

NGHIÊN CỨU SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA SÓNG SIÊU ÂM ĐẾN TỐC ĐỘ NẢY MẦM CỦA HẠT ĐẬU VÀ SỰ THAY ĐỔI HÀM LƯỢNG PROTEIN, CHẤT BÉO TRONG QUÁ TRÌNH HẠT NẢY MẦM

STUDYING THE EFFECT OF ULTRASONIC WAVES ON THE GERMINATION RATE OF BEANS SEED AND THE CHANGE OF PROTEIN AND FAT CONTENT IN THE BEANS SEED DURING GERMINATION PROCESS

Nguyễn Thị Thu Phương^{1,*}, Trần Quang Hải¹, Nguyễn Thị Thoa¹, Nguyễn Mạnh Hà¹, Đào Thu Hà¹, Nguyễn Trường Giang²

DOI: <http://doi.org/10.57001/huiv5804.2024.101>

TÓM TẮT

Ảnh hưởng của phương pháp xử lý siêu âm đến sự nảy mầm của hạt đậu đã được xác định. Kết quả cho thấy sóng siêu âm làm tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt với điều kiện thích hợp: thời gian siêu âm 5 - 10 phút, nhiệt độ siêu âm 30°C ở tần số 37kHz. Quá trình nảy mầm đã làm thay đổi chất dinh dưỡng của hạt đậu: sau 5 ngày nảy mầm hàm lượng protein của hạt tăng từ 19,42% - 28,41% và hàm lượng chất béo giảm từ 1,19% - 0,74%.

Từ khóa: Hạt đậu xanh, xử lý siêu âm, sự nảy mầm, protein và chất béo

ABSTRACT

The effects of ultrasonic treatments on the germination of green bean seeds were determined. The results show that the ultrasonic waves increase the germination rate of seeds with optimal conditions: sonication time of 5 - 10 min, a sonication temperature of 30 °C, frequency of 37kHz. Germination process improved the nutrient of the bean seeds: after 5 days of germination its protein content increased from 19.42% - 28.41%, fat content reduced from 1.19% - 0.74%.

Keywords: Green bean seeds, ultrasonic treatments, germination, protein and fat.

¹Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Lớp Công nghệ Thực phẩm - K14, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: phuongnguyen@hauivn.edu.vn

Ngày nhận bài: 01/9/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 25/12/2023

Ngày chấp nhận đăng: 25/3/2024

1. MỞ ĐẦU

Đậu đỗ được coi là một trong các loại thực phẩm quý vì có giá trị dinh dưỡng cao, giàu đạm protein đem lại nhiều lợi ích về sức khỏe, giá trị dinh dưỡng cho con người. Trong đậu đỗ nảy mầm có sự gia tăng đáng kể các hợp chất phenolic có các hoạt tính sinh học như hoạt tính chống oxy hóa, đặc tính chống ung thư, tác dụng kháng khuẩn, kích thích hệ

thống miễn dịch và điều hòa chuyển hóa nội tiết tố. Đã có nhiều kỹ thuật nảy mầm khác nhau để cải thiện thời gian, hiệu suất nảy mầm cũng như nâng cao thành phần dinh dưỡng và thành phần có hoạt tính sinh học trong các loại hạt đậu đỗ, trong đó kỹ thuật xử lý siêu âm là một kỹ thuật hiệu quả cao đã được sử dụng do tính đơn giản, ít chi phí, đa năng, hiệu quả cao và an toàn với môi trường.

Ở Việt Nam, ảnh hưởng của sóng siêu âm tới tốc độ nảy mầm và sự gia tăng hàm lượng các chất dinh dưỡng, chất có tính oxi hóa trong các mầm hạt đậu thì chưa được công bố rộng rãi. Nhóm tác giả Phạm Thị Tố Quyên đã khảo sát sự ảnh hưởng của thời gian nảy mầm đến sự thay đổi hàm lượng các chất có hoạt tính sinh học trong đậu xanh (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) gồm hàm lượng polyphenol (TPC), flavonoid (TFC) và vitamin C trong đậu xanh [1]. Tác giả Vũ Thùy Anh và cộng sự cũng đã công bố kết quả nghiên cứu cho thấy hạt đậu xanh nảy mầm là nguồn thực phẩm giàu các hợp chất sinh học như gamma aminobutyric acid và polyphenol [2]. Nghiên cứu của nhóm tác giả Nguyễn Văn Lâm và cộng sự về ảnh hưởng của nhiệt độ ngâm đến khả năng nảy mầm và ảnh hưởng của điều kiện chiếu sáng và cũng như gian đến hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của hai loại đậu tương, đậu xanh [3]. Tác giả Lê Thị Hải, Lưu Thị Diệu Huyền đã nghiên cứu ảnh hưởng sóng siêu âm đến hàm lượng phenolic trong đậu đen, kết quả cho thấy sau khi đậu đen nảy mầm dưới tác dụng của sóng siêu âm, hàm lượng phenolic đã tăng lên đáng kể [4].

