

Làm giàu hàm lượng *gamma*-Aminobutyric acid (GABA) trên hạt đậu xanh dưới điều kiện nảy mầm hypoxia-anaerobic và đánh giá sự hao tổn này sau quá trình luộc

- **Trương Nhật Trung**
- **Đông Thị Anh Đào**

Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(Bản nhận ngày 01 tháng 3 năm 2016, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 17 tháng 10 năm 2016)

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tập trung khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng GABA trong suốt quá trình nảy mầm (dưới điều kiện hypoxia-anaerobic) và khảo sát sự hao tổn GABA sau khi thực hiện luộc và sấy đậu. Các yếu tố khảo sát bao gồm: pH nước ngâm, nhiệt độ và thời gian nảy mầm. Chúng tôi cũng tiến hành thực hiện tối ưu hóa điều kiện nảy mầm để thu được hàm lượng GABA cao nhất. Kết quả cho thấy các yếu tố khảo sát có ảnh hưởng lên hàm lượng GABA và điều kiện tối ưu hóa bao

gồm pH nước ngâm 5,83, nhiệt độ ủ 36,6°C, và thời gian ủ 14,5 giờ. Hàm lượng GABA thu được 1638,67ppm, cao gấp 27,55 lần so với đậu nguyên liệu. Sau khi kết thúc quá trình nảy mầm, tiến hành luộc hạt đậu ở nhiệt độ 80°C trong 15 phút, sấy ở nhiệt độ 50°C trong 3 giờ, sau đó đem nghiền. Bột đậu xanh thu hồi có độ ẩm 6,13%, hàm lượng GABA còn lại 273,76ppm, cao gấp 4,6 lần so với bột đậu nguyên liệu.

Từ khóa: GABA, đậu xanh, nảy mầm, hypoxia-anaerobic.

1. GIỚI THIỆU

γ -Aminobutyric axit (GABA) là một amino axit phi protein có 4 cacbon, hiện diện nhiều trong các tế bào nhân sơ (prokaryotic) và nhân chuẩn (eukaryotic). Nó có nhiều lợi ích cho sức khỏe như giảm áp suất máu và ức chế các xung dẫn truyền thần kinh trong hệ thống thần kinh, ngăn chặn hiệu quả các cơn đau và giảm thiểu các trạng thái stress, lo âu...[1]. Vì vậy, xu

hướng phát triển các thực phẩm giàu hàm lượng GABA trở nên phổ biến những năm gần đây.

Nảy mầm là phương pháp hiệu quả để giảm các tác nhân kháng dinh dưỡng trong các cây họ đậu. Nó làm giảm hàm lượng axit phytic, các hoạt tính của hemagglutinin và cải thiện khả năng hòa tan của protein, đặc tính nhũ hóa của bột đậu [2]. GABA được tổng hợp bởi enzyme glutamic axit decarboxylase (GAD) dưới các phản ứng khử cacbon của axit L-glutamic.

Nhiều nghiên cứu trước đó đã chỉ ra nảy mầm là một trong những phương pháp hiệu quả làm giàu hàm lượng GABA trên các loại hạt như: gạo lức [3], lúa mạch [4], và đậu xanh [5]. Ngoài ra, còn có các biện pháp tác động lên sự nảy mầm để tăng hàm lượng GABA như sốc nhiệt, kỵ khí, thiếu khí [6]. Trong đó, axit glutamic đóng vai trò là nguồn cơ chất để enzyme GAD chuyển đổi thành GABA.

Ở Việt Nam, đậu xanh là một trong những cây trồng phổ biến, nó cung cấp khoảng 20-24% protein, và giàu hàm lượng amino axit cần thiết như leucin, isoleucine, valine (FAO/WHO (1973)). Bột đậu xanh có thể được dùng cho trẻ em, người già và nhiều nhóm đối tượng khác nhau.

