

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN XỬ LÝ ĐẾN HÀM LƯỢNG GABA TRONG TRÀ MẦM ĐẬU VÁN

Hoàng Thị Trúc Quỳnh, Lê Thị Hồng Ánh, Đào Thị Tuyết Mai\*

Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh

\*Email: [maidtt@huit.edu.vn](mailto:maidtt@huit.edu.vn)

Ngày nhận bài: 24/12/2025; Ngày nhận bài sửa: 12/01/2026; Ngày chấp nhận đăng: 24/02/2026

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của các điều kiện quá trình ngâm, ủ nảy mầm, bổ sung  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) ngoại sinh và xử lý siêu âm, đến hàm lượng GABA trong trà mầm đậu ván. Kết quả cho thấy các yếu tố xử lý ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến hàm lượng GABA. Điều kiện thích hợp cho giai đoạn ngâm là 35 °C trong 9 giờ; trong khi ủ nảy mầm ở 35 °C trong 24 giờ cho hàm lượng GABA cao nhất (140,28 mg/100 gck). Bổ sung GABA ngoại sinh với nồng độ thích hợp là 10 mM. Ngoài ra, thông số xử lý siêu âm ở công suất 2,4 W/g trong 15 phút cho hiệu quả tốt nhất tại các điều kiện khảo sát. Xu hướng tăng rồi giảm của hàm lượng GABA phản ánh sự cân bằng giữa kích thích tích lũy và phân hủy GABA dưới tác động của stress công nghệ. Kết quả cho thấy đậu ván là nguồn nguyên liệu tiềm năng để phát triển trà mầm giàu GABA.

*Từ khóa:* Đậu ván,  $\gamma$ -aminobutyric acid, GABA ngoại sinh, siêu âm, trà mầm đậu ván.

## 1. MỞ ĐẦU

$\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) ngày càng nhận được sự quan tâm trong lĩnh vực khoa học thực phẩm và dinh dưỡng chức năng nhờ các đặc tính sinh học và lợi ích sức khỏe đa dạng. GABA là một amino acid không tham gia cấu trúc protein nhưng đóng vai trò là chất dẫn truyền thần kinh ức chế chủ yếu trong hệ thần kinh trung ương, có khả năng tác động lên các thụ thể đặc hiệu trong hệ thần kinh trung ương, giúp giảm kích thích thần kinh, cải thiện giấc ngủ, giảm lo âu và góp phần điều hòa huyết áp. Ngoài ra, GABA còn đóng vai trò quan trọng trong điều hòa đồng thời chức năng thần kinh và các quá trình chuyển hóa, qua đó mở rộng tiềm năng ứng dụng trong phát triển thực phẩm chức năng [1]. Đồng thời, hợp chất này còn liên quan đến điều hòa chuyển hóa glucose và lipid thông qua việc kích thích bài tiết insulin, cải thiện độ nhạy insulin và hỗ trợ kiểm soát đường huyết, từ đó có ý nghĩa trong phòng ngừa các rối loạn chuyển hóa như đái tháo đường và bệnh tim mạch [2]. Bên cạnh đó, GABA còn thể hiện hoạt tính chống oxy hóa và bảo vệ tế bào thần kinh, góp phần giảm stress oxy hóa và viêm thần kinh, đồng thời tham gia vào trục ruột - não thông qua tương tác với hệ vi sinh vật đường ruột [3]. Do đó, GABA được xem là một hợp chất sinh học tiềm năng trong thiết kế các sản phẩm thực phẩm chức năng hướng đến cải thiện sức khỏe toàn diện và phòng ngừa bệnh mạn tính.

Trong các loài thực vật, GABA được hình thành chủ yếu thông qua chu trình GABA shunt. Theo đó, L-glutamate được chuyển thành GABA dưới xúc tác của enzyme glutamate decarboxylase (GAD); sau đó GABA được chuyển thành succinic acid semialdehyde nhờ GABA-transaminase (GABA-T) và tiếp tục biến đổi thành succinic acid tham gia vào chu trình Krebs [4]. Tuy nhiên, hàm lượng GABA tự nhiên trong nguyên liệu thực vật thường thấp, nên chúng không thể hiện hiệu quả sinh học rõ rệt. Đã có nhiều nghiên cứu tập trung vào các phương pháp làm giàu GABA, trong đó nảy mầm được xem là phương pháp hiệu quả, an toàn và thân thiện với môi trường. Trong quá trình nảy mầm, sự tích lũy GABA thường gắn liền với sự kích hoạt GAD và giảm hoạt tính GABA-T. GAD được hoạt hóa và xúc tác chuyển đổi L-glutamate thành GABA dưới điều kiện stress sinh lý [3]. Do đó, GAD được xem là enzyme xúc tác cho bước quyết định trong con đường sinh tổng hợp GABA do thúc đẩy cho phản ứng khử carboxyl không thuận nghịch tạo GABA từ L-glutamate, quyết định tốc độ hình thành GABA thông qua lượng glutamate đi vào GABA shunt và đóng vai trò điểm điều hòa trung tâm trong đáp ứng sinh lý của tế bào thực vật. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng quá trình nảy mầm có thể làm tăng đáng