Trên thế giới, tác giả Abd El-Moneim và cộng sự đã nghiên cứu ảnh hưởng của sóng siêu âm đến sự nảy mầm và hàm lượng các thành phần dinh dưỡng của hạt lúa miến. Kết quả cho thấy những thay đổi trong protein thô, axit amin tự do, thành phần axit amin, độ hòa tan protein, phân đoạn protein và protein. Sau khi nảy mầm, hàm lượng protein thô đã giảm và hàm lượng các axit amin tự do tăng [6]. Tác giả Soheila Lahijanian và cộng sự nghiên cứu cho thấy khi có tác dụng của sóng siêu âm có thể tăng cường

tốc độ nảy mầm của hạt đậu thông thường thông qua việc tạo ra các lỗ xốp siêu nhỏ trên vỏ hạt và làm suy yếu độ cứng thành tế bào của tế bào lá mầm, dẫn đến hạt bị thấm nước nhanh hơn và cao hơn. Kết quả là sự mở rộng của các tế bào, dẫn đến sự giải phóng nhanh hơn của α -amylase, tăng tốc độ thủy phân tinh bột và tăng tốc độ nảy mầm. Đồng thời sau khi nảy mầm hàm lượng protein tăng lên đáng kể [7]. Nhóm tác giả Mariah Benine Ramos Silva đưa ra kết quả khi nảy mầm hạt đậu dưới tác dụng của sóng siêu âm, mầm của hạt đậu có thành phần hóa học như hàm lượng β -glycoside, malonylglycoside, aglycones, tổng isoflavone và vitamin C cao hơn so với đậu chưa nảy mầm. Trong điều kiện nảy mầm thích hợp có thể tạo ra mầm đậu tương có đặc tính vật lý tốt hơn, năng suất cao hơn, hàm lượng isoflavone, aglycone, vitamin C cao hơn [8].

Trong bài báo này, chúng tôi tiến hành nghiên cứu sự ảnh hưởng của sóng siêu âm và các điều kiện như nhiệt độ, thời gian siêu âm tới quá trình nảy mầm của hạt đậu đồng thời theo dõi sự biến đổi hàm lượng protein và chất béo trong quá trình nảy mầm của hạt đậu nhằm nâng cao hiệu quả nảy mầm của hạt đậu, từ đó định hướng sử dụng hạt mầm như một nguyên liệu cung cấp nguồn dinh dưỡng thực vật tốt cho sức khỏe con người với chi phí thấp.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Thiết bị

Cân phân tích sai số $\pm 0,0001g$ (Sartorius, Đức), tủ sấy (Mettler, Đức), máy rung siêu âm Elmasonic (Elma/ Đức), thiết bị xử lý mẫu DKL8 (Velp, Italia) và thiết bị phân tích đạm UDK 129 (Velp, Italia), bộ phân tích chất béo Soxhlet.

2.2. Thiết kế hệ thống nảy mầm hạt đậu xanh

Ở điều kiện nảy mầm không có sóng siêu âm:

Bước 1: Chuẩn bị các cốc thủy tinh loại 250ml được đánh số tương ứng. Cân chính xác khoảng 15,000g đậu cho vào mỗi cốc thủy tinh, cho nước cất đến 1/3 cốc, cho vào bể điều nhiệt. Sau khoảng thời gian lấy ra cốc ở bể điều nhiệt ra.

Bước 2: Đổ các mẫu đậu ra giá nhựa đã lót giấy đa năng. Hạt đậu được cho ra các giá nhựa đã lót giấy đa năng phải san đều trên bề mặt giấy cho vào khay nhựa đã được phủ 1 lớp nước cất mỏng và để trong bóng tối. Thực hiện tưới nước cất đều đặn ngày 2 lần để đảm bảo hạt đậu không bị khô.

