

NGHIÊN CỨU CHẾ BIẾN SỮA CHUA BỔ SUNG DỊCH CHIẾT HẠT ĐẬU XANH NẤY MẮM

Trần Thị Ngọc Mai^{1,*}, Trần Hoàng Phúc¹, Hà Huy Phong¹, Nguyễn Thị Cà Mi¹

¹ Viện Khoa học Ứng dụng, Trường Đại học Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh

*Email: ttn.mai79@hutech.edu.vn

TÓM TẮT

Đậu xanh (*Vigna radiata* L.) là nguồn nguyên liệu giàu dinh dưỡng và có hoạt tính sinh học cao, đặc biệt khi được xử lý qua quá trình ươm mầm. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định các điều kiện thích hợp cho quá trình nảy mầm hạt đậu xanh và trích ly dịch chiết, từ đó ứng dụng bổ sung vào sữa chua để nâng cao giá trị cảm quan và chức năng sản phẩm. Thí nghiệm được bố trí nhằm khảo sát ảnh hưởng của thời gian ngâm (3 - 7 giờ), nhiệt độ nước ngâm (20 - 40°C) và phương pháp ngâm (ngâm ngập và tưới phun) đến tỉ lệ nảy mầm của hạt. Sau khi xác định điều kiện ươm mầm thích hợp (ngâm ngập 5 giờ ở nhiệt độ 30°C, ươm 18 giờ), hạt được sấy khô, nghiền và chiết xuất với các tỉ lệ đậu : nước khác nhau (1 : 2 - 1 : 10). Dịch chiết thu được được sử dụng để lên men sữa chua. Các chỉ tiêu đánh giá bao gồm: Thành phần hóa học (protein, tinh bột, đường khử, vitamin C, polyphenol, GABA), cấu trúc (độ cứng, độ dai, độ dính, độ đàn hồi) và cảm quan (màu, mùi, vị, tổng thể). Kết quả cho thấy, quá trình nảy mầm làm tăng hàm lượng GABA, vitamin C và polyphenol tổng, trong khi giảm protein và tinh bột. Công thức sữa chua bổ sung dịch chiết theo tỉ lệ đậu : nước 1 : 8 (YG 1 : 8) đạt chất lượng tốt nhất, với cấu trúc và cảm quan không khác biệt so với đối chứng, đồng thời chứa hàm lượng GABA là 128 mg/kg. Nghiên cứu góp phần phát triển sản phẩm sữa chua chức năng từ nguồn nguyên liệu có giá trị sinh học cao.

Từ khoá: Đậu xanh, ươm mầm, sữa chua.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sữa chua là sản phẩm thực phẩm lên men phổ biến, có giá trị dinh dưỡng cao và được tiêu thụ rộng rãi nhờ đặc tính dễ tiêu hóa và lợi ích cho sức khỏe đường ruột. Ngoài ra, với xu hướng phát triển thực phẩm chức năng, việc kết hợp sữa chua với các nguyên liệu có nguồn gốc thực vật nhằm gia tăng giá trị sinh học và cảm quan đang nhận được sự quan tâm trong nghiên cứu và sản xuất thực phẩm [1, 2].

Đậu xanh (*Vigna radiata* L.) là loại đậu phổ biến tại Việt Nam và nhiều quốc gia châu Á, chứa nhiều protein, carbohydrate, chất xơ, vitamin và khoáng chất [3, 4]. Ngoài ra, đậu xanh còn được biết đến với các đặc tính sinh học như: Giải độc, chống viêm, chống oxy hóa và hạ cholesterol [3]. Đáng chú ý, quá trình ươm mầm hạt đậu xanh không chỉ làm tăng khả năng tiêu hóa mà còn làm

gia tăng hàm lượng các hợp chất chức năng như: Polyphenol, isoflavone, vitamin C, đặc biệt là GABA (gamma-aminobutyric axit) – một axit amin có tác dụng thư giãn thần kinh, điều hòa huyết áp và cải thiện giấc ngủ [4-7]. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng trong quá trình nảy mầm, các enzym nội sinh hoạt động mạnh, phá vỡ các đại phân tử, giúp tăng tính sinh khả dụng và giá trị chức năng của các thành phần dinh dưỡng trong hạt [8, 9]. Đặc biệt, GABA được sinh tổng hợp mạnh trong giai đoạn này, làm tăng tiềm năng ứng dụng đậu xanh nảy mầm vào thực phẩm chức năng [7, 10].