kể hàm lượng GABA trong các loại hạt, đặc biệt là họ đậu và ngũ cốc. Quá trình tích lũy GABA trong hạt nảy mầm chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như nhiệt độ, thời gian ngâm, điều kiện ù và sự cân bằng giữa tổng hợp, phân giải. Các yếu tố này ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt tính enzyme GAD cũng như các con đường chuyển hóa liên quan đến GABA. Việc tối ưu các điều kiện xử lý có thể giúp gia tăng đáng kể hàm lượng GABA, trong khi điều kiện không phù hợp có thể dẫn đến sự suy giảm do phân hủy hoặc chuyển hóa tiếp theo [5, 6]. Bên cạnh đó, việc xử lý siêu âm trong tiền xử lý đã được chứng minh có khả năng nâng cao hiệu quả tích lũy và chiết xuất GABA. Sóng siêu âm tạo ra hiện tượng xâm thực (cavitation), làm tăng tính thấm của màng tế bào và thúc đẩy quá trình trao đổi chất, từ đó làm gia tăng hàm lượng GABA tích lũy trong hạt nảy mầm [7, 8]. Ngoài ra, việc kết hợp siêu âm với các tác nhân sinh học như bổ sung GABA ngoại sinh cũng được ghi nhận giúp tăng cường tích lũy GABA thông qua cơ chế điều hòa chuyển hóa amino acid và kích thích hoạt tính enzyme [9, 10].

Trong nhóm nguyên liệu thực vật, các loại đậu được xem là nguồn tiềm năng để sản xuất thực phẩm giàu GABA do hàm lượng protein cao và khả năng chuyển hóa sinh học mạnh trong quá trình nảy mầm. Các loại đậu như đậu nành và đậu xanh có thể gia tăng hàm lượng GABA đáng kể thông qua các phương pháp xử lý thích hợp [5, 11]. Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu hiện nay tập trung vào các loại đậu phổ biến, trong khi đậu ván (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) - một nguồn nguyên liệu rất phổ biến, giàu dinh dưỡng và có khả năng thích nghi tốt với điều kiện khí hậu nhiệt đới ở Việt Nam vẫn chưa được nghiên cứu đầy đủ về tiềm năng tích lũy GABA cũng như ứng dụng trong chế biến thực phẩm chức năng. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của các điều kiện xử lý, bao gồm ngâm, nảy mầm và xử lý siêu âm, đến hàm lượng GABA trong trà mầm đậu ván. Kết quả nghiên cứu kỳ vọng sẽ góp phần làm rõ cơ chế tích lũy GABA trong quá trình xử lý hạt, đồng thời cung cấp cơ sở khoa học cho việc phát triển các sản phẩm thực phẩm chức năng từ nguồn nguyên liệu bản địa có giá trị.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nguyên vật liệu

Hạt đậu ván được thu mua từ trang trại canh tác theo chuẩn VietGAP ở xã Cư M'gar, tỉnh Đắk Lắk, Việt Nam. Nguyên liệu sau khi mua về được loại bỏ các hạt lép, hư hỏng, vỡ và các tạp chất khác, sấy đối lưu ở 40 °C đến độ ẩm <10%. Sau đó, đậu ván sạch, khô sẽ được bao gói trong túi PE ở điều kiện chân không. Các túi đậu ván được bảo quản ở nhiệt độ phòng, nơi thoáng mát để tránh biến chất, hư hỏng trước khi sử dụng.

Hóa chất sử dụng bao gồm ethanol (Sigma Aldrich),  $\gamma$ -aminobutyric acid (Sigma Aldrich) và các hóa chất phân tích khác đều đạt chuẩn phân tích.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Quy trình chế biến trà mầm đậu ván trắng

Hạt đậu ván trắng được làm sạch, loại bỏ tạp chất và các hạt không đạt yêu cầu, rửa sát khuẩn bằng NaClO 0,05% sau đó rửa lại nhiều lần bằng nước cất cho đến khi sạch hóa chất. Tiến hành ngâm đậu ở 25, 30, 35, 40 °C trong 6, 9, 12, 15 giờ bằng nước cất với tỷ lệ đậu/nước là 1/5 (w/w). Thay nước sau mỗi 2 giờ đảm bảo nước ngâm không bị nhiễm vi sinh. Sau ngâm, hạt được để ráo và phân bố đồng đều trên khay lỗ có kích thước 20 × 30 cm với mật độ gieo hạt 100 g/khay. Các khay được phủ bằng khăn ẩm đã tiệt trùng và nảy mầm ở các điều kiện nhiệt độ khảo sát trong khoảng 30, 35, 40, 45 °C, với các mốc thời gian 12, 24, 36 và 48 giờ. Ngoài ra, để đánh giá ảnh hưởng của siêu âm đến hàm lượng của GABA trong trà mầm đậu ván với công suất siêu âm khảo sát (1,2; 2,4; 3,6; 4,8 W/g) và thời gian xử lý siêu âm 5, 10, 15 và 20 phút. Kết thúc quá trình nảy mầm, các hạt có rễ mầm nhú ra khỏi vỏ hạt và đạt chiều dài tối thiểu từ 0,5 cm được xem là hạt nảy mầm đạt yêu cầu. Phần mầm được tách riêng và sấy đối lưu ở nhiệt độ dưới 45 °C cho đến khi độ ẩm < 7%. Sản phẩm sau sấy được làm nguội và tiếp tục quy trình đánh giá hàm lượng GABA.

