm lượng lipid trong đậu hũ tốt hơn so với MgCl_2 và thấp nhất là axit citric [18, 19].

Nồng độ chất tạo đông có ảnh hưởng đến hàm lượng lipid trong đậu hũ tím. Cụ thể, ở nồng độ từ 0,1 – 0,3% chất tạo đông thì không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê hàm lượng chất béo trong các mẫu nghiên cứu. Tuy nhiên, hàm lượng chất béo sẽ giảm khi tăng tỉ lệ chất tạo đông lên 0,4% (8,40%). Theo Jayasena và cs (2014); Cai và Chang (1998), hàm lượng chất béo trong đậu hũ phụ thuộc không bị ảnh hưởng nhiều bởi chất kết tủa. Tuy nhiên, nếu nồng độ chất kết tủa tăng cao, sẽ làm giảm hàm lượng chất béo trong đậu hũ [1, 16].

3.3. Ảnh hưởng của loại và nồng độ chất tạo đông đến màu sắc của đậu hũ bổ sung KLT

Màu sắc là một chỉ tiêu quan trọng đánh giá tính chất cảm quan của thực phẩm. Sản phẩm có màu sắc đặc trưng, bắt mắt góp phần nâng cao giá trị của thực phẩm. Đối với sản phẩm đậu hũ tím, màu tím đặc trưng của KLT được xuất hiện ở cường độ màu khác nhau phụ thuộc vào dạng và tỉ lệ bổ sung KLT được trình bày ở bảng 1.

Giá trị L^* thể hiện độ sáng của mẫu thí nghiệm, L^* càng lớn thì mẫu thí nghiệm càng sáng, màu sắc càng gần với màu trắng và ngược

lại. Kết quả ở bảng 1 cho thấy, ở các nồng độ khác nhau của cùng một chất tạo đông có sự khác biệt ý nghĩa thống kê về độ sáng từ 0,1 – 0,4% đối với nigari và CaSO_4 . Đối với axit citric thì độ sáng của mẫu không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các nồng độ chất tạo đông, nhưng khi so sánh cùng một nồng độ của các chất tạo đông khác nhau thì có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa axit citric với nigari và CaSO_4 . Theo đó, mẫu thí nghiệm được tạo đông bằng axit citric có màu sắc sáng hơn so với hai chất tạo đông còn lại.

Bảng 1. Ảnh hưởng của loại và nồng độ chất tạo đông đến sự thay đổi màu sắc đậu hũ tím

Loại chất tạo đông	Màu sắc		
	L^*	a^*	b^*
Nigari			
0,1	68,37 ^{bb} ± 0,72	8,82 ^{bb} ± 0,10	3,22 ^{ns} ± 0,14
0,2	70,24 ^{ab} ± 0,61	8,70 ^{bb} ± 0,21	3,60 ^{ns} ± 0,23
0,3	69,14 ^{abB} ± 0,70	8,73 ^{bb} ± 0,21	3,29 ^{ns} ± 0,09
0,4	68,07 ^{bb} ± 0,51	9,22 ^{ab} ± 0,19	3,18 ^{ns} ± 0,21
CaSO_4			
0,1	67,63 ^{pB} ± 0,28	8,63 ^{nsC} ± 0,10	3,50 ^{ns} ± 0,10
0,2	69,11 ^{oB} ± 0,63	8,80 ^{nsB} ± 0,17	3,88 ^{ns} ± 0,05
0,3	69,01 ^{oB} ± 0,45	8,76 ^{nsB} ± 0,15	3,61 ^{ns} ± 0,07
0,4	68,51 ^{opB} ± 0,94	8,90 ^{nsB} ± 0,24	3,38 ^{ns} ± 0,11
Axit citric			
0,1	78,74 ^{nsA} ± 0,95	10,60 ^{YA} ± 0,06	3,57 ^{ns} ± 0,12
0,2	79,05 ^{nsA} ± 0,74	11,04 ^{xyA} ± 0,63	3,86 ^{ns} ± 0,12
0,3	79,22 ^{nsA} ± 0,61	11,54 ^{xyA} ± 0,17	3,71 ^{ns} ± 0,42
0,4	78,94 ^{nsA} ± 0,50	11,84 ^{xA} ± 0,80	3,33 ^{ns} ± 0,05