Tuy nhiên, ứng dụng dịch chiết từ hạt đậu xanh nảy mầm vào chế biến sữa chua nhằm nâng cao giá trị cảm quan và bổ sung hoạt chất sinh học chưa được nghiên cứu sâu. Vì vậy, nghiên cứu này nhằm khảo sát điều kiện nảy mầm và trích ly thu dịch từ hạt đậu xanh nảy mầm, đồng thời đánh giá ảnh hưởng của việc bổ sung dịch chiết này đến

cấu trúc và cảm quan sản phẩm sữa chua. Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần đa dạng hóa sản phẩm sữa chua và nâng cao giá trị chức năng của thực phẩm truyền thống.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

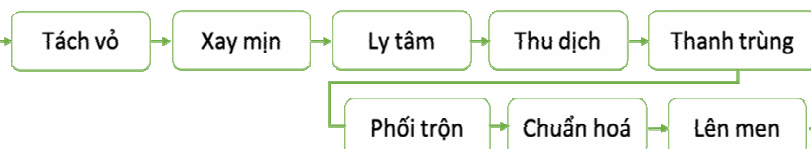
2.1. Vật liệu

Hạt đậu xanh (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) trồng ở tỉnh An Giang. Vi khuẩn *Lactobacillus bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus* từ sản phẩm sữa chua Vinamilk, nhiệt độ phát triển là 42-45°C. Sữa bột gầy của Công ty TNHH DAIRY Việt Nam, có hàm lượng chất béo <1%. Đường saccharose Mimosa của Công ty Cổ phần Mía đường Thành Công Tây Ninh với độ Pol (°Z) ≥ 99,80; độ ẩm ≤ 0,04%; độ màu (Icumsa) ≤ 30.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Nội dung nghiên cứu

Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến tỉ lệ nảy mầm của hạt đậu xanh, bao gồm: Phương pháp ngâm (ngập nước, tưới phun), thời gian ngâm (3 - 7 giờ), nhiệt độ nước ngâm (20 - 40°C), thời gian ươm mầm (12 - 30 giờ). Chỉ tiêu đánh giá gồm: Tỉ lệ nảy mầm, độ ẩm, chiều dài mầm và các thành phần hóa học (protein tổng, tinh bột, đường khử, polyphenol tổng, vitamin C, GABA).



2.2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp hóa lý: Khối lượng 1.000 hạt được xác định theo TCVN 8123:2015 [12]. Tỉ lệ nảy mầm được xác định theo TCVN 8548:2011 [13]. Hàm ẩm được xác định bằng phương pháp sấy hồng ngoại sử dụng thiết bị DBS 60-3 (Kern & Sohn, Đức). pH được xác định bằng máy đo pH/ORP để bàn (model HI5221-02, Hanna, Romania). Hàm lượng chất khô hòa tan được xác định bằng khúc xạ kế (model 300001, Sper Scientific, Hoa Kỳ). Độ chua được xác định bằng phương pháp chuẩn độ theo TCVN 8080:2009 [14]. Hàm lượng protein tổng được xác định bằng phương pháp Kjeldahl theo TCVN 8125:2015 [15]. Hàm lượng N-amin được xác định bằng phương pháp Sorensen theo TCVN 3708:1990

Khảo sát ảnh hưởng của tỉ lệ đậu : nước trong quá trình trích ly: Sau khi đậu xanh được ươm mầm đạt yêu cầu, phần vỏ và mầm được loại bỏ. Đậu được xay với nước theo các tỉ lệ đậu : nước là 1 : 2, 1 : 4, 1 : 6, 1 : 8 và 1 : 10. Hỗn hợp sau khi xay được ly tâm ở 4.000 vòng/phút trong 10 phút, thu lấy phần dịch trong. Chỉ tiêu đánh giá gồm: pH, chất khô hòa tan, đường khử, đường tổng, N-amin, polyphenol tổng, vitamin C, độ chua.

Ứng dụng các dịch chiết thu được để bổ sung vào sữa chua [11]: Dịch chiết thu được ở các tỉ lệ đậu : nước khác nhau 1 : 2, 1 : 4, 1 : 6, 1 : 8 và 1 : 10 được thanh trùng ở 80 – 83°C trong thời gian 2 - 3 phút. Sau đó, dịch đậu được chuẩn hoá bằng cách bổ sung sữa bột gầy hoàn nguyên theo tỉ lệ 12,5 g sữa bột cho 100 mL dịch đậu xanh nảy mầm. Tiếp theo, hỗn hợp được bổ sung thêm đường saccharose để điều chỉnh nồng độ chất khô hoà tan đạt 13°Brix. Sau công đoạn chuẩn hoá, hỗn hợp được làm nguội về nhiệt độ 42 – 45°C, bổ sung 7% sữa chua cái và tiến hành lên men trong 10 giờ. Các mẫu được mã hóa tương ứng với tỉ lệ đậu : nước là: YG 1 : 2, YG 1 : 4, YG 1 : 6, YG 1 : 8 và YG 1 : 10. Đánh giá chất lượng sản phẩm qua các chỉ tiêu cảm quan, cấu trúc (độ cứng, độ dẻo, độ đàn hồi...) và hàm lượng GABA sau lên men.

[16]. Hàm lượng tinh bột được xác định bằng phương pháp quang phổ sau thủy phân bằng enzym amyloglucosidase và α-amylase theo TCVN 13282:2021 [17]. Hàm lượng đường khử được định lượng bằng phương pháp 3,5-dinitrosalicylic axit (DNS) [18]. Hàm lượng vitamin C được xác định bằng phương pháp chuẩn độ theo AOAC 967.21:2012 [19]. Hàm lượng polyphenol tổng số được xác định bằng phương pháp Folin-Ciocalteu theo TCVN 9745-1:2013 [20]. Hàm lượng GABA được xác định bằng HPLC, thực hiện tại Trung tâm Dịch vụ Phân tích Thí nghiệm thành phố Hồ Chí Minh.