#### 2.2.2. Phương pháp xác định hàm lượng GABA bằng HPLC

Cách tiến hành: Cân chính xác mẫu 0,4 g (tính theo chất khô) cho vào ống ly tâm 5mL. Sau đó

thêm 1,8 mL nước cất loại ion được bổ sung vào và lắc khoảng 1,5 giờ ở nhiệt độ phòng. Sau đó thêm 0,2 mL của acid sulfosalixylic 3% được bổ sung vào hỗn hợp, lắc đều và ly tâm ở 4500 vòng trong 10 phút. Sau ly tâm, lấy 0,05 mL dịch nổi phía trên vào ống ly tâm mới, thêm vào 0,05 mL NaHCO<sub>3</sub> nồng độ 100 mM và 0,05 mL dung dịch 4-dimethylaminoazobenzene-4-sulfonyl chloride axetonitrile 4 mM. Hỗn hợp được ủ ở 70 °C trong 10 phút để phản ứng tạo dẫn xuất xảy ra. Sau khi tạo dẫn xuất, mẫu được thêm vào 0,25 mL ethanol 98% và 0,25 mL đệm photphat nồng độ 25 mM (pH 6,8). Sau đó mẫu được lọc và tiêm dịch lọc HPLC (Shimadzu, Nhật Bản), cột được sử dụng là cột C18 (3,5 µm, 4,6 mm × 150 mm).

Cài đặt hệ thống: Nhiệt độ cột là 30 °C; đầu dò UV-Vis (Shimadzu, Nhật Bản) với chiều dài bước sóng 465 nm; tốc độ dòng: 1 mL/1 phút; thể tích bơm mẫu: 20 µm. Pha động là đệm acetate nồng độ 25 mM và acetonitrile theo tỷ lệ (65:35) với tốc độ bơm là 0,5 mL/phút ở 55 °C. GABA chuẩn (Sigma Aldrich) được sử dụng là chất chuẩn để hiệu chỉnh.

### 2.3. Phương pháp xử lý số liệu

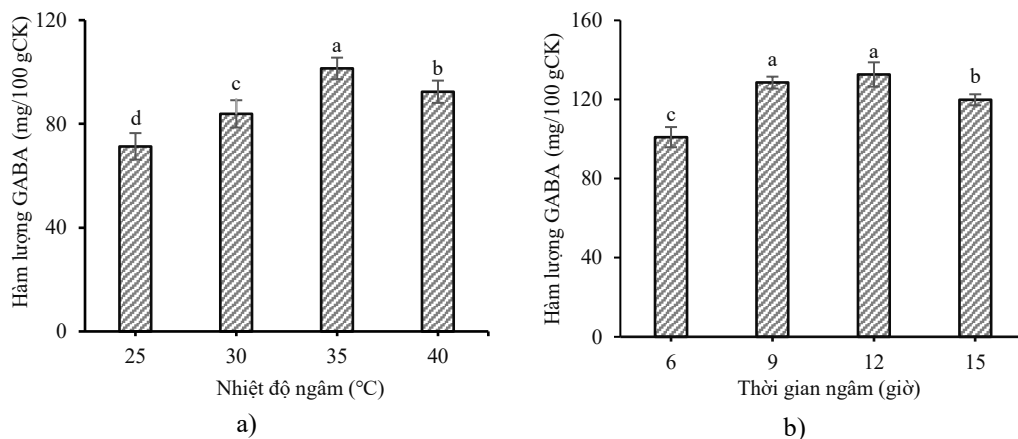
Các thí nghiệm được lặp lại 3 lần, kết quả được xử lý với phần mềm Microsoft Excel 2019, được trình bày dưới dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Sự khác biệt thống kê giữa các nghiệm thức được đánh giá bằng phân tích phương sai một chiều (ANOVA) của phần mềm Minitab 19. Kiểm định Student's *t*-test được sử dụng để so sánh từng cặp.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Ảnh hưởng của điều kiện ngâm đến hàm lượng GABA của trà mầm đậu ván

Kết quả ảnh hưởng của nhiệt độ ngâm và thời gian ngâm đến hàm lượng GABA của trà mầm đậu ván được thể hiện qua Hình 1.

Kết quả ở Hình 1a cho thấy điều kiện ngâm có ảnh hưởng đáng kể đến sự tích lũy GABA trong trà mầm đậu ván ( $p < 0,05$ ). Khi tăng nhiệt độ ngâm từ 30 °C lên 35 °C, hàm lượng GABA tăng từ 83,86 lên 101,39 mg/100 gck. Tuy nhiên, khi nhiệt độ tiếp tục tăng lên 45 °C, hàm lượng GABA giảm đáng kể xuống 92,40 mg/100 gck. Kết quả này cho thấy nhiệt độ ngâm thích hợp cho quá trình tích lũy GABA là 35 °C. Hiện tượng này có thể liên quan đến động học xúc tác của enzyme glutamate decarboxylase (GAD), enzyme chủ chốt trong con đường sinh tổng hợp GABA. Khi nhiệt độ tăng từ mức thấp lên vùng tối ưu, năng lượng hoạt hóa của phản ứng được đáp ứng tốt hơn, làm tăng tần suất va chạm hiệu quả giữa enzyme và cơ chất glutamate, do đó tốc độ tạo GABA tăng. Ở nhiệt độ tối ưu (khoảng 30 – 35 °C), hoạt tính GAD được duy trì ở mức cao, đồng thời các điều kiện stress sinh lý nhẹ trong quá trình nảy mầm như thiếu oxy, thay đổi pH nội bào, kích thích mạnh quá trình chuyển hóa glutamate thành GABA [3]. Ngược lại, ở nhiệt độ cao hơn, enzyme có thể bị biến tính, cấu trúc không gian của enzyme dần mất ổn định làm giảm hoạt tính xúc tác hoặc tăng tốc độ bất hoạt nhiệt, đồng thời tốc độ hô hấp và các quá trình chuyển hóa khác tăng lên, dẫn đến sự tiêu hao GABA hoặc chuyển hóa sang các hợp chất khác.