Ở điều kiện nảy mầm có hỗ trợ của sóng siêu âm:

Bước 1: Chuẩn bị các cốc thủy tinh loại 250ml được đánh số tương ứng. Cân chính xác khoảng 15,000g đậu cho vào mỗi cốc thủy tinh, cho nước cất đến 1/3 cốc, cho vào bể rung siêu âm, cài đặt thông số tương ứng. Sau khoảng thời gian lấy ra cốc ở bể rung siêu âm ra.

Bước 2: Đổ các mẫu đậu ra giá nhựa đã lót giấy đa năng. Hạt đậu được cho ra các giá nhựa đã lót giấy đa năng phải san đều trên bề mặt giấy cho vào khay nhựa đã được phủ 1 lớp nước cất mỏng và để trong bóng tối. Thực hiện tưới nước cất đều đặn ngày 2 lần để đảm bảo hạt đậu không bị khô.

2.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ siêu âm với quá trình nảy mầm của đậu

Nhiệt độ ảnh hưởng lớn tới quá trình nảy mầm, vì vậy chúng tôi nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian tới quá trình nảy mầm của hạt đậu.

Tất cả các thí nghiệm bước 1 mục 2.2. trong điều kiện không có và có sự hỗ trợ của sóng siêu âm khi ngâm hạt trong nước được tiến hành ở nhiệt độ 25°C, 30°C và 35°C trong thời gian cố định 5 phút, tần số siêu âm 37kHz để khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ đối với quá trình nảy mầm của hạt đậu.

Sau đó tiếp tục thực hiện bước 2. Định kì tiến hành đánh giá hiệu suất nảy mầm của hạt đậu bằng cách đếm số hạt nảy mầm trên tổng số hạt ban đầu, tính toán hiệu suất nảy mầm trong các ngày nghiên cứu.

2.4. Ảnh hưởng của thời gian siêu âm tới quá trình nảy mầm của đậu

Tất cả các thí nghiệm ở mục 2.2 trong điều kiện không có và có sự hỗ trợ của sóng siêu âm khi ngâm hạt trong nước được tiến hành ở nhiệt độ cố định 30°C, tần số siêu âm 37kHz nhưng thời gian thay đổi lần lượt là 5, 10, 15, 20 phút để khảo sát ảnh hưởng của thời gian siêu âm đối với quá trình nảy mầm của hạt đậu.

Sau đó tiếp tục thực hiện bước 2. Định kì tiến hành đánh giá hiệu suất nảy mầm của hạt đậu bằng cách đếm số hạt nảy mầm trên tổng số hạt ban đầu, tính toán hiệu suất nảy mầm trong các ngày nghiên cứu.

2.5. Phân tích hàm lượng protein trong mẫu

Tiến hành phân tích hàm lượng protein theo phương pháp Kjeldahl của hạt đậu trước khi nảy mầm và sau khi nảy mầm 1, 2, 3, 4, 5 ngày ở các điều kiện thích hợp dưới sự hỗ trợ của sóng siêu âm [9].

Xử lý mẫu và phá mẫu: Sấy mẫu trước khi nảy mầm và sau khi nảy mầm ở 105°C đến khối lượng không đổi. Để nguội, nghiền mẫu sấy bằng bộ chày cối sứ. Cân chính xác khoảng 1,0000g $\pm 0,1mg$ cho vào ống phá mẫu. Thêm 20ml H_2SO_4 đặc (96 - 98%) và thêm 5 viên đá bọt, 0,3g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ và 10g K_2SO_4 . Thực hiện phá mẫu bằng thiết bị phá mẫu Velp DKL 8 và thực hiện ở 420°C trong 120 phút, làm nguội ống nghiệm đến 50 - 60°C.

Chưng cất - chuẩn độ: Đặt ống nghiệm có mẫu đã phân hủy vào thiết bị Velp UDK 159. Cài đặt các thông số cần cho quá trình phân tích: $V_{H_2O} = 50ml$; $V_{H_3BO_3} = 30ml$; $V_{NaOH\ 30\%} = 50ml$; Chất chuẩn HCl 0,2N. Ghi thể tích HCl tiêu tốn.

2.6. Phân tích hàm lượng lipit trong mẫu

Tiến hành phân tích hàm lượng lipit theo phương pháp Soxhlet trong hạt đậu trước khi nảy mầm và sau khi nảy mầm 1, 2, 3, 4, 5 ngày ở các điều kiện thích hợp dưới sự hỗ trợ của sóng siêu âm [10].