Mục tiêu của nghiên cứu là khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến sự tích lũy hàm lượng GABA trong quá trình nảy mầm hypoxia-anaerobic như pH nước ngâm, nhiệt độ và thời gian ủ. Chúng tôi tối ưu hóa các yếu tố đã được khảo sát để thu được hàm lượng GABA cao nhất theo phương pháp nảy mầm này. Bên cạnh đó, chúng tôi cũng khảo sát quá trình lỵ (trước sấy) để đánh giá sự hao tổn hàm lượng GABA trên bột đậu xanh nảy mầm thu hồi.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH

2.1. Nguyên liệu

Đậu xanh (*Vigna Radiata*) - giống ĐX208, được thu gom từ vụ mùa đông xuân, khu vực huyện Xuân Lộc – tỉnh Đồng Nai, tách các hạt vỡ, lép, và các tạp chất. Sau đó được bảo quản trong ngăn mát tủ lạnh để tránh mốc, hư hỏng.

GABA chuẩn được mua từ Đức (hóa chất Merck). Các hóa chất thông thường như: phenol, natri hypochloride, natri xitrate, axit xitric được cung cấp bởi các hãng hóa chất Trung Quốc.

2.2. Phương pháp phân tích

Phương pháp xác định hàm lượng GABA

Hàm lượng GABA được đo theo phương pháp đo quang [7], [8]. Mẫu sẽ được nghiền nhỏ, pha loãng với cồn 99,5% theo tỉ lệ 1:10 (w/v) và khuấy trong 15 phút, ly tâm 2 lần (mỗi lần 10 phút ở tốc độ 3000 vòng/phút). Tiến hành cô quay chân không để đuổi cồn, pha loãng lại bằng nước cất, thu được dịch mẫu trích ly chứa GABA. Hút 1 ml mẫu vào các ống nghiệm thủy tinh, thêm 0,6ml đệm borate $0,2\text{molL}^{-1}$ (pH 9,0), 2ml phenol 6% và 1ml dung dịch natri hypochlorite 9%. Đun cách thủy hỗn hợp trong 10 phút. Sau đó làm nguội các ống nghiệm trong 20 phút. Tiến hành đo quang ở bước sóng 645nm. Kết quả GABA được tính theo hàm lượng chất khô (ppm).

Phương pháp xác định hàm lượng WAC, WAI, WSI, chỉ số màu (L^* , a^* , b^*)

Chỉ số WAC (Water Absorption Capacity) được xác định theo phương pháp của Kaur và Singh (2005) [2]. Cân 2,5g bột đậu xanh, thêm 25ml nước cất. Hỗn hợp được khuấy trộn trong 5 phút và giữ trong 30 phút. Sau đó thực hiện ly tâm trong 30 phút (tốc độ 3000 vòng/phút). Phần dịch trong được thu hồi và đặt vào tủ sấy ở 50°C trong 25 phút. Sau đó cân lại khối lượng.

Đối với chỉ số WAI (Water Absorption Index) và WSI (Water Solubility Index) [2]. Cân 2,5g bột đậu xanh, bổ sung 30ml nước cất và đun cách thủy ở 70°C trong 30 phút. Sau đó làm nguội về nhiệt độ phòng, ly tâm trong 20 phút. Phần dịch trong sẽ được thu hồi và sấy ở 105°C đến khối lượng không đổi để xác định hàm lượng chất khô hòa tan. Cân lại phần dịch lắng.

Công thức xác định:

$$\text{WAI (g/g)} = \frac{\text{khối lượng dịch lắng}}{\text{khối lượng mẫu ban đầu}} \quad (1)$$

$$WSI (\%) = \frac{\text{khối lượng chất khô hòa tan}}{\text{khối lượng mẫu ban đầu}} \cdot 100 \quad (2)$$

Các chỉ số màu của bột đậu được đo bằng máy đo màu Hunter Colorimeter Model D25, USA.

3. THIẾT KẾ THÍ NGHIỆM

Đậu xanh được ngâm trong nước theo tỉ lệ đậu:nước = 1:5 (w/v) (nhiệt độ 35°C). Sau 8 giờ, tháo nước và thực hiện nảy mầm dưới điều kiện hypoxia-anaerobic trong 0, 6, 12, 24, 36, 48 giờ.