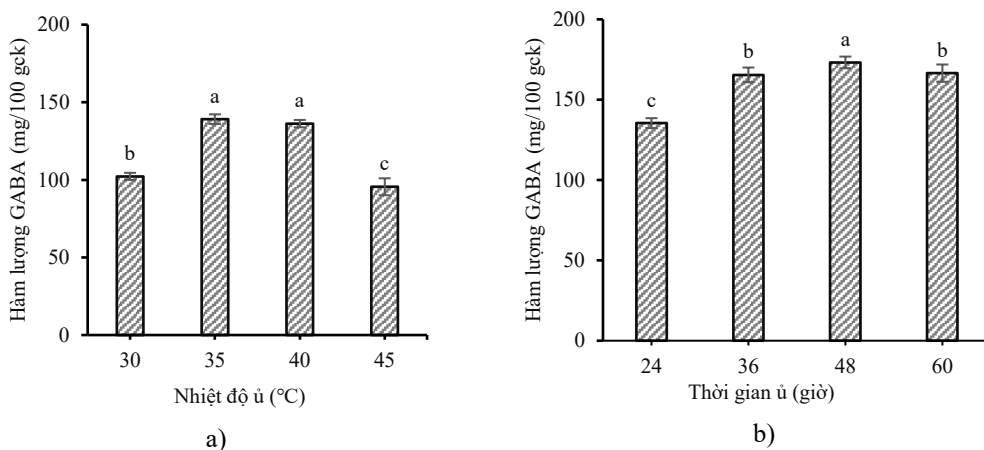
Hình 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ ngâm (a) và thời gian ngâm (b) đến hàm lượng GABA trong trà mầm đậu ván  
Các chữ cái khác nhau trong cùng một biểu đồ thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ( $\alpha = 0,05$ )

Đối với thời gian ngâm, hàm lượng GABA tăng từ 131,43 mg/100 gck ở 9 giờ lên đạt cực đại 138,73 mg/100 gck tại 12 giờ, sau đó giảm xuống còn 122,98 mg/100 gck ở 15 giờ (Hình 1b). Tuy nhiên, sự khác biệt về hàm lượng GABA ở thời gian ngâm 9 giờ và 12 giờ không có ý nghĩa về mặt thống kê ( $p < 0,05$ ). Do đó, lựa chọn điều này cho thấy thời gian ngâm 9 giờ để tiết kiệm thời gian và chi phí (Hình 1b). Trong giai đoạn đầu của quá trình này mầm, sự hoạt hóa enzyme và tăng cường chuyển hóa amino acid thúc đẩy tích lũy GABA. Tuy nhiên, khi kéo dài thời gian ngâm, GABA có thể bị sử dụng như một nguồn carbon và nitrogen trong quá trình hô hấp hoặc tham gia vào chu trình GABA shunt, dẫn đến giảm hàm lượng tích lũy [12].

Tổng hợp các kết quả cho thấy, điều kiện ngâm có vai trò quan trọng trong việc khởi động các quá trình sinh lý - sinh hóa ban đầu của hạt, tạo tiền đề cho sự tích lũy GABA trong giai đoạn ủ tiếp theo. Nhiệt độ ngâm 35 °C giúp duy trì hoạt tính tối ưu của enzyme GAD, đồng thời kích thích các phản ứng chuyển hóa amino acid trong điều kiện stress nhẹ. Bên cạnh đó, thời gian ngâm 9 giờ được xem là phù hợp do không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với 12 giờ ( $p < 0,05$ ), nhưng giúp tiết kiệm thời gian và chi phí sản xuất. Nếu kéo dài thời gian ngâm, hàm lượng GABA có xu hướng giảm do có thể liên quan tới sự tham gia của GABA vào các con đường chuyển hóa như chu trình GABA shunt hoặc bị sử dụng cho hô hấp tế bào [5, 13]. Trong nghiên cứu tương tự, Nguyen Thi Hoang Yen và cộng sự nhận thấy khi ngâm đậu xanh trong nước có pH 5,5 và ủ 8 giờ, hoạt tính GAD đạt 60,9 U/g bột khô và hàm lượng GABA đạt 160 mg/100 g [14], còn dưới điều kiện chân không và bổ sung monosodium glutamate, hoạt tính GAD tăng 45,75–89 % sau 2 ngày nảy mầm là kết quả ghi nhận được khi nghiên cứu quá trình nảy mầm hạt đậu đỏ của Xiujie Jiang [4]. Có thể nhận thấy, các điều kiện xử lý trong nghiên cứu này phù hợp với xu hướng chung của GABA tích lũy tương tự như trong các loài đậu khác. Kết quả này gợi ý rằng, điều kiện ngâm thích hợp trước khi ủ đậu ván được xác định là 35 °C trong 9 giờ và ngâm là bước tiền xử lý quan trọng, góp phần tối ưu hóa khả năng tích lũy GABA trong giai đoạn nảy mầm tiếp theo.

