

SỰ BIẾN ĐỔI CHỈ TIÊU PHÁT TRIỂN, HÀM LƯỢNG POLYPHENOL VÀ KHẢ NĂNG KHÁNG OXY HÓA CỦA ĐẬU TƯƠNG VÀ ĐẬU XANH TRONG QUÁ TRÌNH NẤY MẦM

Nguyễn Văn Lâm^{1*}, Nguyễn Thị Thanh²

¹*Khoa Công nghệ thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

²*Tokyo International Language Acedamy, 1-31-10 Asakusabashi Taitouku, Tokyo, Nhật Bản*

*Tác giả liên hệ: nvlamcntp@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 01.01.2019

Ngày chấp nhận đăng: 05.03.2019

TÓM TẮT

Nghiên cứu thực hiện với mục đích xác định ảnh hưởng của nhiệt độ ngâm đến khả năng nảy mầm và ảnh hưởng của điều kiện chiếu sáng và cũng như thời gian đến hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của hai loại đậu tương, đậu xanh. Hạt được ngâm ở năm nhiệt độ (25, 30, 35, 40 và 45°C) để xác định nhiệt độ thích hợp nhất và hạt nảy mầm được tiến hành ở điều kiện chiếu sáng và bóng tối. Hàm lượng polyphenol và hoạt tính kháng oxy hóa được đo bằng phương pháp Folin-Ciocalteu và DPPH. Kết quả cho thấy 30°C là nhiệt độ ngâm thích hợp nhất vì cho tỉ lệ nảy mầm, chiều dài mầm và khối lượng mầm cao nhất. Hàm lượng polyphenol của hai loại đậu tăng theo thời gian nảy mầm, trong đó ở đậu xanh tăng mạnh hơn. Ở điều kiện không chiếu sáng, hàm lượng polyphenol đậu xanh tăng từ 0,5 mg GAE/g CK ở hạt nguyên liệu lên 4,9 mg GAE/g CK ở ngày 5, trong khi hàm lượng polyphenol đậu tương tăng từ 1,0 mg GAE/g CK ở hạt nguyên liệu lên 3,4 mg GAE/g CK ở ngày 5. Hoạt tính kháng oxy hóa cũng tăng lên từ 0,12 $\mu\text{mol TE/g CK}$ và 1,3 $\mu\text{mol TE/g CK}$ ở hạt nguyên liệu đậu xanh và đậu tương lên 4,8 và 3,2 $\mu\text{mol TE/g CK}$ ở ngày 5 trong điều kiện bóng tối. Như vậy hạt đậu nảy mầm làm tăng hàm lượng polyphenol và hoạt tính kháng oxy hóa.

Từ khóa: Đậu tương (*Glycine max* L.), đậu xanh (*Vigna radiata* L.), hoạt tính kháng oxy hóa, nảy mầm, polyphenol.

Changes of Developmental Indices, Total Polyphenol Contents and Antioxidant Activities of Soybean and Mung Bean During Germination

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effect of soaking temperature on germination and the effect of light exposure conditions and time on the polyphenol content and antioxidant activity of germinated soybean and mungbean seeds. Five soaking temperatures, viz. 25, 30, 35, 40, and 45°C, were tested and seeds were germinated under dark and light conditions. Results showed that 30°C was optimal for soaking as evidenced by the highest germination rate and sprout length and weight. Polyphenol contents and antioxidant activities measured by Folin-ciocalteu and DPPH methods, respectively, showed that polyphenol content increased over time under both dark and light conditions, in which mung beans increased more significantly. In dark condition, the polyphenol of mung bean rised from 0.5 mg GAE/g DW in the original seeds to 4.9 mg GAE/g DW at 5th day, while this value of soybean increased from 1.0 mg GAE/g DW in the original seeds to 3.4 mg GAE/g DW at 5th day. The antioxidant activity also increased during germination. The antioxidant activities of mung beans and soybeans were 0.12 and 1.3 $\mu\text{mol TE/g DW}$, respectively, and these increased to 4.8 and 3.2 $\mu\text{mol TE/g DW}$ at 5th day under dark condition. Germination resulted in an increase in polyphenol contents and antioxidant activities of the two beans.