Quá trình nảy mầm được thực hiện như sau: đậu xanh (sau ngâm) sẽ được dàn trải trên một tấm vải vô trùng thấm nước, chứa trong các đĩa petri (10g đậu/đĩa), đậy nắp đĩa và đặt các đĩa petri vào một bao bì plastic chống thấm khí (PE-PA, độ thấm khí là 12g/m²/24giờ/25°C), tiến hành rút chân không (độ chân không là 0,56 bar), hàn kín và đặt túi vào tủ ẩm có điều chỉnh nhiệt độ. Sau khi nảy mầm, luộc đậu 15 phút trong nước nóng, và sấy ở 50°C đến độ ẩm dưới 7%.

Thí nghiệm 1, nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ nảy mầm lên hàm lượng GABA với ba nhiệt độ khảo sát 30°C, 35°C và 40°C.

Thí nghiệm 2, nghiên cứu ảnh hưởng của pH nước ngâm với ba mức xử lý pH 5,3; 6,3 và 7,3. Các pH được điều chỉnh bởi đệm xitrat 0,1N.

Thí nghiệm 3, tiến hành tối ưu hóa hàm lượng GABA dựa vào kết quả thu được từ hai thí nghiệm trước đó.

Thí nghiệm 4, khảo sát chế độ luộc đậu ở ba nhiệt độ 70°C, 80°C và 90°C.

Quy hoạch thực nghiệm tối ưu hóa

Sau khi có giá trị tại tâm của các yếu tố, chúng tôi lập bảng thiết kế tối ưu hóa ở các mức

(-1; 0; 1) (bảng 3.1). Chúng tôi xử lý bằng phần mềm Modde 5,0 theo phương pháp đáp ứng bề mặt RSM (Response Surface Methology) để đưa ra kế hoạch quy hoạch thực nghiệm (bảng 3.2). Phương án cấu trúc có tâm CCD (Central Composite Designs) được ứng dụng (theo mô hình CCC-Circumscribed) với các yếu tố như sau: nhiệt độ ủ (X_1), thời gian ủ (X_2) và pH nước ngâm (X_3). Hàm đáp ứng là hàm lượng GABA (Y , ppm) và tính theo công thức:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 \quad (3)$$

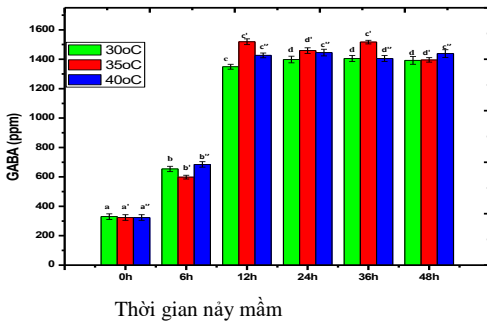
4. KẾT QUẢ

4.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ

Đậu xanh được ngâm với nước theo tỉ lệ 1:5 (w/v). Hàm lượng axit amin tự do và đường khử tại mốc thời gian 8 giờ và nhiệt độ ngâm 35°C thu được là cao nhất, tương ứng 10,61±0,22 và 0,568±0,012 (g/100g CK) (không biểu diễn kết quả ở đây). Tỷ lệ nảy mầm của hạt là 95-98%. Nếu kéo dài thời gian ngâm, dung dịch nước ngâm trở nên đục và có mùi ôi chua. Điều này không chỉ gây ảnh hưởng đến chất lượng nảy mầm (tỷ lệ nảy mầm giảm còn khoảng 92% sau 10 giờ ngâm), mà còn ảnh hưởng đến mức độ an toàn vi sinh vật cho sản phẩm. Mặt khác, độ ẩm của hạt đo được sau 8 giờ ngâm là 55,23% - đây là độ ẩm tốt cho hạt thực hiện quá trình nảy mầm. Do đó, chúng tôi chọn các thông số này cố định cho các thí nghiệm về sau.

Hình 1 chỉ ra sự ảnh hưởng của nhiệt độ đến hàm lượng GABA trong quá trình nảy mầm. Hàm lượng GABA tăng liên tục trong 12 giờ đầu tiên và đạt xu hướng cân bằng hoặc giảm nhẹ khi kéo dài thời gian nảy mầm. Có sự khác biệt giữa các nhiệt độ khảo sát ($p < 0,05$). Đáng

chú ý nhất là kết quả hàm lượng GABA cao nhất đạt được là $1519,07 \pm 19,58$ ppm ở 35°C sau 12 giờ nảy mầm. Kết quả này cao gấp 25,32 lần so với đậu nguyên liệu ($59,45 \pm 6,28$ ppm). Tuy nhiên, sự tăng hàm lượng GABA chỉ diễn ra mạnh từ 6 đến 12 giờ ủ.