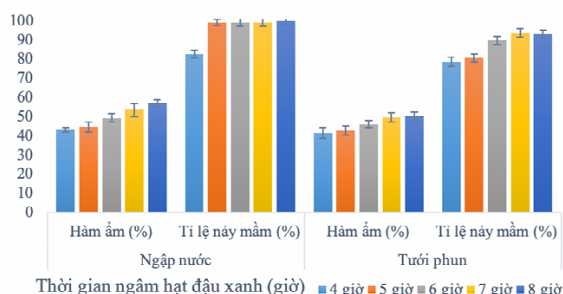
Sự thay đổi hàm lượng (ΔHL) các chất dinh dưỡng và các chất có hoạt tính sinh học theo thời gian nảy mầm được tính theo công thức: ΔHL =

$|HL_i - HL_0|$. Trong đó: HL_0 là hàm lượng chất trong mẫu trước khi nảy mầm; HL_i là hàm lượng của chất đó tại thời điểm i trong quá trình ươm mầm; ΔHL biểu thị trị tuyệt đối của sự thay đổi của hàm lượng chất theo thời gian.

- *Phương pháp vật lý*: Cấu trúc sữa chua được đo bằng thiết bị Texture Analyzer Brookfield CT3 với đầu dò TA11/1000. Mẫu sữa chua được nén ở tốc độ 2,0 mm/s, lực kích hoạt 0,01 N. Thiết bị ghi lại lực và độ biến dạng để xác định các chỉ tiêu: Độ cứng, độ đàn hồi, tính kết dính, độ dai và khả năng phục hồi.

- *Phương pháp cảm quan*: Đánh giá cảm quan các mẫu nghiên cứu bằng phép thử cho điểm thị hiếu, thang 7 điểm dùng để xác định mức độ ưa thích đối với các sản phẩm thực phẩm, với 1 là "rất không thích" và 7 là "rất thích", số lượng người thử là 30 [21].

- *Phương pháp xử lý số liệu*: Tất cả số liệu được biểu diễn dưới dạng trung bình $\pm$ SD ở mức ý nghĩa $P < 0,05$. Sử dụng phần mềm xử lý số liệu Statgraphics Centurion XV.



Hình 1. Ảnh hưởng của thời gian ngâm đến tỉ lệ nảy mầm hạt đậu xanh

Việc ngâm hạt là một bước quan trọng không chỉ giúp hạt hấp thu nước mà còn tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình hô hấp của hạt thông qua các lỗ mao quản. Lượng nước hạt hấp thu tỉ lệ thuận với thời gian ngâm và phụ thuộc vào phương pháp ngâm. Nghiên cứu này đã so sánh hai phương pháp ngâm: Ngâm ngập nước và tưới phun. Kết quả cho thấy, phương pháp ngâm ngập nước đạt tỉ lệ nảy mầm cao hơn (99,08% sau 5 giờ) so với phương pháp tưới phun (80,56% sau 5 giờ) (Hình 1). Thông thường, hàm ẩm thích hợp để

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá chất lượng hạt trước khi ươm mầm

3.1.1. Xác định khối lượng của 1.000 hạt

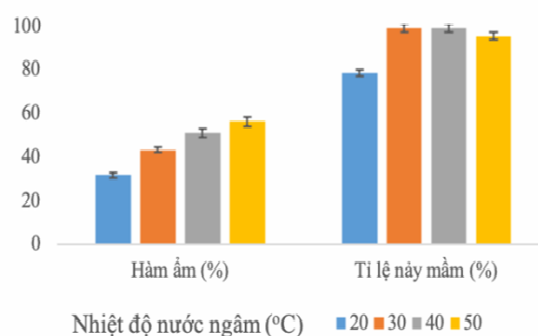
Việc xác định khối lượng 1.000 hạt đậu có ý nghĩa quan trọng trong nghiên cứu, khối lượng 1.000 hạt đậu xanh đo được là 65 ± 8 g. So sánh với TCVN 8123:2015 [12] cho thấy, hạt thuộc loại I. Chỉ tiêu này phản ánh kích thước và khối lượng hạt, hạt loại I có khối lượng lớn thường chứa nhiều chất dinh dưỡng dự trữ, do đó đánh giá được chất lượng hạt, khả năng phát triển của phôi và tiềm năng nảy mầm của hạt.

3.1.2. Thành phần hoá học của hạt

Hạt đậu xanh nguyên liệu sử dụng trong nghiên cứu có hàm ẩm là $12,6 \pm 1,34\%$; hàm lượng protein $23,18 \pm 0,89\%$; tinh bột $46,23 \pm 1,88\%$; đường khử $1,51 \pm 1,01\%$; vitamin C $1,98 \pm 0,43$ mg% và polyphenol tổng $0,99 \pm 0,22$ mg/g.