### 3.2. Ảnh hưởng của điều kiện ủ đến hàm lượng GABA của trà mầm đậu ván

Kết quả thí nghiệm cho thấy nhiệt độ và thời gian ủ có ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến hàm lượng GABA trong trà mầm đậu ván ( $p < 0,05$ ) được trình bày ở Hình 2.



Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ (a) và thời gian (b) ủ đến hàm lượng GABA trong trà mầm đậu ván  
Các chữ cái khác nhau trong cùng một biểu đồ thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ( $\alpha = 0,05$ )

Khi nhiệt độ ủ tăng từ 30 °C lên 35 °C, hàm lượng GABA tăng đáng kể từ 98,59 lên 130,73 mg/100 gck. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng nhiệt độ lên 45 °C, hàm lượng GABA giảm còn 74,39 ± 1,53 mg/100 gck. Kết quả này chỉ ra rằng nhiệt độ ủ thích hợp cho quá trình tích lũy GABA là 35 °C (Hình 2a). Sự gia tăng GABA ở nhiệt độ ủ trung bình có thể được giải thích bởi sự hoạt hóa của enzyme glutamate decarboxylase (GAD), enzyme đóng vai trò trung tâm trong con đường sinh tổng hợp GABA. Ngược lại, ở nhiệt độ cao hơn ( $\geq 40$  °C), cấu trúc enzyme có thể bị biến tính một phần hoặc giảm hoạt tính, đồng thời cường độ hô hấp và chuyển hóa tăng lên, thúc đẩy quá trình tiêu hao GABA thông qua chu trình GABA shunt và các con đường chuyển hóa thứ cấp [3, 12]. Kết quả này cũng tương tự kết quả nghiên cứu trên đậu xanh nảy mầm của nhóm tác giả Trương Nhật Trung, điều kiện ngâm và ủ thích

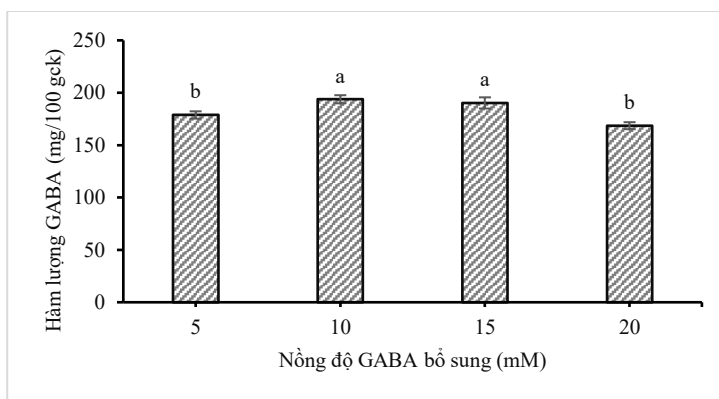
hợp để tích lũy GABA đã được xác định quanh 30–40 °C, trong đó nhiệt độ tối ưu khoảng 35 °C dưới điều kiện thông khí giúp tăng GABA rõ rệt.

Đối với kết quả thời gian ủ (Hình 2b), hàm lượng GABA đạt cực đại 140,28 mg/100 gck tại 24 giờ, sau đó giảm mạnh xuống 74,39 mg/100 gck ở 48 giờ. Xu hướng này phản ánh động học tích lũy và tiêu hao GABA trong quá trình nảy mầm. Trong giai đoạn đầu (12 - 24 giờ), quá trình hydrat hóa hoàn tất, hệ enzyme nội sinh được hoạt hóa mạnh, thúc đẩy phân giải protein và tích lũy tiền chất trực tiếp của GABA là glutamate. Tuy nhiên, khi kéo dài thời gian ủ, stress sinh lý được duy trì quá lâu, enzyme GAD có thể bị ức chế, GABA tiếp tục bị chuyển hóa thông qua enzyme GABA-T để cung cấp năng lượng và các chất trung gian cho sự phát triển của mầm, dẫn đến giảm hàm lượng tích lũy [12]. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây của Komatsuzaki và cộng sự báo cáo rằng hàm lượng GABA trong gạo lứt nảy mầm đạt cực đại sau 24 giờ ủ trước khi giảm dần [13]. Tương tự, sự gia tăng nhanh của GABA trong đậu nành ở khoảng 24–36 giờ đầu, sau đó giảm do chuyển hóa nội sinh [5] hay ở hạt đậu đỏ, GAD hoạt động mạnh ở giai đoạn 0–40 giờ nảy mầm, song giảm sau 48 giờ, kéo theo hàm lượng GABA cũng giảm [4]. Điều này cho thấy cơ chế tích lũy GABA trong đậu ván có xu hướng tương đồng với các loại hạt giàu protein khác.

Như vậy, điều kiện ủ thích hợp để đạt hàm lượng GABA cao nhất trong trà mầm đậu ván được xác định là 35 °C trong 24 giờ. Việc kiểm soát chặt chẽ điều kiện ủ có ý nghĩa quan trọng trong nhằm nâng cao giá trị sinh học và tiềm năng ứng dụng của sản phẩm.