Ghi chú: Các ký tự viết thường (a-b), (o-p) và (x-y) trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa của từng nồng độ của cùng một loại chất tạo đông. Các ký tự viết in hoa (A-C) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa của cùng một nồng độ của các chất tạo đông khác nhau. ns – không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê.

Giá trị a^* được biểu thị cho dãy màu thay đổi từ đỏ (+a) đến xanh lá (-a). Giá trị a^* của đậu hũ tím có xu hướng tăng theo tỉ lệ bổ sung đối với niagari và axit citric. Tuy nhiên, sự khác biệt này không thể hiện rõ. Cụ thể, khi sử dụng nigari, giá trị a^* không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê từ nồng độ 0,1 – 0,3%, nhưng ở 0,4% thì có sự khác biệt ý nghĩa thống kê và đạt cao nhất với giá trị 9,22. Cùng xu hướng, axit citric khi được sử dụng tạo đông thì nồng độ cao (0,4%) sẽ cho giá trị a^* cao nhất, khác biệt ý nghĩa thống kê so với các nồng độ còn lại và thấp nhất là nồng độ 0,1%. Ngược lại CaSO_4 , nồng độ tạo đông từ 0,1 – 0,4% thì giá trị a^* không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê.

Giá trị b^* thay đổi từ màu vàng (+ b^*) đến màu xanh (- b^*). Kết quả phân tích sự biến thiên giá trị b^* của sản phẩm đậu hũ tím cho thấy, không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giá trị b^* khi sử dụng các chất tạo đông khác nhau ở các nồng độ khác nhau từ 0,1 – 0,4%.

Bảng 1 cho thấy, màu sắc của đậu hũ tím có sự thay đổi theo loại và nồng độ chất tạo đông theo phương pháp xác định màu Lab. Tuy nhiên, mức độ thay đổi phần lớn là độ sáng giá trị L^* và màu đỏ a^* . Theo đó, khi đậu hũ được kết tủa bằng acid citric màu sắc có xu hướng sáng màu hơn, màu tím của KLT có xu hướng chuyển về màu đỏ nhạt, là gia tăng độ sáng của sản phẩm. Bên cạnh đó, màu tím của KLT có xu hướng chuyển thành màu

đỗ khi đậu hũ được kết tủa bằng axit citric và đậu hũ kết tủa bằng nigari và CaSO_4 thì vẫn giữ được màu tím gần như giống nhau. Dẫn đến giá trị a^* của axit citric cao hơn so với nigari và CaSO_4 . Giá trị L^* của mẫu thí nghiệm gần như không có sự thay đổi theo phương pháp so màu Lab.

Nồng độ chất tạo đông cũng ảnh hưởng đến giá trị màu sắc của sản phẩm phụ thuộc vào khả năng kết tủa và khả năng giữ nước của nồng độ chất tạo đông sử dụng. Theo đó, khi sử dụng các chất tạo đông, nồng độ có ảnh hưởng lớn đến khả năng đông tụ đậu hũ. Chính vì vậy mà độ sáng và màu đỏ của các mẫu thí nghiệm cũng khác nhau.

Nghiên cứu ảnh hưởng của loại và nồng độ chất tạo đông đến màu của đậu hũ đậu đen cho thấy, nồng độ chất tạo đông không ảnh hưởng lớn đến màu sắc của sản phẩm đậu hũ đậu đen, đặc biệt là giá trị độ sáng L^* . Nhưng khi kết tủa bằng các muối Mg^{2+} và Ca^{2+} có khả năng làm tăng màu nâu của đường và axit amin. Đây có thể là nguyên nhân làm cho đậu bổ sung KLT khi sử dụng nigari và CaSO_4 ở nồng độ 3 và 4% có xu hướng đậm màu hơn (L^* giảm) so với nồng độ 1 và 2% [20].