Keywords: soybean, mung bean, antioxidant activity, germination, polyphenols.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dinh dưỡng và chế độ ăn uống luôn được xã hội quan tâm vì nó có vai trò quan trọng đối với

sức khỏe con người. Nhiều nghiên cứu dịch tễ học đã chỉ ra rằng việc sử dụng thường xuyên các chất kháng oxy hóa tự nhiên có trong rau củ quả sẽ làm giảm đáng kể sự xuất hiện các bệnh nguy

Sự biến đổi chỉ tiêu phát triển, hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của đậu tương và đậu xanh trong quá trình nảy mầm

hiểm như tim mạch, các bệnh suy giảm hệ thần kinh hay ung thư (Vizzotto *et al.*, 2014; Aguilera *et al.*, 2016). Việc tiêu thụ ngũ cốc nguyên hạt có thể giúp làm giảm nguy cơ mắc một số bệnh như tim mạch, đột quỵ, tiểu đường tuýp II, những hội chứng về chuyển hóa và ung thư đường tiêu hóa (Jones *et al.*, 2002). Ngoài chất xơ, ngũ cốc nguyên hạt còn chứa nhiều chất giúp cải thiện sức khỏe như vitamin, khoáng chất và một số chất khác trong đó có hợp chất polyphenol (Messina, 2014; Singh *et al.*, 2017).

Polyphenol là nhóm các chất có khả năng chống oxy hóa, chống viêm, chống dị ứng và khả năng kháng khuẩn vì vậy nó là một trong các chất chống oxy hóa tự nhiên thu hút sự quan tâm của nhiều nhà khoa học (Ahmed, 2005; Petti & Scully, 2009). Polyphenol phòng chống được các bệnh tim nhờ khả năng ức chế sản sinh Endothelin (một loại protein gây co mạch máu, làm giảm lượng oxy tới tim và gây ra bệnh mạch vành) (Reiter *et al.*, 2010).

Đậu tương và đậu xanh là những thực phẩm giàu dinh dưỡng, đậu tương là nguồn protein thực vật quan trọng, chứa hàm lượng protein cao, giàu chất béo, chất khoáng và các vitamin cần thiết (Messina, 2014; Sharma *et al.*, 2014). Đậu xanh rất phổ biến ở Việt Nam, được sử dụng trong nhiều món ăn ngon, không chỉ thế giá trị dinh dưỡng của đậu xanh còn rất cần thiết cho cơ thể và có tác dụng chữa bệnh như một vị thuốc quý trong nhà. Trong đậu xanh có chứa nhiều kali, ít natri, tính mát giúp giải nhiệt và giải độc rất tốt.

Do đó, để đáp ứng nhu cầu muốn sử dụng các sản phẩm tự nhiên tốt cho sức khỏe con người đã tập trung phát triển sản xuất thực phẩm từ các loại hạt nảy mầm (Davila *et al.*, 2003). Đậu tương nảy mầm làm tăng lượng protein, giảm chất béo và các sản phẩm được chế biến từ đậu tương không chứa cholesterol giúp ngăn ngừa các nguy cơ mắc bệnh về tim mạch (Nông Thế Cận, 2005). Đặc biệt, đậu xanh và đậu tương nảy mầm làm tăng hàm lượng các hợp chất chống oxy hóa như polyphenol, flavonoid,... và các vitamin có lợi cho sức khỏe (Huang *et al.*, 2014). Tuy nhiên, quá trình nảy mầm của đậu tương và đậu xanh chịu ảnh

hưởng của rất nhiều yếu tố bên trong cũng như bên ngoài như: ánh sáng, nhiệt độ, thời gian. Nghiên cứu của chúng tôi có mục tiêu là xác định ảnh hưởng của nhiệt độ ngâm đến khả năng nảy mầm và ảnh hưởng của điều kiện chiếu sáng cũng như thời gian đến sự biến đổi hàm lượng polyphenol tổng số và hoạt tính kháng oxy hóa trong quá trình nảy mầm của hạt đậu tương và đậu xanh; góp phần xây dựng quy trình chế biến đậu tương và đậu xanh giàu dinh dưỡng để làm thực phẩm chức năng.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Hai loại đậu dùng cho nghiên cứu là loại đậu tương vụ hè, vỏ xanh, hoa tím trồng tại Hiệp Hòa, Bắc Giang (năm 2017) và loại đậu xanh vụ đông xuân trồng tại Phú Xuyên, Hà Nội (năm 2017). Đậu tương và đậu xanh có khối lượng 1.000 hạt tương ứng là 219,6-225,0 g và 112,4-113,3 g.