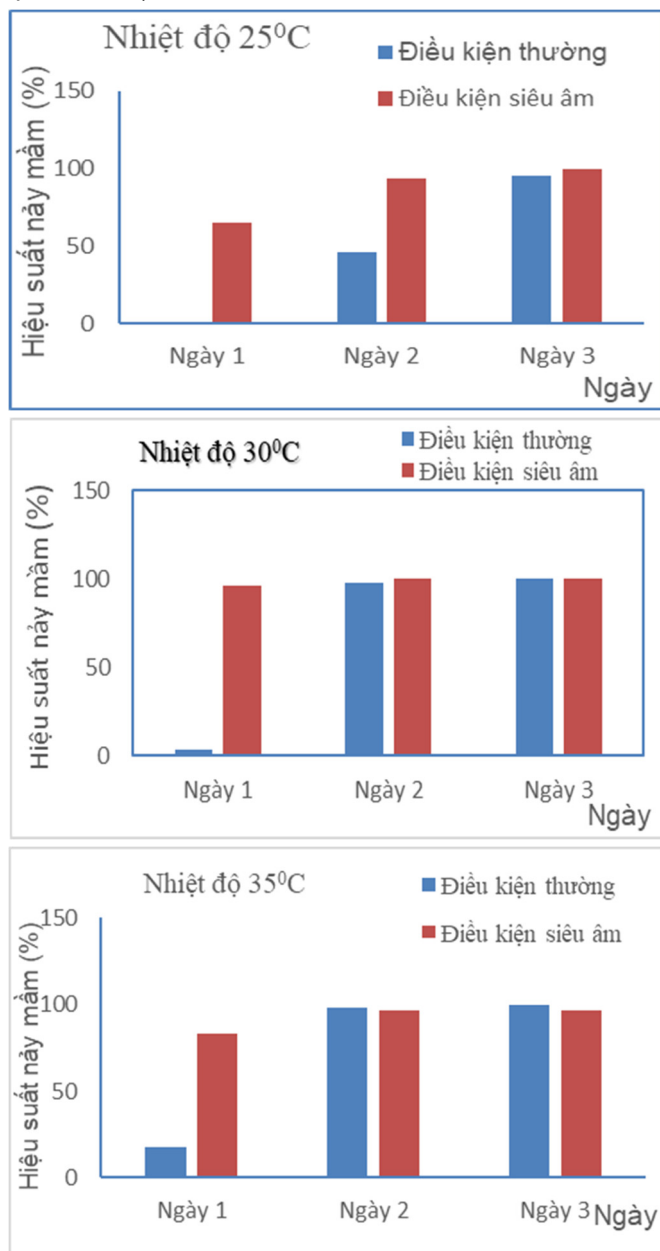
Sấy mẫu trước khi nảy mầm và sau khi nảy mầm ở 105°C đến khối lượng không đổi. Để nguội, nghiền mẫu sấy bằng bộ chày cối sứ. Cân chính xác khoảng 3,0000g mẫu cho vào giấy lọc khô, gấp lại đặt vào ống chiết chất béo Soxhlet.

Đặt ống giấy chứa mẫu vào phần giữa bộ Soxhlet, lắp bình cầu khô ở phía dưới, đổ ete etylic ngập ống giấy chứa mẫu và cao hơn ống hồi lưu. Bộ Soxhlet được lắp trên bộ chưng cất cách thủy. Tiến hành quá trình chiết tới khi chiết hết lipid. cất thu hồi ete etylic trong bình cầu. Đặt bình cầu trong tủ sấy ở nhiệt độ 105°C, sấy đến khối lượng không đổi. Để nguội, cân bình cầu để xác định hàm lượng lipid có trong mẫu.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ siêu âm tới quá trình nảy mầm

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ siêu âm tới quá trình nảy mầm được thể hiện ở hình 1.