4. KẾT LUẬN

Loại và nồng độ chất tạo đông khác nhau có ảnh hưởng mạnh mẽ đến sự thay đổi tính chất cơ lý, thành phần dinh dưỡng của đậu hũ tím. Nigari là chất tạo đông phù hợp nhất bổ sung vào quy trình sản xuất đậu hũ tím ở nồng độ 0,2% (w/v). Với loại và nồng độ chất tạo đông này, đậu hũ tím giữ được giá trị dinh dưỡng cao (độ ẩm 74,2%; hàm lượng protein 14,99%; hàm lượng lipid 8,94%), tính chất cơ lý phù hợp cho sản phẩm đậu hũ tím (khả năng giữ nước 4,78 g nước/g protein; độ cứng 12,59 N và hiệu suất thu hồi 266,92%).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Jayasena, V., Tah, W. Y. & Nasar-Abbas, S. M. (2014). Effect of coagulant type and concentration on the yield and quality of soy-lupin tofu. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 6(2): 159 - 166.
- Inggrid, M. & Hananjay, N. (2020). The Effect of Salt-GDL Coagulant and Temperature on Tofu Quality. International Conference on Chemical Engineering UNPAR, Series: Materials Science and Engineering, 742, 1- 6. doi:10.1088/1757-899X/742/1/012028.

- Zhao, N., Wu, J., Geng, X., Wang, C., Wu, T., Liu, R., Sui, W. & Zhang, M. (2023). Gelation mechanism of high soluble dietary fiber okara-egg tofu induced by combined treatment of steam explosion and enzymatic hydrolysis. *Food Hydrocolloids*, 140, 1 - 8. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108602>.

- Nguyễn Duy Tân, Võ Thị Xuân Tuyền và Phạm Duy Phương (2018). Nghiên cứu nâng cao chất lượng dinh dưỡng và giá trị cảm quan cho đậu hũ miếng truyền thống. *Tạp chí Dinh dưỡng và Thực phẩm*, 14(5), 66 - 76 .

- Hồ Thanh Tâm và Mai Trương Hồng Hạnh (2020). Năng suất và thành phần hóa học của dây và củ khoai lang phụ phẩm làm thức ăn cho gia súc, gia cầm tại huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*, 56(5B), 87 - 92. DOI:10.22144/ctu.jvn.2020.116

- Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9706:2013 (ISO 711:1985). Ngũ cốc và sản phẩm ngũ cốc – Xác định độ ẩm - Phương pháp chuẩn cơ bản.

- Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8125:2015 (ISO 20483:2013). Ngũ cốc và đậu đỗ - Xác định hàm lượng nitơ và tính hàm lượng protein thô - Phương pháp Kjeldahl.

- Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 10730:2015. Sản phẩm cacao – Xác định hàm lượng chất béo – Phương pháp chiết Soxhlet.

- Ullah, I., Hu, Y., You, J., Yin, T., Xiong, S. & Din ZLiu, R. (2019). Influence of okara dietary fiber with varying particle sizes on gelling properties, water state and microstructure of tofu gel. *Food Hydrocoll*, 89, 512 – 522.

- Zhang, P. P., Hu, T., Feng, S. L., Xu, Q., Zheng, T., Zhou, M., Chu, M. X., X., Huang, X., Lu, X., Pan, S., Li-Chan, E. C. Y., Hu, H. (2016). Effect of high intensity ultrasound on transglutaminase-catalyzed soy protein isolate cold set gel. *Ultrasonics Sonochemistry*, 29, 380 – 387.

- Dzikunoo, J., Ayernor, G. S. & Saalia, F. K. (2015). Effect of Methods of Extraction on Physicochemical Properties of Soy Proteins (Tofu). *American Journal of Food Science and Nutrition Research*, 2(5): 138 – 144.