### 3.3. Ảnh hưởng bổ sung GABA ngoại sinh đến hàm lượng GABA trong trà mầm đậu ván

Hàm lượng  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) trong trà mầm đậu ván bị ảnh hưởng rõ rệt bởi nồng độ GABA ngoại sinh được bổ sung trong quá trình xử lý trước khi nảy mầm. Kết quả thí nghiệm cho thấy sự biến đổi đáng kể về hàm lượng GABA giữa các nghiệm thức (Hình 3).



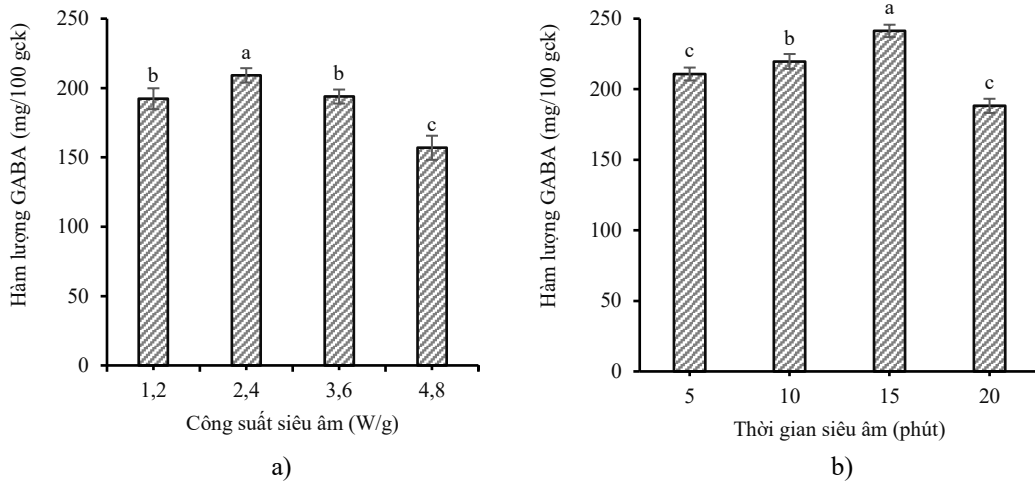
Hình 3. Ảnh hưởng của GABA ngoại sinh đến hàm lượng GABA trong trà mầm đậu ván  
Các chữ cái khác nhau trong cùng một biểu đồ thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ( $\alpha = 0,05$ )

Từ kết quả Hình 3 cho thấy, ở nồng độ bổ sung 5 mM, hàm lượng GABA đạt 116,25 mg/100 gck. Khi tăng nồng độ lên 10 mM, hàm lượng GABA tăng mạnh và đạt giá trị cao nhất (177,39 mg/100 gck), cho thấy sự gia tăng có ý nghĩa sinh học so với các nghiệm thức còn lại. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng nồng độ GABA ngoại sinh lên 15 mM và 20 mM, hàm lượng GABA trong sản phẩm giảm đáng kể. Hiện tượng gia tăng hàm lượng GABA ở nồng độ 10 mM có thể được giải thích bởi vai trò của GABA ngoại sinh như một tín hiệu điều hòa sinh lý, kích thích hoạt động của enzyme GAD - là enzyme chủ chốt trong con đường sinh tổng hợp GABA từ glutamate [15]. Sự bổ sung GABA ở mức thích hợp có thể thúc đẩy cơ chế cảm ứng enzyme, dẫn đến gia tăng tổng hợp GABA nội sinh trong quá trình nảy mầm. Ngược lại, sự suy giảm hàm lượng GABA ở các nồng độ cao hơn ( $\geq 15$  mM) có thể liên quan đến cơ chế điều hòa ngược, trong đó GABA tích lũy ở mức cao ức chế hoạt động của enzyme GAD hoặc thúc đẩy quá trình chuyển hóa GABA bởi enzyme GABA-T [16]. Ngoài ra, nồng độ GABA ngoại sinh cao có thể gây mất cân bằng nội môi tế bào hoặc tạo áp lực thẩm thấu, từ đó làm giảm hiệu quả tích lũy các hợp chất chuyển hóa thứ cấp. Xu hướng này phù hợp với cơ chế điều hòa GABA shunt được ghi

nhận trong các nghiên cứu trước [4]. Như vậy, nồng độ 10 mM được xác định là điều kiện lựa chọn để tăng cường tích lũy GABA trong trà mầm đậu ván.

### 3.4. Ảnh hưởng của xử lý siêu âm đến hàm lượng GABA của trà mầm đậu ván

Kết quả nghiên cứu cho thấy xử lý siêu âm có ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) trong trà mầm đậu ván, phụ thuộc vào cả công suất và thời gian xử lý (Hình 4).



Hình 4. Ảnh hưởng của công suất (a) và thời gian (b) siêu âm đến hàm lượng GABA trong trà mầm đậu ván  
Các chữ cái khác nhau trong cùng một biểu đồ thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ( $\alpha = 0,05$ )