3.2. Sự ảnh hưởng của các điều kiện trước khi ươm mầm

3.2.1. Thời gian ngâm hạt



Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ nước ngâm đến tỉ lệ nảy mầm của hạt đậu xanh

ươm mầm cho hạt khoảng 43 - 47% [22], trong nghiên cứu này, hàm ẩm thay đổi theo thời gian khảo sát từ 40 - 57%, ở hàm ẩm cao 50 - 57%, tỉ lệ nảy mầm của hạt không tăng hoặc tăng không khác biệt ở mức ý nghĩa $P < 0,05$. Đối với phương pháp ngâm ngập nước thì hạt hút nước đồng đều, tuy nhiên việc cung cấp oxy cũng như giải phóng khí carbonic thì hạn chế. Ở phương pháp tưới phun, mầm được kích thích bởi không khí, do đó hấp thụ nước nhiều hơn nội nhũ, dẫn đến không đồng nhất trong quá trình nảy mầm. Ngoài ra, việc

kéo dài thời gian gia ẩm làm hạt bị hỏng do vi sinh, đồng thời làm mất chất hoà tan của hạt. Do đó, việc lựa chọn phương pháp ngâm ngập nước trong 5 giờ là thích hợp cho quá trình ươm mầm hạt đậu xanh, cho tỉ lệ nảy mầm cao nhất mà vẫn kiểm soát được các yếu tố bất lợi.

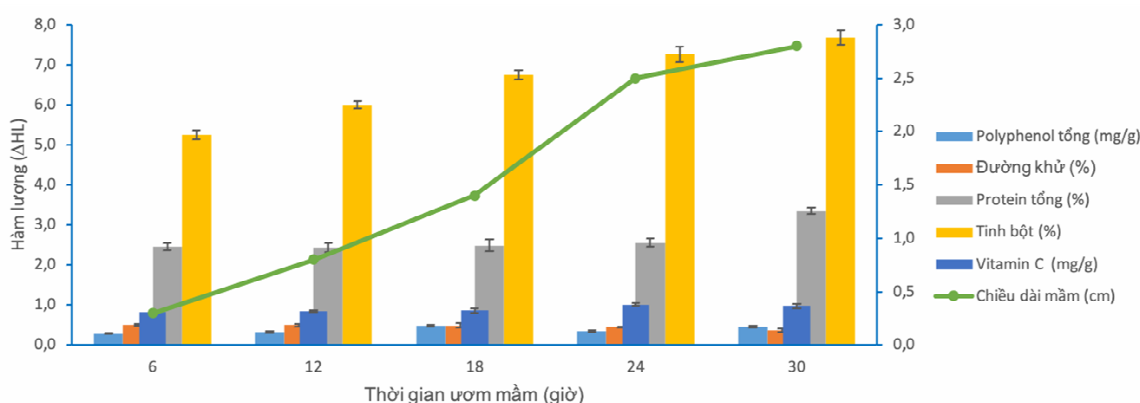
3.2.2. Nhiệt độ nước ngâm

Nhiệt độ nước ngâm là yếu tố rất quan trọng vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ hút nước và khả năng hư hỏng của hạt trong quá trình ngâm. Nhiệt độ cao có thể làm tăng tốc độ hút nước, đồng thời thúc đẩy sự phát triển của vi sinh vật và tăng cường hô hấp của hạt, dẫn đến việc phôi dễ bị "ủng" và mất khả năng nảy mầm. Hình 2 cho thấy, hàm ẩm và tỉ lệ nảy mầm tăng tỉ lệ thuận với nhiệt độ nước ngâm. Tuy nhiên, ở nhiệt độ 30 và 40°C, không có sự khác biệt đáng kể về tỉ lệ nảy mầm ở mức ý nghĩa $P < 0,05$. Dựa trên những phân tích này, nhiệt độ nước ngâm được chọn là 30°C. Việc lựa chọn nhiệt độ này không chỉ đảm bảo tốc độ

hút nước hiệu quả mà còn giúp kiểm soát sự phát triển quá mức của vi sinh vật và ngăn ngừa tổn thương phôi [23]. Điều này phù hợp với một số nghiên cứu về điều kiện nảy mầm của hạt mà không gây stress cho hạt [3, 4]. Nhiệt độ 30°C cũng được xem là lý tưởng để kích hoạt enzym mà không làm mất hoạt tính của chúng, vốn rất cần thiết cho quá trình chuyển hóa chất dinh dưỡng trong hạt mầm.

3.3. Sự thay đổi hàm lượng các thành phần hoá học và thành phần chức năng theo thời gian ươm mầm

Sau khi hạt hấp thụ đủ ẩm, quá trình kéo dài mầm bắt đầu và thể hiện xu hướng tăng dần theo thời gian ươm. Quan sát cho thấy, sự kéo dài mầm diễn ra nhanh ở giai đoạn đầu và giảm dần về tốc độ theo thời gian. Sự thay đổi này không chỉ phản ánh quá trình sinh trưởng vật lý của mầm mà còn liên quan mật thiết đến sự biến đổi của các thành phần dinh dưỡng và chức năng bên trong hạt.