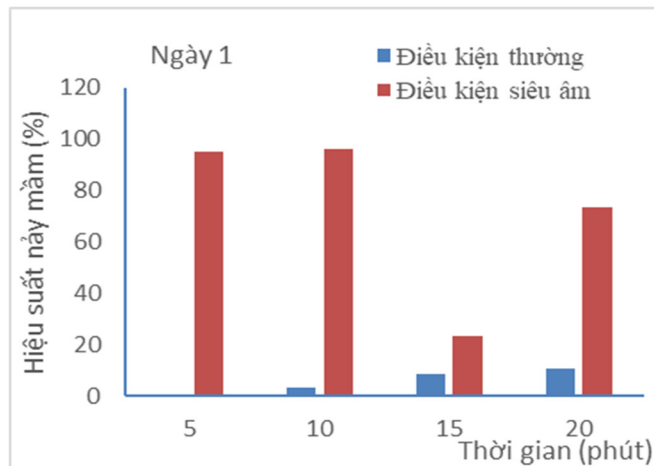
Hình 1. Hiệu suất nảy mầm của mẫu tại các nhiệt độ siêu âm khác nhau

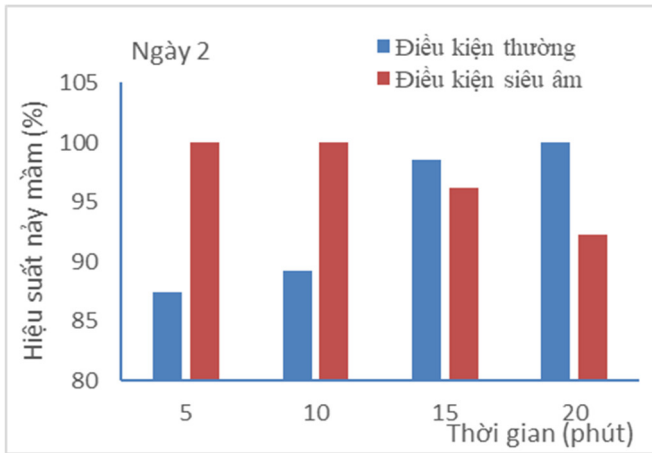
Kết quả cho thấy, ở nhiệt độ siêu âm ảnh hưởng rõ rệt đến sự gia tăng hiệu suất nảy mầm khi sử dụng sóng siêu âm

so với không sử dụng sóng siêu âm, đặc biệt ở ngày thứ nhất của quá trình nảy mầm. Khi nhiệt độ 30°C có sự hỗ trợ của sóng siêu âm, hiệu suất nảy mầm tăng đáng kể. Như vậy sóng siêu âm đã kích thích sự nảy mầm của hạt đậu. Điều này được giải thích là do hạt nảy mầm cần nước, oxy và nhiệt độ nhất định. Bên ngoài hạt là một lớp vỏ dày chắc, có thể bảo vệ cho mầm khỏi bị tổn thương nhưng lớp vỏ này có tính thấm nước và thông khí không tốt. Khi dùng sóng siêu âm chiếu vào hạt ngâm trong nước ở nhiệt độ thích hợp, những dao động siêu âm và dưới tác dụng của nhiệt độ làm tăng tốc các phản ứng trao đổi chất, làm tăng tính thấm nước và thông khí của lớp vỏ tăng lên rất mạnh, từ đó làm cho hạt hấp thu nước một cách dễ dàng và lớp vỏ cũng được giãn ra giúp hạt đẩy nhanh quá trình nảy mầm, vì vậy có thể nảy mầm sớm [5]. Tuy nhiên, khi nhiệt độ cao đến 35°C sự nảy mầm lại giảm, có thể do nhiệt độ cao đã ảnh hưởng tới cấu trúc tế bào và mô của hạt đậu làm giảm khả năng nảy mầm của hạt đậu. Vì vậy, chúng tôi lựa chọn nhiệt độ siêu âm phù hợp là 30°C.

3.2. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian siêu âm tới quá trình nảy mầm

Từ dữ liệu thu được từ hình 2 cho thấy khi thời gian siêu âm từ 5 - 10 phút, sau 1 ngày, 2 ngày hiệu suất nảy mầm rất cao và cao hơn hẳn so với không có sóng siêu âm. Khi thời gian siêu âm từ 5 - 10 phút thì hiệu suất nảy mầm đã đạt 100% ngay ở ngày thứ 2, cao hơn hẳn so với không có sóng siêu âm với cùng mốc thời gian. Từ ngày thứ 3 tất cả các hạt đã nảy mầm và tiếp tục phát triển mầm dài hơn. Theo tác giả Abd El-Moneim, khi sử dụng sóng siêu âm để kích thích hạt nảy mầm, tần số siêu âm tỷ lệ nghịch với kích thước bong bóng của hạt. Do đó, siêu âm có tần số nhỏ trong thời gian thích hợp sẽ tạo ra các bong bóng lớn, khi đó hiện tượng sủi bong bóng diễn ra mạnh mẽ. Cường độ siêu âm nhỏ thì số lần bong bóng giãn ra và nén lại sẽ tăng lên làm hạt trương lên, độ ẩm trong hạt lúc cao hơn, lúc này hạt có thể nảy mầm. Khi ấy tinh bột trong phôi bị phân giải thành những chất đơn giản, dễ tan cung cấp môi trường để mầm phát triển. Kích thích hạt nảy mầm bằng siêu âm là để gia tăng hoạt động của các enzym như α -amylase, enzym này tham gia trao đổi chất và kích thích sự nảy mầm [6].