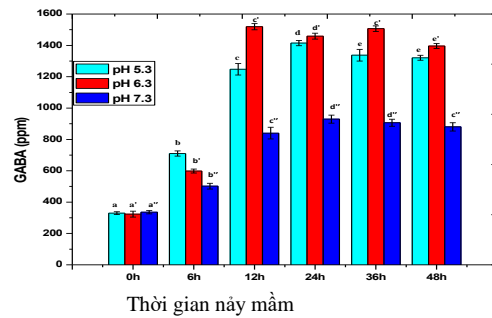
Hình 1. Ảnh hưởng nhiệt độ đến hàm lượng GABA

Khi kéo dài thời gian ủ, hàm lượng GABA có xu hướng giảm nhẹ. Xu và cộng sự (2011) giải thích là do dưới sự tác động của môi trường, những cơ chất dự trữ như proline và GABA kháng lại điều kiện sự tác động đó [9]. Glutamic chuyển hóa thành GABA theo phản ứng khử cacbon (dưới tác dụng của enzyme GAD), cũng có thể chuyển hóa thành Proline theo con đường Δ^1 -pyrroline-5-carboxylic axit (P5C) (bởi enzyme Δ^1 -pyrroline-5-carboxylate synthetase (P5CS)) [9].

4.2. Ảnh hưởng của pH nước ngâm

Ảnh hưởng của pH nước ngâm lên hàm lượng GABA được chỉ ra như hình 2. Các nghiên cứu trước đó chỉ ra pH nước ngâm càng cao, hàm lượng GABA thu được trong hạt càng thấp. Đối với hạt gạo, pH tối ưu để làm tăng hàm lượng GABA là từ 3,0 đến 5,8 [10], đậu nành là 6,0 [11]. Ngoài ra, nghiên cứu của Qian và cộng sự (2014) trên hạt gạo cũng chỉ ra rằng hàm lượng GABA thu được cao nhất ở pH 5,6 và thấp nhất ở pH 8,4 [8]. Trong nghiên cứu của chúng tôi,

hàm lượng GABA thấp nhất khi ngâm đậu ở pH 7,3, kết quả này phù hợp với những nghiên cứu trên. Nguyên nhân chính đã được giải thích bởi Busch và Fromm (1999), rằng pH tối ưu cho phản ứng oxy hóa khử chuyển đổi GABA trở lại thành glutamate (bởi enzyme Succinic semialdehyde dehydrogenase (SSADH)) là từ 8,6 đến 9,5 [12].



Hình 2. Ảnh hưởng của pH đến hàm lượng GABA

Tuy nhiên, hàm lượng GABA thu được cao nhất ở pH 6,3, cao hơn so với pH 5,3. Điều này có thể dự đoán được pH tối ưu cho sự tích lũy GABA của đậu xanh nảy mầm dưới điều kiện thiếu oxy có thể ở gần khoảng 6,3. Kurkdjian và Guern (1989) đã chứng minh pH trong tế bào chất giảm từ 0,4 đến 0,8 so với pH môi trường bên ngoài [13], vì vậy giá trị pH thực tế trong tế bào chất của hạt đậu xanh nảy mầm có thể thấp hơn 6,3 và cao hơn 5,3 và đây là khoảng pH tối ưu cho sự tích lũy GABA.

Cũng theo hình 2, thời gian nảy mầm có ảnh hưởng quan trọng lên hàm lượng GABA. Tại pH ngâm 7,3 và 5,3, hàm lượng GABA đạt cao nhất tại mốc 24 giờ ủ, nhưng sau đó có sự giảm nhẹ nếu tiếp tục kéo dài thời gian nảy mầm. Riêng tại pH ngâm 6,3, hàm lượng GABA đạt cao nhất sau 12 giờ và giữ sự cân bằng sau 36 giờ nảy mầm, sau đó giảm xuống khi kéo dài thời gian ủ.