Hình 3. Sự thay đổi hàm lượng các thành phần hoá học theo thời gian ươm mầm

Theo Megat Rusydi và cs (2012) [5], 72% tổng số phenol được tạo thành bởi hàm lượng isoflavone. Sự tổng hợp các phenol trong suốt quá trình nảy mầm có thể đáp ứng nhu cầu tăng trưởng cấu trúc và nhu cầu bảo vệ ở thực vật [4]. Hình 3 cho thấy, hàm lượng polyphenol tổng tăng theo thời gian ươm mầm, tuy nhiên sự tăng này không tuyến tính. Hàm lượng polyphenol tổng của hạt đậu xanh nảy mầm cao nhất ở 18 giờ ươm ($0,49 \pm 0,12$ mg/g) tăng 68,96% so với hạt đậu xanh chưa nảy mầm, cao so với hàm lượng polyphenol tổng ở thời gian là 24 và 30 giờ. Điều này cho thấy hiệu

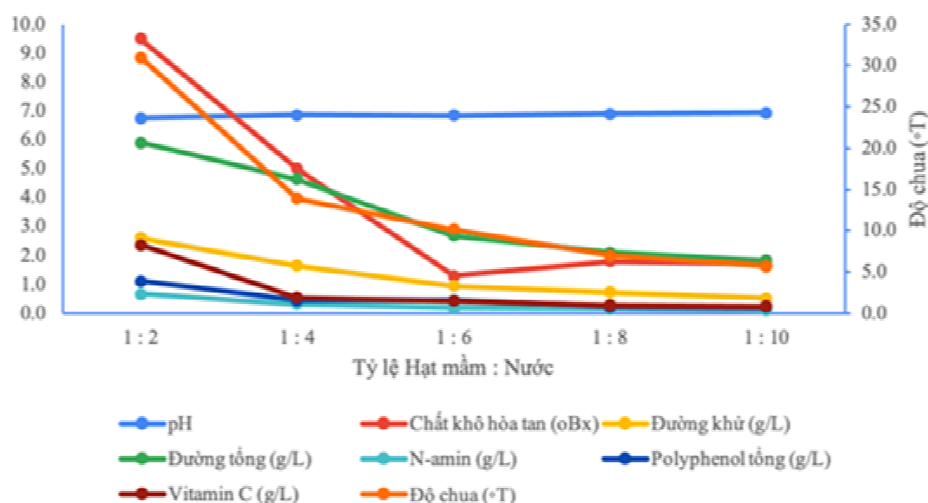
quả của quá trình ươm mầm làm tăng hàm lượng polyphenol tổng của hạt. Hình 3 cho thấy, hàm lượng vitamin C có xu hướng tăng dần theo thời gian ươm mầm, tăng cao nhất và không khác biệt ở 24 và 30 giờ, tương ứng $0,38 \pm 0,07$ mg/g và $0,37 \pm 0,05$ mg/g; ở 18 giờ là $0,32 \pm 0,03$ mg/g. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Xiya Huang và cs (2014) [4], theo đó trong quá trình nảy mầm, hàm lượng axit ascorbic tăng lên sau đó giảm dần với thời gian nảy mầm kéo dài do quá trình sinh tổng hợp chậm lại hoặc bị ức chế. Hàm lượng protein tổng giảm dần trong quá trình nảy

mầm do sự thủy phân, hạt mầm chứa các peptide dễ tiêu hoá hơn đồng thời hàm lượng axit amin tăng lên đáng kể trong thời gian này, tuy nhiên cũng có một số axit amin giảm do sự chuyển hóa hình thành các hợp chất mới. Tương tự như vậy, với hàm lượng tinh bột, do phần lớn chúng được sử dụng như nguồn năng lượng cho sự phát triển của mầm, trong giai đoạn này hoạt động của hệ enzym trong hạt hoạt động mạnh, đặc biệt là hệ enzym amylase [8, 9]. Hình 3 cho thấy, hàm lượng protein tổng và tinh bột giảm dần theo thời gian ươm và không khác biệt ở 18, 24, 30 giờ ươm mầm với mức ý nghĩa $P < 0,05$; ngược lại, hàm lượng đường khử tăng. Từ các dữ liệu trên, thời gian tối ưu nhất để ươm mầm cho hạt đậu xanh là 18 giờ. Trong quá trình nảy mầm thì hàm lượng glutamate giảm nhưng thay vào đó thì hàm lượng GABA tăng lên. Hàm lượng GABA tăng từ 6,1 - 8,6 mg/100 g ở thời gian 72 giờ [7]. Kết quả kiểm nghiệm hàm lượng GABA của đậu xanh sau khi ươm 18 giờ bằng phương pháp HPLC là 342 mg/kg cho thấy hàm lượng GABA thực nghiệm tương đối cao [24].