2.1.1. Thí nghiệm 1. Xác định ảnh hưởng của nhiệt độ ngâm

Hạt đậu được rửa sạch bằng nước cất ba lần sau đó ngâm trong ethanol 30 giây. Ethanol được loại hết bằng cách rửa lại năm lần bằng nước cất, để ráo. Hạt sau đó được tiến hành ngâm ở năm điều kiện nhiệt độ: 25, 30, 35, 40, 45°C trong thời gian 6 giờ. Hạt sau đó được gieo trong cốc nhựa có lót khăn xô, mỗi cốc 15 hạt. Tỷ lệ nảy mầm và kích thước mầm được xác định ở ngày nảy mầm thứ hai. Mỗi nhiệt độ được lặp lại ba lần.

2.2.2. Thí nghiệm 2. Ảnh hưởng của điều kiện chiếu sáng

Hạt đậu tương và đậu xanh rửa sạch 3 lần bằng nước sau đó xử lý vi khuẩn bằng ethanol 70% trong 30 giây. Hạt sau đó được ngâm trong bể ổn nhiệt 30°C (nhiệt độ chọn được khi làm thí nghiệm khảo sát nhiệt độ ngâm) 6 giờ, vớt ra, để ráo. Hạt sau khi ngâm được cho nảy mầm trong cốc nhựa ở hai điều kiện có chiếu sáng và bóng tối. Số hạt trong mỗi cốc đối với đậu tương và đậu xanh tương ứng là 30 và 50 hạt.

Hạt nảy mầm được thu ở các thời điểm 1, 2, 3, 4 và 5 ngày. Tỷ lệ nảy mầm, chiều dài mầm và khối lượng mầm được đo vào thời điểm thu mẫu. Chiều dài mầm và khối lượng hạt được đo trên 15 hạt (đối với đậu tương) và 25 hạt (đối với đậu xanh) được chọn ngẫu nhiên. Chiều dài mầm được đo bằng thước và đo từ phần mầm chồi ra đến điểm cuối của mầm. Khối lượng mầm được cân cả hạt nảy mầm.

Hạt nảy mầm sau đó được bảo quản ở điều kiện -22°C cho các thí nghiệm phân tích các chỉ tiêu hàm lượng polyphenol, hoạt tính kháng oxy hóa.

2.2. Hóa chất

1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) và Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8 tetramethylchroman-2-carboxylic acid) là hóa chất dùng cho phân tích (Sigma, Hoa Kỳ). Gallic acid và thuốc thử Folin - Ciocalteu xuất xứ Merck (Đức). Các hóa chất khác là hóa chất đạt tiêu chuẩn dùng cho phân tích và có xuất xứ Trung Quốc.

2.3. Xác định hàm lượng chất khô

Hàm lượng chất khô được xác định theo phương pháp của Karathanos (1999) có cải tiến. Đĩa petri được sấy khô, cân (m_1 , g). 3-5 g mẫu tươi được cân trên đĩa petri (m_2 , g). Mẫu được sấy ở 97°C trong thời gian 4,8 giờ. Mẫu được lấy ra để nguội và cân cả đĩa petri và mẫu (m_3 , g).

Hàm lượng chất khô (CK) được tính theo công thức:

$$X\% = \frac{m_3 - m_1}{m_2} * 100$$

2.4. Xác định hàm lượng phenolic tổng số

Cân 3 g mẫu tươi đã nghiền bằng cối chày sứ trong 10 phút đưa vào ống falcon 50 mL, cho 9 mL etanol 80% vào ống falcon 50 mL chứa mẫu. Lắc đều và chiết mẫu trong thời gian 1 giờ ở điều kiện bóng tối, lắc thường xuyên 10 phút/lần trong 30 giây. Ly tâm dịch nghiền với tốc độ 6.000 vòng trong thời gian 20 phút. Sau khi ly tâm xong thì thu lấy phần dịch trong (dịch chiết polyphenol) và bảo quản mẫu ở -22°C để phân tích.

Hàm lượng phenolic được đo bằng phương pháp Folin-Ciocalteu theo Fu *et al.* (2011). 0,5

mL mẫu pha loãng được chuyển vào ống nghiệm và 2,5 mL thuốc thử Folin-Ciocalteu pha loãng 1:10 được thêm vào và trộn đều. Sau 4 phút, 2 mL Na_2CO_3 7,5% được thêm vào. Phản ứng được ủ ở nhiệt độ phòng trong bóng tối 2 h và độ hấp thụ của dung dịch phản ứng sau đó được đo tại 760 nm bằng máy quang phổ. Đường chuẩn được xây dựng dựa trên các dung dịch chuẩn có nồng độ 0,02; 0,04; 0,06; 0,08 và 0,1 mg/mL để tính hàm lượng phenolic tổng số. Đường chuẩn có phương trình $y = 10,68x$ ($R^2 = 0,998$). Các kết quả được biểu thị bằng gallic acid tương đương (mg GAE/g CK; GAE viết tắt của gallic acid equivalent).