4.3. Tối ưu hóa điều kiện nảy mầm

Bảng 3.1. Giá trị các yếu tố dùng trong RSM-CCD

	Biến	Mức		
		-1	0	+1
Nhiệt độ (°C)	X ₁	32	35	38
Thời gian (giờ)	X ₂	9	12	15
pH	X ₃	5,8	6,3	6,8

Bảng 3.2. Quy hoạch thực nghiệm RSM-CCD tối ưu hàm lượng GABA

STT	X ₁	X ₂	X ₃	GABA (ppm)
1	32	9	5,8	1353,43
2	38	9	5,8	1412,26
3	32	15	5,8	1468,21
4	38	15	5,8	1589,22
5	32	9	6,8	1024,20
6	38	9	6,8	1217,52
7	32	15	6,8	1144,22
8	38	15	6,8	1225,62
9	29,954	12	6,3	1217,24
10	40,046	12	6,3	1475,38
11	35	6,954	6,3	1078,28
12	35	17,046	6,3	1538,17
13	35	12	5,459	1489,26
14	35	12	7,141	1031,13
15	35	12	6,3	1519,16
16	35	12	6,3	1525,23
17	35	12	6,3	1524,32
18	35	12	6,3	1518,11
19	35	12	6,3	1516,67

20	35	12	6,3	1518,42
----	----	----	-----	---------

Chúng tôi tiến hành tối ưu hóa điều kiện nảy mầm bao gồm 20 thí nghiệm (6 thí nghiệm tại tâm) được thiết kế như bảng 3.2. Phương trình bậc hai của quá trình tối ưu hóa thu được theo công thức (4):

$$Y = 1520,85 + 81,9616X_1 + 104,266X_2 - 128,233X_3 - 35,0551X_1X_2 - 49,2901X_2X_3 - 64,9662X_1^2 - 78,4278X_2^2 - 95,405X_3^2 \quad (4)$$

Ảnh hưởng của mỗi biến số trong hàm hồi quy được thể hiện trong bảng 3.3 với mức ý nghĩa 95%. Phương trình hồi quy (4) phản ánh khá chính xác mô hình thực nghiệm, điều này được thể hiện qua các giá trị độ lệch chuẩn R² (0,982) và tính tương thích của mô hình Q² (0,814). Kiểm tra sự tương thích của phương trình theo tiêu chuẩn Fisher, giá trị F= 2,912; trong khi đó giá trị tra bảng F_{0,05(11,5)}=3,268; tức F < F_{tra} bảng, do đó phương trình tương thích thực nghiệm.

Bảng 3.3. Kiểm định tính ý nghĩa của các hằng số hồi quy theo tiêu chuẩn Student

	Hằng số hồi quy	Sai số chuẩn	Kiểm định ý nghĩa (P_value)
Biến số	1520,85	15,1202	4,81E-15
X ₁	81,9616	11,086	4,13E-05
X ₂	104,266	11,086	5,95E-06
X ₃	-128,233	11,086	1,05E-06
X ₁ ²	-64,9662	9,90952	0,000104
X ₂ ²	-78,4278	9,90952	2,41E-05
X ₃ ²	-95,405	9,90953	4,90E-06
X ₁ X ₂	-35,0551	15,3868	0,0487
X ₁ X ₃	-16,9777	15,3868	0,298483

X_2X_3	-49,2901	15,3868	0,010772
N=19	$Q^2=0,814$	RSD=37,0674	
DF=9	$R^2=0,982$		
$R^2 \text{ Adj}=0,964$		Độ tin cậy=0,95	

Để kiểm tra kết quả của mô hình, chúng tôi tiến hành thí nghiệm với các giá trị dự đoán để thu hàm lượng GABA cực đại. Kết quả theo như bảng 3.4, các thông số tối ưu hóa bao gồm: nhiệt độ 36,6°C, thời gian 14,5 giờ và pH ngâm đậu là 5,83; hàm lượng GABA thực nghiệm đạt được là 1638,67±21,2ppm. Trong khi đó hàm lượng GABA theo dự đoán của mô hình là 1646,29ppm. Như vậy, sự tương quan chặt chẽ giữa hai kết quả cho thấy sự tương thích giữa mô hình toán và thực nghiệm là tốt và sự tồn tại của điểm tối ưu là đáng tin cậy.