3.4. Khảo sát ảnh hưởng tính chất của dịch đậu xanh nảy mầm đến chất lượng sữa chua

3.4.1. Ảnh hưởng của tỉ lệ hạt mầm : nước đến thành phần hóa lý của dịch chiết

Kết quả phân tích các chỉ tiêu hóa lý của dịch đậu xanh nảy mầm theo các tỉ lệ đậu : nước khác nhau được thể hiện ở hình 4. Nhìn chung, khi tỉ lệ nước tăng, hàm lượng các hợp chất hòa tan (chất khô hòa tan, đường tổng, đường khử, polyphenol tổng, vitamin C) trong dịch chiết đều có xu hướng giảm tương ứng. Tuy nhiên, bên cạnh các chỉ tiêu định lượng, đặc tính cảm quan của dịch chiết cũng đóng vai trò quan trọng trong việc lựa chọn tỉ lệ phù hợp. Cụ thể, ở các tỉ lệ thấp hơn như 1 : 2 và 1 : 4, dịch chiết thu được có màu sậm và cường độ mùi hạt mầm đặc trưng rất cao. Mùi và màu sắc quá đậm này có thể gây ảnh hưởng tiêu cực đến cảm quan tổng thể của sản phẩm sữa chua. Ngược lại, ở các tỉ lệ cao hơn như 1 : 8 và 1 : 10, màu sắc và mùi của dịch chiết lại nhạt, có thể không mang lại hiệu quả mong muốn về mặt dinh dưỡng và chức năng. Do đó, tỉ lệ được chọn còn phải dựa vào kết quả phân tích cấu trúc và cảm quan của sản phẩm sữa chua so với mẫu sữa chua đối chứng.



Hình 4. Sự thay đổi hàm lượng các chỉ tiêu hóa lý khảo sát theo tỉ lệ đậu : nước khác nhau

3.4.2. Ảnh hưởng của tỉ lệ bổ sung dịch đậu xanh nảy mầm đến cấu trúc và cảm quan sữa chua

Các mẫu sữa chua được chế biến với các tỉ lệ dịch đậu xanh nảy mầm khác nhau sau đó được đánh giá cấu trúc (Hình 5) và cảm quan (Hình 6). Cấu trúc của sữa chua lý tưởng được định nghĩa

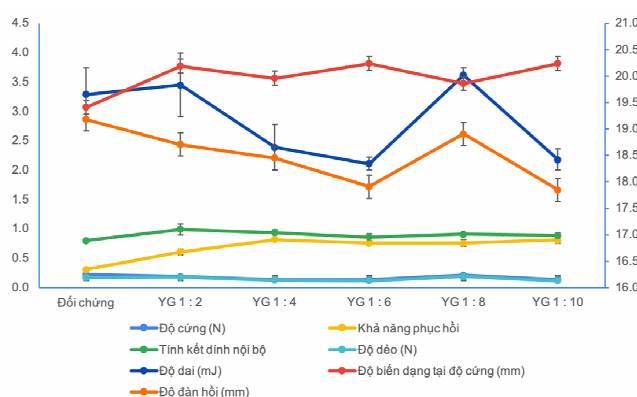
bởi các tiêu chí cụ thể như độ cứng 0,15 - 0,20 N, độ cứng của sữa chua phản ánh khả năng giữ hình dạng và cảm giác "đặc" khi ăn. Độ biến dạng tại độ cứng cho biết mức độ sữa chua bị nén trước khi đạt độ cứng tối đa. Giá trị lý tưởng thường là 19 - 21 mm. Nếu quá thấp (< 19 mm), sữa chua có thể

đễ bị vỡ vụn; nếu quá cao (> 21 mm), sữa chua có thể quá mềm và khó giữ hình dạng. Khả năng phục hồi đo lường mức độ sữa chua có thể trở lại hình dạng ban đầu sau khi bị biến dạng, với giá trị lý tưởng là 0,6 - 0,8. Một khả năng phục hồi tốt giúp sữa chua duy trì kết cấu đồng nhất khi ăn. Tính kết dính nội bộ biểu thị mức độ đồng nhất và khả năng giữ kết cấu của sữa chua, với giá trị lý tưởng thường là 0,85 - 0,95 để đạt cấu trúc tốt. Giá trị cao cho thấy sữa chua ít bị vỡ vụn khi ăn. Độ đàn hồi phản ánh khả năng trở lại hình dạng ban đầu sau khi bị nén, với độ đàn hồi lý tưởng là 18 - 19 mm. Nếu quá thấp, sữa chua có thể bị bỏ hoặc rời rạc. Độ dai khi nhai lý tưởng là 2,5-3,5 mJ, đảm bảo sữa chua không quá dai nhưng cũng không bị bỏ khi ăn [1, 2].

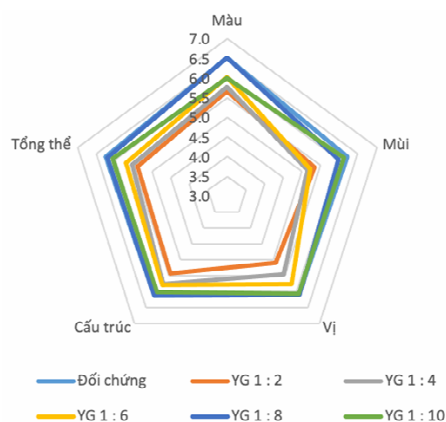
Kết quả ở hình 5 cho thấy, mẫu YG 1 : 2 và YG 1 : 8 là hai mẫu có các thông số về cấu trúc gần giống với mẫu sữa chua đối chứng và đạt các tiêu chí về cấu trúc lý tưởng của sữa chua. Điều này có

thể được giải thích là do ở hai tỉ lệ này, việc bổ sung dịch đậu xanh này mầm không làm phá vỡ mạng lưới protein trong sữa chua, vốn là yếu tố chính tạo nên cấu trúc gel của sản phẩm. Các chất rắn từ dịch chiết (như: protein hòa tan, carbohydrate) có thể tương tác với protein sữa, duy trì hoặc thậm chí cải thiện một số đặc tính cơ học.