Hàm lượng phenolic tổng số được tính theo công thức sau đây:

$$HL_{\text{phenolic}} = \frac{OD * V * dF}{a * m}$$

Trong đó

HL_{phenolic} : Hàm lượng phenolic tổng số (mg GAE/g CK)

OD: Độ hấp thụ ở bước sóng 760 nm

V: Thể tích dịch chiết (mL)

dF: Độ pha loãng dịch chiết

a: Hệ số độ dốc của phương trình đường chuẩn gallic acid

m: Khối lượng mẫu dùng để chiết dịch (g)

2.5. Xác định hoạt tính kháng oxy hóa

Mẫu được chiết giống như phương pháp chiết mẫu phân tích hàm lượng phenolic tổng số ở trên. Khả năng kháng oxy hóa được xác định sử dụng 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) được trình bày bởi Thaipong *et al.* (2006). Dung dịch gốc DPPH được pha bằng cách hòa tan 24 mg DPPH với 100 mL methanol và sau đó giữ ở -23°C. Dung dịch để tiến hành phản ứng của DPPH được chuẩn bị bằng cách pha loãng 10 mL dung dịch gốc với 45 mL methanol. Phản ứng được thực hiện bằng cách trộn 150 μL dịch chiết đã pha loãng thích hợp với 2.850 μL dung dịch DPPH và ủ trong bóng tối trong 30 phút. Ống đối chứng cũng được chuẩn bị bằng cách sử dụng 150 μL methanol thay cho dịch chiết hạt. Độ hấp thụ sau đó được đo ở bước sóng 515 nm bằng máy quang phổ. Các kết quả được tính

Sự biến đổi chỉ tiêu phát triển, hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của đậu tương và đậu xanh trong quá trình nảy mầm

toán dựa trên một đường cong chuẩn được thiết lập từ chất chuẩn Trolox có nồng độ 50, 100, 250, 500, 750 và 1.000 μM . Đường chuẩn có phương trình $y = 0,0938x$ ($R^2 = 0,997$). Các kết quả được thể hiện tương đương Trolox ($\mu\text{M TE/g CK}$; TE viết tắt của Trolox equivalent).

Khả năng kháng oxi hóa đậu tương và đậu xanh được tính theo công thức

$$AA = \frac{AA\% * V * dF}{a * m * 1000}$$

Trong đó

AA: Khả năng kháng oxi hóa của đậu tương và đậu xanh ($\mu\text{M TE/g CK}$)

AA%: % Kìm hãm, tính theo công thức:

$$AA\% = \frac{(OD_{\text{đối chứng}} - OD_{\text{mẫu}}) * 100}{OD_{\text{đối chứng}}}$$

V: Thể tích dung dịch chiết (mL)

dF: Độ pha loãng dịch chiết trước khi tiến hành phản ứng

a: Hệ số độ dốc của của phương trình đường chuẩn Trolox

m: Khối lượng mẫu (g)

1.000: Hệ số chuyển đổi từ mL sang L dịch chiết.

2.6. Phân tích thống kê

Kết quả được phân tích thống kê sử dụng phần mềm R. Giá trị trung bình được so sánh sử dụng kiểm chứng LSD ($P < 0,05$).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ ngâm đến tỉ lệ nảy mầm, chiều dài và khối lượng mầm

Kết quả cho thấy nhiệt độ ngâm ảnh hưởng đến sự nảy mầm của cả hai giống đậu (Bảng 1). Ở cả hai loại đậu, tỉ lệ nảy mầm tốt nhất ở nhiệt độ 25 và 30°C, trong đó đậu xanh có tỉ lệ nảy mầm là 100% ở hai nhiệt độ này còn đậu tương có tỉ lệ nảy mầm tương ứng là 95,5 và 97,8%. Từ nhiệt độ 35 đến 45°C tỉ lệ nảy mầm giảm xuống; ở nhiệt độ 45°C tỉ lệ nảy mầm của đậu tương giảm mạnh chỉ còn 46,7%, trong khi đó tỉ lệ nảy mầm của đậu xanh vẫn cao ở mức 93,3%. Kết

quả này cho thấy đậu tương thể hiện khả năng chịu nhiệt kém hơn so với đậu xanh.