Bảng 3.4. Kết quả thực nghiệm tối ưu hóa

	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giờ)	pH	GABA (ppm)
Mô hình	36,551	14,52	5,83	1646,29
Thực nghiệm	36,6	14,5	5,83	1638,67

4.4. Khảo sát chế độ luộc đậu

Đậu sau này mầm được sấy ở 3 mức nhiệt độ: 50°C, 60°C và 70°C. Chúng tôi chọn thời điểm kết thúc quá trình sấy là khi độ ẩm của hạt dưới 7% - đây là độ ẩm yêu cầu để lưu trữ những sản phẩm dạng bột giàu protein (theo tiêu chuẩn cơ sở bột đậu xanh Bích Chi). Kết quả chỉ ra nhiệt độ sấy 50°C gây ra sự hao tổn hàm lượng GABA là thấp nhất so với các nhiệt độ khác (không biểu diễn dữ liệu ở đây). Sau 3 giờ sấy, độ ẩm sản phẩm thu được là 6,47% - đạt độ ẩm yêu cầu. Tuy nhiên, hàm lượng GABA lại hao tổn đáng kể, từ 1638,67 ppm (trước sấy)

giảm còn 370,56 ppm (sau sấy). Sự hao tổn này có thể là do phản ứng Maillard diễn ra trong suốt quá trình sấy. Các yếu tố chính ảnh hưởng đến phản ứng Maillard bao gồm: nước, nhiệt độ và pH của môi trường... Trước sấy, độ ẩm của hạt khoảng 66-70%, GABA cũng là một axit amin và nhóm amin nằm ở vị trí gamma, càng thuận tiện cho phản ứng Maillard diễn ra [15]. Trong khi đó, hàm lượng đường khử trong hạt vẫn còn rất cao (15g/100gCK). Các điều kiện môi trường thuận lợi giúp phản ứng Maillard diễn ra tốt.

Đậu sau sấy lại có mùi hăng khó chịu, và nhiệt độ sấy 50°C trong 3 giờ chưa đủ để tiêu diệt vi sinh vật. Do đó, chúng tôi thực hiện quá trình luộc đậu ở các nhiệt độ 70°C, 80°C và 90°C rồi sấy đậu ở 50°C để cải thiện các nhược điểm này. GABA là một axit amin nên dưới nhiệt độ cao nó có thể bị hao tổn. Kết quả được thể hiện trong bảng 3.5, kết quả GABA của hai nghiệm thức luộc 80°C và 70°C là không có sự khác biệt, tương ứng với 273,76±12,34ppm và 283,25±13,15ppm. Trong khi đó, hàm lượng GABA chỉ còn 208,67±12,11ppm tại nhiệt độ luộc 90°C.

Ngoài ra, chúng tôi cũng phân tích thêm một số chỉ tiêu hóa lý khác liên quan đến chức năng bột để so sánh sự khác nhau giữa bột đậu không luộc và có luộc. Chỉ số WAC đánh giá đến khả năng giữ nước của bột, chỉ số WSI xác định thể tích chiếm chỗ của tinh bột khi nó trương nở trong nước và chỉ ra sự nguyên vẹn của tinh bột trong pha phân tán (dung dịch nước). Hay nói cách khác, nó liên quan đến đặc tính hút nước và sự gel hóa của các đại phân tử, như tinh bột và protein có trong bột. Và chỉ số WSI chỉ ra sự hòa tan của các phân tử, chỉ số WSI càng cao tức các phân tử hòa tan vào dung dịch càng nhiều [2], [15].