Tuy nhiên, khi xét đến yếu tố cảm quan (Hình 6), mặc dù mẫu YG 1 : 2 có cấu trúc tương tự mẫu đối chứng, nhưng điểm cảm quan về màu sắc của nó lại thấp hơn so với mẫu YG 1 : 8 do có màu hơi vàng đặc trưng của dịch đậu xanh này mầm. Tương tự, mùi vị của mẫu YG 1 : 2 cũng có điểm cảm quan thấp hơn so với mẫu YG 1 : 8. Đồng thời, mẫu YG 1 : 8 đạt điểm cảm quan tổng thể cao nhất trong số các mẫu thử nghiệm và không có sự khác biệt đáng kể so với mẫu đối chứng ở mức ý nghĩa $P < 0,05$



Hình 5. Kết quả phân tích cấu trúc sữa chua ở các tỉ lệ bổ sung dịch hạt mầm đậu xanh khác nhau



Hình 6. Kết quả cảm quan của sữa chua ở các tỉ lệ bổ sung dịch hạt mầm đậu xanh khác nhau

Dựa trên sự cân bằng giữa các thông số cấu trúc lý tưởng và điểm cảm quan vượt trội, tỉ lệ YG 1 : 8 là tỉ lệ được lựa chọn trong công thức chế biến sữa chua. Sản phẩm sữa chua được chế biến theo tỉ lệ này có hàm lượng GABA là 128 mg/kg, góp phần bổ sung thêm tính chất chức năng cho sản phẩm truyền thống này. Hàm lượng GABA, mặc dù thấp hơn so với một số nghiên cứu khác trên đậu mầm [9] vẫn cho thấy tiềm năng tăng cường giá trị chức năng của sữa chua.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác định các thông số thích hợp cho quá trình ươm mầm hạt đậu xanh và ứng dụng dịch chiết từ hạt mầm vào sản phẩm sữa chua. Kết quả cho thấy, quy trình ươm mầm bao gồm việc ngâm ngập nước hạt đậu xanh ở nhiệt độ 30°C trong 5 giờ để gia ẩm, sau đó ươm mầm trong 18 giờ, đạt tỉ lệ nảy mầm 99,08%. Dưới các điều kiện này, thành phần hóa học của hạt có những biến đổi đáng kể: Hàm lượng protein và tinh bột giảm, trong khi hàm lượng đường khử, polyphenol tổng và vitamin C tăng lên, đồng thời có sự sinh tổng hợp hợp chất chức năng GABA. Sản phẩm sữa chua có bổ sung dịch chiết hạt đậu xanh nảy mầm ở tỉ lệ YG 1 : 8 (tỉ lệ đậu mầm : nước là 1 : 8) đạt chất lượng cấu trúc và cảm quan tốt nhất, điểm cảm quan tổng thể là 6,19. Sản phẩm có hàm lượng GABA là 128 mg/kg. Những phát hiện này khẳng định tiềm năng của việc ứng dụng dịch chiết hạt đậu xanh nảy mầm để cải thiện giá trị chức năng và dinh dưỡng cho sản phẩm sữa chua truyền thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Fang, T. and Guo, M. (2019). Physicochemical, texture properties and microstructure of yogurt using polymerized whey protein directly prepared from cheese whey as a thickening agent. *Journal of Dairy Science*, 102(9), 7884 - 7894.
2. Song, C., Xie, J. and Pan, Y. (2024). System sensory analysis of yogurt based on texture analyzer. *Journal of Dairy Science*. DOI: 10.3168/jds.2024-25703
3. Peñas, E., Gómez, R., *et al.* (2010). Effects of combined treatments of high pressure, temperature and antimicrobial products on germination of mung bean seeds and microbial quality of sprouts. *Food Control*, 21(1), 82 - 88.
4. Huang, X., Cai, W. and Xu, B. (2014). Kinetic changes of nutrients and antioxidant capacities of germinated soybean (*Glycine max* L.) and mung bean (*Vigna radiata* L.) with germination time. *Food Chemistry*, 143, 268 - 276.
5. Megat Rusydi, M.R. and Azrina, A. (2012). Effect of germination on total phenolic, tannin and phytic acid contents in soy bean and peanut. *International Food Research Journal*, 19(2), 673 - 677.
6. López-Barrios, L., Antunes-Ricardo, M. and Gutiérrez-Urbe, J.A. (2016). Changes in antioxidant and antiinflammatory activity of black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein isolates due to germination and enzymatic digestion. *Food Chemistry*, 203, 417 - 424.
7. Vann, K., Techaparin, A. and Apiraksakorn, J. (2020). Beans germination as a potential tool for GABA-enriched tofu production. *Journal of Food Science and Technology*, 57(11), 3947 - 3954.
8. Ghavidel, R.A. and Prakash, J. (2007). The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, *in vitro* iron and calcium bioavailability and *in vitro* starch and protein digestibility of some legume seeds. *LWT - Food Science and Technology*, 40(7), 1292 - 1299.
9. Megat Rusydi, M.R., Noraliza, C.W., *et al.* (2011). Nutritional changes in germinated legumes and rice varieties. *International Food Research Journal*, 18, 705 - 713.
10. Yang, R., Chen, H. and Gu, Z. (2011). Factors influencing diamine oxidase activity and γ -aminobutyric acid content of fava bean (*Vicia faba* L.) during germination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(21), 11616 - 11620.
11. Nguyễn Duy Thịnh (2005). Công nghệ sữa và các sản phẩm sữa. *NXB Khoa học và Kỹ thuật*.
12. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8123:2015. Ngũ cốc và đậu đỗ - Xác định khối lượng của 1.000 hạt.
13. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8548:2011. Hạt giống cây trồng - Phương pháp kiểm nghiệm.
14. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8080:2009. Sữa đặc - Xác định độ axit bằng phương pháp chuẩn độ.

15. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8125:2015. Ngũ cốc và đầu đỗ - Xác định hàm lượng nitơ và tính hàm lượng protein thô - Phương pháp Kjeldahl.
16. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3708:1990. Về thủy sản - Phương pháp xác định hàm lượng nitơ axít amin.
17. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 13282:2021. Sản phẩm ngũ cốc - Xác định hàm lượng tinh bột tổng số bằng phương pháp quang phổ sau khi thủy phân bằng amyloglucosidase và α -amylase.
18. Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426 - 428.
19. AOAC 967.21:2012 - Methods of analysis of ascorbic acid.
20. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9745-1:2013. Chè - Xác định các chất đặc trưng của chè xanh và chè đen - Phần 1: Hàm lượng polyphenol tổng số trong chè - Phương pháp đo màu dùng thuốc thử folin-ciocalteu.
21. Everitt, M. (2009). Chapter 8 - Consumer targeted sensory quality. Academic Press, San Diego, 117 - 128.
22. Hoàng Đình Hòa (2005). Công nghệ sản xuất malt và bia. *Nxb Khoa học và Kỹ thuật*.
23. Kende, Z., Piroška, P., *et al.* (2024). Optimizing water, temperature, and density conditions for *in vitro* pea (*Pisum sativum* L.) germination. *Plants (Basel)*, 13(19).
24. Hou, D., Yousaf, L., *et al.* (2019). Mung bean (*Vigna radiata* L.): Bioactive polyphenols, polysaccharides, peptides, and health benefits. *Nutrients*, 11(6), 1238.

RESEARCH ON YOGURT PROCESSING SUPPLEMENTED WITH SPROUTED MUNG BEAN EXTRACT

Tran Thi Ngoc Mai¹, Tran Hoang Phuc¹, Ha Huy Phong¹, Nguyen Thi Ca Mi¹

¹ *Institute of Applied Sciences, HUTECH University*

Abstract

Mung bean (*Vigna radiata* L.) is a nutritionally dense legume with notable bioactive properties, particularly when subjected to germination. This study was conducted to optimize the germination conditions of mung bean seeds and the subsequent extraction process, to incorporate the extract into yogurt to enhance its sensory qualities and functional attributes. A factorial experimental design was employed to investigate the effects of soaking duration (3 - 7 hours), soaking water temperature (20 - 40°C), and soaking method (immersion vs. mist irrigation) on germination rate. Optimal germination was achieved under conditions of immersion soaking for 5 hours at 30°C, followed by 18 hours of sprouting. The germinated seeds were then dried, milled, and extracted using varying bean-to-water ratios (1 : 2 to 1 : 10). The resulting extracts were utilized as substrates in yogurt fermentation. Analytical evaluations included compositional analysis (protein, starch, reducing sugars, vitamin C, total polyphenols, and γ -aminobutyric acid [GABA]), texture profile analysis (hardness, cohesiveness, adhesiveness, springiness), and sensory assessment (color, aroma, flavor, and overall acceptability). The results indicated that germination significantly enhanced the levels of GABA, vitamin C, and total polyphenols while reducing protein and starch content. The yogurt formulation supplemented with extract at a 1 : 8 bean-to-water ratio (YG 1 : 8) exhibited the most favorable quality attributes, with textural and sensory properties comparable to those of the control sample and a GABA concentration of 128 mg/kg. This study demonstrates the potential for developing functional yogurt products enriched with bioactive compounds from germinated mung beans.

Keywords: *Mung bean, sprouting, yogurt.*

Ngày nhận bài: 01/4/2025

Ngày chuyển phản biện: 21/4/2025

Ngày thông qua phản biện: 28/5/2025

Ngày duyệt đăng: 01/8/2025