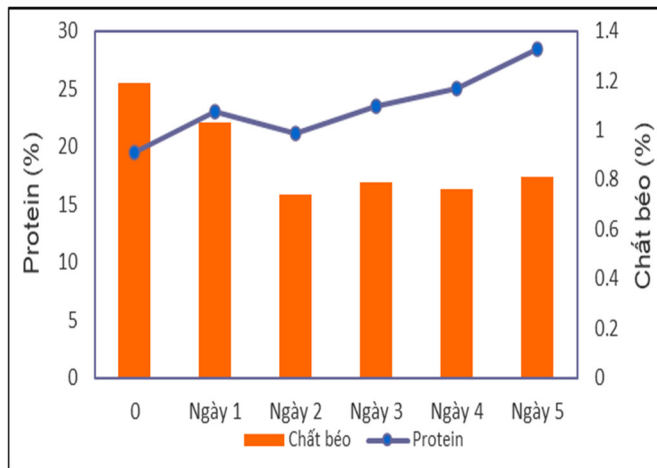


Hình 2. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian siêu âm tới quá trình nảy mầm

Tuy nhiên khi thời gian siêu âm kéo dài từ 15 - 20 phút thì tác dụng trở nên tiêu cực khi sử dụng sóng siêu âm, một số hạt đậu bị vỡ ra ngay sau khi lấy mẫu ra khỏi bể siêu âm, sau 1 - 2 ngày hiệu suất nảy mầm thấp hơn nhiều so với thời gian siêu âm từ 5 - 10 phút (ở ngày thứ nhất) cũng như so với ở cùng điều kiện nhưng không sử dụng sóng siêu âm (ở ngày thứ 2) do các hạt bị vỡ không nảy mầm được. Vì vậy, chúng tôi lựa chọn thời gian siêu âm phù hợp là 5 - 10 phút.

3.3. Kết quả phân tích hàm lượng protein và hàm lượng lipid trong mẫu

Kết quả phân tích hàm lượng protein và hàm lượng lipid trong mẫu được thể hiện ở hình 3.



Hình 3. Sự thay đổi hàm lượng protein và chất béo trong quá trình hạt nảy mầm

Kết quả cho thấy sau khi nảy mầm, hàm lượng protein trong mẫu sau 5 ngày nảy mầm đã tăng đáng kể (tăng từ 19,42% - 28,41%), đồng thời hàm lượng chất béo giảm đi khá nhiều (giảm từ 1,19% - 0,74%). Như vậy dinh dưỡng của hạt đậu nảy mầm đã được cải thiện theo hướng rất có lợi cho sức khỏe. So sánh với nghiên cứu [11] đối với đậu xanh chỉ nảy mầm ở điều kiện thường không có sóng siêu âm, hàm lượng protein tăng từ 19,87% lên 20,88% và hàm lượng chất béo giảm từ 1,25% xuống 1,03% ở hạt đậu ban đầu tới giai đoạn mầm từ 1 - 2cm cho thấy: Hạt đậu xanh

nảy mầm dưới tác dụng của sóng siêu âm giúp tăng hàm lượng chất đạm lên cao hơn và giảm hàm lượng chất béo tốt hơn so với nảy mầm ở điều kiện thường không có sóng siêu âm.

Hàm lượng Protein cũng đã được báo cáo là tăng khi nảy mầm tùy thuộc vào loại ngũ cốc/hạt theo nghiên cứu [12]. Sự gia tăng hàm lượng protein có thể do trong quá trình nảy mầm, tốc độ tổng hợp protein cao hơn tốc độ phân hủy protein. Hàm lượng chất béo bị giảm có thể là do quá trình thủy phân và sử dụng chất béo làm nguồn năng lượng cho các phản ứng sinh hóa trong quá trình nảy mầm [12].