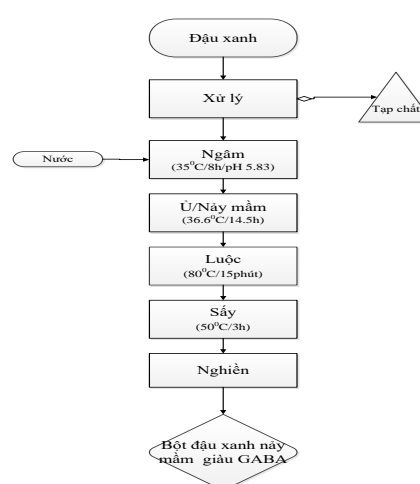
Bảng 3.5. Kết quả hàm lượng GABA và các chỉ số hóa lý khác của bột đậu xanh nảy mầm

	Đậu nguyên liệu	Đậu không luộc	Luộc 70°C	Luộc 80°C	Luộc 90°C
GABA (ppm)	59,45 ^a	370,56 ^b	283,25 ^c	273,76 ^c	208,67 ^d
WAC	1,38 ^a	2,36 ^b	3,27 ^c	3,65 ^d	3,74 ^d
WAI (g/g)	5,56 ^a	6,37 ^b	8,27 ^c	8,23 ^c	8,04 ^c
WSI (%)	13,13 ^a	17,31 ^b	19,87 ^c	21,43 ^d	22,07 ^e
L*	-	87,27 ^a	78,36 ^b	76,35 ^c	75,07 ^c
a*	-	-0,31 ^a	0,77 ^b	1,87 ^c	2,25 ^d
b*	-	14,52 ^a	22,38 ^b	22,74 ^b	23,27 ^b

Kết quả được chỉ ra trong bảng 3.5, cả ba chỉ số này đều tăng lên và có sự khác biệt có ý nghĩa so với đậu không thực hiện luộc trước sấy. Bên cạnh đó, chúng tôi nhận thấy rất rõ bột đậu xanh có thực hiện quá trình luộc cải thiện rất nhiều về màu sắc. Bột đậu thu được vàng và óng đỏ hơn hẳn, bột tơi xốp hơn. Từ kết quả đo màu, L* có khuynh hướng giảm, tức độ sáng giảm và chỉ số b* tăng lên, tức màu đỏ thể hiện rõ nét hơn. Do đó bột đậu thu được có màu vàng óng đỏ, tăng giá trị cảm quan. Như vậy, quá trình luộc đậu làm giảm đi hàm lượng GABA so với đậu không luộc. Tuy nhiên, để đảm bảo an toàn vi sinh cho sản phẩm, và cải thiện các chỉ tiêu liên quan chức năng của bột, chúng tôi chọn ra nghiệm thức luộc 80°C trong nước nóng 15 phút, sấy ở nhiệt độ 50°C làm nghiệm thức tốt nhất để giữ lại hàm lượng GABA và bổ sung vào quy trình sản xuất bột đậu xanh nảy mầm giàu GABA (hình 5).

5. KẾT LUẬN

Các yếu tố pH nước ngâm, nhiệt độ và thời gian nảy mầm có ảnh hưởng quan trọng đến sự tích lũy hàm lượng GABA trên hạt đậu xanh trong quá trình nảy mầm.

**Hình 5.** Quy trình sản xuất bột đậu xanh nảy mầm giàu GABA được đề xuất

Kết quả trong nghiên cứu cho thấy dưới điều kiện nảy mầm hypoxia-anaerobic, hàm lượng GABA thu được cao nhất là 1638,67ppm tại các giá trị tối ưu tương ứng: pH 5,83, nhiệt độ 36,6°C, và thời gian 14,5 giờ. Sự tăng hàm lượng GABA đáng kể so với đậu nguyên liệu. Tuy nhiên, sau khi sấy đậu ở 50°C trong 3 giờ, hàm lượng GABA lại hao tổn một cách đáng kể, giảm xấp xỉ 4,43 (không luộc) và 5,99 lần (có luộc). Song, chúng tôi ưu tiên chọn kết quả đậu có trải qua quá trình luộc mặc dù công đoạn này

làm giảm khoảng 26,2% GABA so với đậu không luộc trước khi sấy. Lý do chọn mẫu này là bột đậu (có luộc) có mức độ an toàn vi sinh và mức độ dễ hòa tan cao hơn, cải thiện một số đặc tính hóa lý của bột như: các chỉ số WAC, WSI, WAI, các chỉ số màu.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi trường đại học Bách Khoa-ĐHQG-HCM trong khuôn khổ đề tài mã số TSDH-2015-KTHH-64.