Công suất siêu âm trong bước tiền xử lý trước có ảnh hưởng tích cực đến hàm lượng GABA trong trà mầm đậu ván. Hàm lượng GABA đạt 68,85 mg/100 gck tại 1,2 W/g và đạt cao nhất (114,64 mg/100 gck) tại 2,4 W/g. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng công suất lên 3,6 W/g và 4,8 W/g, hàm lượng GABA giảm xuống đáng kể (Hình 4a). Tương tự, thời gian xử lý siêu âm cũng ảnh hưởng rõ rệt đến hàm lượng GABA. Khi tăng thời gian từ 5 đến 15 phút, hàm lượng GABA tăng mạnh từ 68,72 mg/100 gck lên 143,43 mg/100 gck. Tuy nhiên, khi kéo dài thời gian xử lý đến 20 phút, hàm lượng GABA giảm còn 47,68 mg/100 gck (Hình 4b). Điều này cho thấy công suất siêu âm cao hay thời gian siêu âm kéo dài quá mức có thể dẫn đến sự phân hủy hoặc biến đổi của GABA. Hiệu quả gia tăng hàm lượng GABA ở điều kiện siêu âm tối ưu có thể được giải thích bởi cơ chế cavitation – hiện tượng tạo và vỡ các vi bọt trong môi trường lỏng. Quá trình này tạo ra lực cắt cơ học mạnh, làm phá vỡ cấu trúc tế bào, từ đó tăng khả năng giải phóng các hợp chất nội bào, bao gồm GABA [17]. Đồng thời, siêu âm có thể thúc đẩy các phản ứng enzyme liên quan đến sinh tổng hợp GABA thông qua việc cải thiện sự khuếch tán chất nền và enzyme [18]. Tuy nhiên, ở cường độ và thời gian siêu âm cao, các tác động cơ học và nhiệt cục bộ sinh ra từ cavitation có thể gây phá hủy cấu trúc phân tử của các hợp chất nhạy nhiệt hoặc thúc đẩy quá trình oxy hóa, dẫn đến giảm hàm lượng GABA. Ngoài ra, năng lượng siêu âm quá cao cũng có thể làm biến tính enzyme GAD, từ đó hạn chế khả năng sinh tổng hợp GABA nội sinh. Xu hướng này tương đồng với các nghiên cứu trước đây, trong đó xử lý siêu âm được chứng minh là có thể cải thiện hiệu quả trích ly và tích lũy các hợp chất sinh học, nhưng chỉ trong một khoảng điều kiện tối ưu nhất định [19, 20]. Do đó, việc kiểm soát chặt chẽ các thông số siêu âm là cần thiết để tối ưu hóa hàm lượng GABA trong sản phẩm. Như vậy, công suất siêu âm 2,4 W/g và thời gian xử lý 15 phút được xác định là điều kiện phù hợp nhất giúp đạt hàm lượng GABA cao nhất trong trà mầm đậu ván trong điều kiện khảo sát.

## 4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu chứng minh rằng các điều kiện ngâm, ủ nảy mầm, bổ sung GABA ngoại sinh và xử lý siêu âm, có ảnh hưởng đáng kể đến sự tích lũy GABA trong trà mầm đậu ván. Sự gia tăng hàm lượng GABA tại các điều kiện xử lý phù hợp cho thấy vai trò quan trọng của các tác động công nghệ trong việc kích hoạt hệ enzyme nội sinh và thúc đẩy giải phóng các hợp chất nội bào. Ngược lại, khi

các thông số xử lý vượt quá ngưỡng thích hợp, hàm lượng GABA có xu hướng suy giảm, có thể liên quan đến cơ chế điều hòa ngược và hiện tượng biến tính enzyme. Các kết quả thu được khẳng định tiềm năng của đậu ván nảy mầm như một nguồn nguyên liệu triển vọng cho phát triển sản phẩm trà chức năng giàu GABA, đồng thời cung cấp cơ sở khoa học cho việc thiết kế và tối ưu hóa quy trình sản xuất. Các nghiên cứu tiếp theo cần tập trung vào tối ưu hóa đa yếu tố và đánh giá tính ổn định về chất lượng cảm quan cũng như tiềm năng ứng dụng thực tiễn của sản phẩm.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này do Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh bảo trợ và cấp kinh phí theo hợp đồng số 104/HĐ-DCT ngày 15 tháng 08 năm 2023.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. Diana, J. Quílez, and M. Rafecas. "Gamma-aminobutyric acid as a bioactive compound in foods: a review." *J. Funct. Foods*, vol. 10, pp. 407-420, 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.07.004>
- [2] W. Koh *et al.*, "GABA tone regulation and its cognitive functions in the brain." *Nat. Rev. Neurosci.*, vol. 24, no. 9, pp. 523-539, Sep. 2023, doi: <https://doi.org/10.1038/s41583-023-00724-7>
- [3] A. M. Kinnersley and F. Turano. "Gamma Aminobutyric Acid (GABA) and Plant Responses to Stress." *Crit. Rev. Plant Sci.*, vol. 19, no. 6, pp. 479-509, 2000, doi: <https://doi.org/10.1080/07352680091139277>
- [4] X. Jiang, Q. Xu, A. Zhang *et al.*, "Optimization of  $\gamma$ -Aminobutyric Acid (GABA) Accumulation in Germinating Adzuki Beans (*Vigna angularis*) by Vacuum Treatment and Monosodium Glutamate, and the Molecular Mechanisms", *Front. Nutr., Sec. Nutrition and Food Science Technology*, Volume 8, 2021, doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.693862>
- [5] J.-G. Xu and Q.-P. Hu. "Changes in  $\gamma$ -aminobutyric acid content and related enzyme activities in Jindou 25 soybean (*Glycine max* L.) seeds during germination." *LWT Food Sci. Technol.*, vol. 55, no. 1, pp. 341-346, 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.08.008>
- [6] C. Jiao, Y. Duan, and Q. Lin. "MAPK mediates NO/cGMP-induced GABA accumulation in soybean sprouts." *LWT Food Sci. Technol.*, vol. 100, pp. 253-262, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.036>
- [7] L. Zhang *et al.*, "Effect of ultrasonic induction on the main physiological and biochemical indicators and gamma-aminobutyric acid content of maize during germination," *Foods*, vol. 11, no. 9, Art. no. 1358, 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/foods11091358>
- [8] L. Wang *et al.*, "Effect of ultrasound combined with exogenous GABA treatment on polyphenolic metabolites and antioxidant activity of mung bean during germination," *Ultrason. Sonochem.*, vol. 94, Art. no. 106311, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106311>
- [9] L. Wang *et al.*, "Effects of pretreatment with a combination of ultrasound and gamma-aminobutyric acid on polyphenol metabolites and metabolic pathways in mung bean sprouts," *Front. Nutr.*, vol. 9, Art. no. 1081351, 2022, doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1081351>
- [10] S.-F. Tsou, H.-Y. Hsu, and S.-D. Chen, "Effects of different pretreatments on the GABA content of germinated brown rice," *Appl. Sci.*, vol. 14, no. 13, Art. no. 5771, 2024, doi: <https://doi.org/10.3390/app14135771>
- [11] D. Hou *et al.*, "Gamma-aminobutyric acid (GABA): A comprehensive review of dietary sources, enrichment technologies, processing effects, health benefits, and its applications," *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 64, no. 24, pp. 1-23, 2024, doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2204373>
- [12] A. W. Bown and B. J. Shelp, "The metabolism and functions of  $\gamma$ -aminobutyric acid," *Plant Physiol.*, vol. 115, no. 1, pp. 1-5, 1997, doi: <https://doi.org/10.1104/pp.115.1.1>
- [13] N. Komatsuzaki *et al.*, "Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice," *J. Food Eng.*, vol. 78, no. 2, pp. 556-560, 2007, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.10.036>
- [14] Nguyen Thi Hoang Yen, Phan Ngoc Hoa, Nguyen Ngoc Thanh Tien and Pham Van Hung, "Changes in protein-related enzyme activities, concentrations of GABA and nitrogen-containing