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã lựa chọn nhiệt độ nảy mầm cho hạt đậu xanh phù hợp là 30°C có sử dụng sóng siêu âm tần số 37kHz trong thời gian 5 - 10 phút làm tăng tốc độ nảy mầm một cách đáng kể so với không có sóng siêu âm. Ở điều kiện này, sau 5 ngày nảy mầm dinh dưỡng của hạt mầm so với hạt thô ban đầu đã có sự tăng đáng kể hàm lượng protein và sự giảm hàm lượng chất béo theo hướng có lợi cho sức khỏe. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc tác dụng sóng siêu âm vào quá trình kích thích sự nảy mầm của hạt, rút ngắn thời gian và tăng hiệu suất nảy mầm của hạt, từ đó giúp tăng hiệu quả kinh tế, giảm thiểu thời gian sản xuất với chi phí thấp. Nghiên cứu này mở ra các hướng nghiên cứu mới để sản xuất thực phẩm từ hạt mầm như một nguyên liệu cung cấp nguồn dinh dưỡng thực vật tốt cho sức khỏe con người.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Thị To Quyên, Ngô Duy Anh Triết, "A study of the influence of germination time to bioactive compounds of mung bean (*Vigna radiata*)," in *Proceedings of the Scientific Conference of Ho Chi Minh City University of Food Industry*, Ho Chi Minh City, 2018.
- [2]. Vu Thuy Anh, Kha Chan Tuyen, Phan Tai Huan, "Effects of soaking and germination conditions on gamma - aminobutyric acid and total phenolic content in germinated mung bean," *The Journal of Agriculture and Development*, 18(2), 112-118, 2019.
- [3]. Nguyen Van Lam, Nguyen Thi Thanh, "Changes of Developmental Indices, Total Polyphenol Contents and Antioxidant Activities of Soybean and Mung Bean During Germination," *Vietnam J. Agri. Sci.*, 16, 12, 1103-1111, 2018.
- [4]. Le Thi Hai, Luu Thi Dieu Huyen, *Effect of ultrasound waves on phenolic content in black beans*. Scientific research report, Lac Hong University, 2013.
- [5]. M. Yaldagard, S.A. Mortazavi, F. Tabatabaie, "Influence of ultrasonic stimulation on the germination of barley seed and its alpha-amylase activity," *African Journal of Biotechnology*, 7(14), 2465-2471, 2008.
- [6]. Abd El-Moneim, M. R. Afify, Hossam S. El-Beltagi, Samiha M. Abd El-Salam, Azza A. Omran, "Protein Solubility, Digestibility and Fractionation after Germination of Sorghum Varieties," *PLoS ONE* 7(2): e31154, 2012. doi:10.1371/journal.pone.0031154.
- [7]. Soheila Lahijanian, Meisam Nazari, "Increasing Germination Speed of Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) Seeds by Ultrasound Treatments," *Seed Technology*, 38 (1), 49-55, 2017.

[8]. Mariah Benine Ramos Silva, Rodrigo Santos Leite, Marcelo Álvares de Oliveira, Elza Louko Ida, "Germination conditions influence the physical characteristics, isoflavones, and vitamin C of soybean sprouts," *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.55, e01409, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01409>.

[9]. TCVN 8125:2015, ISO 20483:2013, Cereals and pulses - Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content - Kjeldahl method.

[10]. TCVN 4295:2009, Pea beans - Test methods

[11]. Nguyen Thi Tuyet, Nguyen Thi Lanh, *Research on the process of producing nutritional powder from sprouted green beans*. Ba Ria Vung Tau Science and Technology Information, 3, 14-17, 2019.

[12]. Smith G. Nkhata, Emmanuel Ayua, Elijah H. Kamau, Jean-Bosco Shingiro, "Fermentation and germination improve nutritional value of cereals and legumes through activation of endogenous enzymes," *Food Science Nutrition*, 6:2446-2458, 2018.

AUTHORS INFORMATION

**Nguyen Thi Thu Phuong¹, Tran Quang Hai¹, Nguyen Thi Thoa¹,
Nguyen Manh Ha¹, Dao Thu Ha¹, Nguyen Truong Giang²**

¹Faculty of Chemical Technology, Hanoi University of Industry, Vietnam

²Food Technology Class - K14, Hanoi University of Industry, Vietnam