Study of boosting *gamma*-Aminobutyric acid (GABA) content in germinated mung bean under hypoxia-anaerobic condition and evaluating the loss of GABA after boiling

- **Truong Nhat Trung**
- **Dong Thi Anh Dao**

Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT

In this study, we investigated some factors effected on GABA stimulation under hypoxia-anaerobic condition and evaluated the loss rate of GABA amount after boiling and drying. These factors include pH soaking water, temperature and time germination. We also carried out the germinated optimization based on above factors. The results showed the optimal conditions included: temperature was 36.6°C, time was

14.5 hours and pH was 5.83. The highest GABA was 1638.67ppm and higher 27.55 times than raw material. Seeds (after germinating) were boiled at 80°C in 15 minutes and dried at 50°C in 3 hours. Finally, we ground it to recover the germinated mung bean powder which moisture content was 6.13% and GABA content was 273.76ppm - 4.6 times higher than the raw powder.

Keywords: GABA, mung bean, germinated, hypoxia-anaerobic

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Abdou AM, Higashiguchi S, Horie K, Kim M, Hatta H, Yokogoshi H, *Relaxation and immunity enhancement effects of gamma-aminobutyric acid (GABA) administration in humans*, *Biofactors*, 26, 201–208 (2006).
- [2]. Kaur M, Singh N, *Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (Cicer arietinum L.) cultivars*, *Food Chemistry*, 91(3), 403–411 (2005).
- [3]. Moongngarm, A. and Saetung, N, *Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice*, *Food Chem*, 122(3), 782-788 (2010).
- [4]. Chung, H.J., Jang, S.H., Cho, H.Y., and Lim, S.T, *Effects of steeping and anaerobic treatment on GABA (γ -aminobutyric acid) content in germinated waxy hull-less barley*, *LWT - Food Science and Technology*, 42, 1712–1716 (2009).
- [5]. Kasarin Tiansawang, Pairoj Luangpituksa, Warunee Varanyanond, and Chanida Hansawasdi, *GABA (Gamma-amino butyric acid) production of mung bean (Phaseolus aureus) during germination and the cooking effect*, *Suranaree J. Sci. Technol*, 21(4), 307-313 (2014).
- [6]. Shelp, B. J., Brown, A. W., & McLean, M. D, *Metabolism and functions of gamma-aminobutyric acid*, *Trends in Plant Science*, 4, 446–452 (1999).
- [7]. Shozaburo Kitaoka và Yoshihisa Nakano. *Colorimetric Determination of ω -Amino Acids*. *The Journal of Biochemistry*, 66, No. I (1959).
- [8]. Qian Zhang, Jun Xiang, Lizhen Zhang, Xiaofeng Zhu, Jochem Evers, Wopke van der Werf, Liusheng Duan, *Optimizing soaking and germination conditions to improve gamma-aminobutyric acid content in japonica and indica germinated brown rice*, *Journal of functional foods*, 10, 283-291 (2014).
- [9]. Xu, Y., Shi, G. X., Ding, C. X., & Xu, X. Y, *Polyamine metabolism and physiological responses of Potamogeton crispus leaves under lead stress*, *Russian Journal of Plant Physiology*, 58(3), 460–466 (2011).
- [10]. Bown AW, Shelp BJ, *The metabolism and functions of gamma-aminobutyric acid*, *Plant Physiol*, 115, 1-5 (1997).
- [11]. Guo YX, Chen H, Song Y, Gu ZX, *Effects of soaking and aeration treatment on γ -aminobutyric acid accumulation in germinated soybean (Glycine max L.)*, *European Food Research and Technology*, 232 (5), 787-795 (2011).
- [12]. Busch, K. B., & Fromm, H, *Plant succinic semialdehyde dehydrogenase: Cloning, purification, localization in mitochondria, and regulation by adenine nucleotides*. *Plant Physiology*, 121(2), 589–597 (1999).
- [13]. Kurkdjian A, Guern J, *Intracellular pH: measurement and importance in cell activity*, *Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 40, 271-303 (1989).
- [14]. Du, S.K., H. Jiang, X. Yu and J.L. Jane, *Physicochemical and functional properties of whole legume flour*, *LWT- Food Science Technol*, 55, 308–313 (2014).
- [15]. Lê Ngọc Tú, *Hóa Sinh Công nghiệp*, NXB KHKT (1998).