- constituents of *Vigna radiata* L. seeds germinated under different circumstances,” *Curr. Res. Nutr. Food Sci.*, vol. 11, no. 3, pp. 1097–1106, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.3.15>
- [15] N. Bouché and H. Fromm, “GABA in plants: Just a metabolite?,” *Trends Plant Sci.*, vol. 9, no. 3, pp. 110–115, Mar. 2004, doi:<https://doi.org/10.1016/j.tplants.2004.01.006>
- [16] B. J. Shelp, A. W. Bown, and M. D. McLean, “Metabolism and functions of gamma-aminobutyric acid,” *Trends Plant Sci.*, vol. 4, no. 11, pp. 446–452, 1999, doi: [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(99\)01486-7](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(99)01486-7)
- [17] F. Chemat *et al.*, “Ultrasound assisted extraction of food and natural products: Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review,” *Ultrason. Sonochem.*, vol. 34, pp. 540–560, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035>
- [18] J. Qian *et al.*, “Ultrasound-assisted enzymatic protein hydrolysis in food processing: Mechanism and parameters,” *Foods*, vol. 12, no. 21, Art. no. 4027, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/foods12214027>
- [19] N. Nikmaram *et al.*, “Recent advances in gamma-aminobutyric acid (GABA) properties in pulses: An overview,” *J. Sci. Food Agric.*, vol. 97, no. 9, pp. 2681–2689, Jul. 2017, doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.8283>
- [20] Truong Nhat Trung *et al.*, “Effects of pH soaking solutions and hypoxia/anaerobic treatment on GABA accumulation in germinated mung bean,” *Vietnam J. Sci. Technol.*, vol. 55, no. 2, pp. 150–160, 2017, doi: <https://doi.org/10.15625/0866-708X/55/2/8425>

## ABSTRACT

### EFFECTS OF PROCESSING CONDITIONS ON $\gamma$ -AMINO BUTYRIC ACID (GABA) ACCUMULATION IN GERMINATED HYACINTH BEAN (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) TEA

Hoang Thi Truc Quynh, Le Thi Hong Anh, Dao Thi Tuyet Mai\*

*Ho Chi Minh City University of Industry and Trade*

\*Email: [maidtt@huit.edu.vn](mailto:maidtt@huit.edu.vn)

This study aimed to investigate the effects of processing conditions, including soaking, germination, exogenous  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) supplementation, and ultrasound treatment, on GABA content in germinated hyacinth bean (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) tea. The results indicated that all processing factors significantly affected GABA accumulation. The optimal soaking condition was identified at 35 °C for 9 h, while germination at 35°C for 24 h yielded the highest GABA content (140.28 mg/100g dry weight). Exogenous GABA supplementation significantly enhanced GABA levels, with an optimal concentration of 10 mM. In addition, ultrasound treatment at 2.4 W/g for 15 min was found to be the most effective among the tested conditions. The observed increase followed by a decrease in GABA content suggests a balance between stimulation of GABA biosynthesis and its degradation under processing-induced stress. These findings demonstrate that hyacinth bean is a promising raw material for the development of GABA-enriched germinated tea.

**Keywords:** Exogenous GABA, germinated hyacinth bean tea, hyacinth bean,  $\gamma$ -aminobutyric acid, ultrasound.