- Kao, F. J., Su, N. W. & Lee, M. H. (2021). Effect of Canxium Sulfate Concentration in

Soymilk on the Microstructure of Firm Tofu and the Protein Constitutions in Tofu Whey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 6211 – 6216.

13. Đỗ Mai Nguyên Phương (2017). *Ảnh hưởng của chất keo tụ đến đặc tính đông tụ protein của dung dịch sữa đậu nành 7%.* Kỷ yếu kỷ niệm 35 năm thành lập Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm thành phố Hồ Chí Minh, 143 – 149.

14. Aulia, R., Amanah, H. Z., Lee, H., Kim, M. S., Baek, I., Qin, J. & Cho, B. K. (2023). Protein and lipid content estimation in soybeans using Raman hyperspectral imaging. *Frontiers in Plant Science*, 14: 1167139. doi: 10.3389/fpls.2023.1167139.

15. Guan, X., Zhong, X., Lu, Y., Du, X., Jia, R., Li. H. & Zhang, M. (2021). Changes of Soybean Protein during Tofu Processing. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute – Food*, 10: 1594, 1 – 16. <https://doi.org/10.3390/foods10071594>.

16. Cai, T. D. & Chang, K. C. (1998). Characteristics of production scale tofu as affected by soymilk coagulation method: propeller blade

size, mixing time and coagulant concentration. *Food Research International*, 31(4), 289 – 295.

17. Wang, B., Wang, Q., Wang, B., Wang, S., Zhang, Y. & Zhao, D. (2023). From Soybeans to Tofu: The Underlying Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 100(9), 3724 – 3730.

18. Yakubu, N. & Amuzat, A. O. (2012). Effects of Different Types of Coagulants on the Nutritional Quality Tofu Produced in the Northern Part of Nigeria. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 7(2): 135 – 141. DOI: 10.5829/idosi.wjdfs.2012.7.2.1106.

19. Parmar, J., Sharma, H. R. & Verma, R. (2007). Effect of source and coagulants on the physico-chemical and organoleptic evaluation of soy tofu. *Journal of Dairying, Foods and Home Sciences*, 26(2): 69 - 74.

20. Yanti, R., Setyaningsih, W., Triwitono, P. & Yuniansyah, R. (2022). Effect of different coagulants and various concentrations on quality of jack bean tofu. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 6(1): 1 - 10.

EFFECTS OF TYPES AND CONCENTRATION OF COAGULANT ON THE QUALITY OF PURPLE TOFU

Tran Minh Phuc¹, Do Thi Tuyet Nhung²,
Duong Thi Phuong Lien³, Ha Thanh Toan³

¹Faculty of Applied Biological Sciences, Vinh Long University of Technology Education

²Can Tho University of Technology

³Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University

Summary

The study was conducted to determine the influence of coagulants on the quality of purple sweet potato into tofu. Through changes in physicochemical properties (cohesiveness, water holding capacity, recovery yield, Lab color), as well as nutritional composition (moisture content, total protein content and total lipid content), the study examined the effects of different types of coagulants (nigari, canxium sulfate and citric acid) at different concentrations (0.1; 0.2; 0.3 and 0.4% w/v) on the quality of purple tofu. The results of the investigation showed that using 0.2% nigari as a coagulant would preserve the highest quality when adding purple sweet potatoes into the tofu production process. With regard to moisture content (74.2%), protein content (14.99%), lipid content (8.94%), cohesiveness (12.59 N), water holding capacity (4.78 g water/g protein), recovery yield (266.92%) and color values L* (70.24); a* (7.70); b* (3.6).

Keywords: *Coagulants, purple sweet potato, tofu.*

Ngày nhận bài: 28/3/2024

Ngày chuyển phản biện: 23/4/2024

Ngày thông qua phản biện: 6/5/2024

Ngày duyệt đăng: 21/5/2024