Chiều dài mầm của hai loại đậu tăng khi nhiệt độ ngâm tăng từ 25 đến 30°C sau đó giảm dần khi nhiệt độ ngâm tăng lên 45°C. Từ nhiệt độ ngâm 25 đến 30°C, chiều dài mầm đậu tương tăng từ 2,33 đến 2,85 cm, trong khi chiều dài mầm đậu xanh tăng từ 2,81 đến 3,34 cm (Bảng 2). Tuy nhiên, chiều dài mầm của hai loại đậu giảm dần khi nhiệt độ ngâm từ 35 đến 45°C, đặc biệt chiều dài mầm của đậu tương chỉ có 0,21 cm ở 45°C, trong khi đậu xanh là 1,80 cm. Khối lượng mầm của cả hai loại đậu cũng bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ và có xu hướng giống như tỉ lệ nảy mầm và chiều dài mầm. Như vậy nhiệt độ thích hợp để ngâm cho cả hai loại đậu này là 30°C. Một nghiên cứu chỉ ra nhiệt độ thích hợp cho đậu xanh và một loại đậu (*lignosus bean*) nảy mầm là 25 và 30°C (Islam *et al.*, 2017). Ngâm là giai đoạn kích thích hạt từ trạng thái ngủ sang trạng thái hoạt động và nảy mầm của hạt. Quá trình nảy mầm cần có sự tham gia của các enzyme, do đó nhiệt độ ngâm ảnh hưởng tới hoạt tính của enzyme và qua đó ảnh hưởng đến khả năng nảy mầm. Nhiệt độ thấp hoặc cao có thể làm giảm khả năng nảy mầm của hạt như kết quả thu được trong nghiên cứu này.

3.2. Sự biến đổi dài mầm và khối lượng mầm của đậu tương và đậu xanh trong điều kiện chiếu sáng và không chiếu sáng

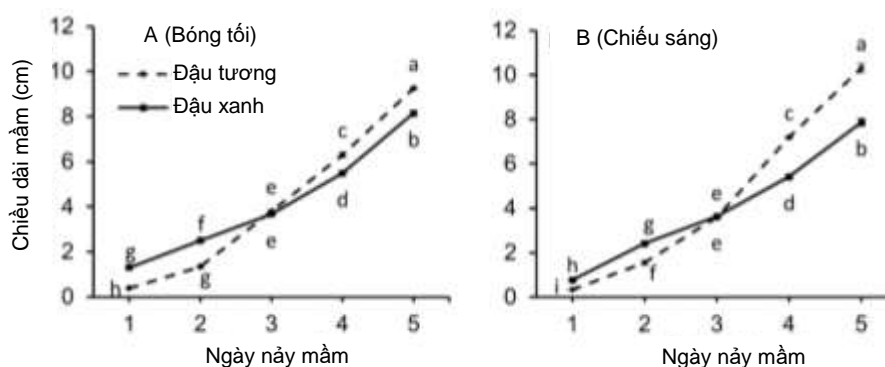
Ở điều kiện bóng tối, trong ba ngày đầu đậu xanh có chiều dài mầm tăng nhanh hơn đậu tương nhưng hai ngày sau đó đậu tương có chiều dài mầm tăng mạnh hơn (Hình 1). Cụ thể ở ngày nảy mầm 1 chiều dài mầm của đậu tương chỉ là 0,4 cm trong khi đó của đậu xanh tương ứng 1,3 cm. Tuy nhiên, ở ngày thứ 5 chiều dài mầm của đậu tương là 9,3 cm trong khi của đậu xanh là 8,2 cm (Hình 1A).

Tương tự ở điều kiện có ánh sáng, chiều dài mầm của hai giống đậu tăng dần theo các ngày đo, trong đó đậu xanh tăng từ 0,8 đến 7,9 cm, đậu tương tăng từ 0,3 đến 10,3 cm. Từ ngày 1 đến ngày 3 đậu xanh có chiều dài mầm cao hơn so với đậu tương, nhưng từ ngày 3 đến ngày 5 đậu tương lại có chiều dài mầm lớn hơn đậu xanh (Hình 1B).

Bảng 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ ngâm đến tỉ lệ nảy mầm, chiều dài và khối lượng mầm của hai loại đậu tương và đậu xanh ở ngày nảy mầm thứ hai

Nhiệt độ ngâm (°C)	Tỉ lệ nảy mầm (%)		Chiều dài mầm (cm)		Khối lượng mầm (g 10 hạt ⁻¹)	
	Đậu xanh	Đậu tương	Đậu xanh	Đậu tương	Đậu xanh	Đậu tương
25	100 ± 0,0 ^a	95,5 ± 2,2 ^a	2,81 ± 0,12 ^b	2,33 ± 0,07 ^b	2,69 ± 0,08 ^b	3,72 ± 0,03 ^d
30	100 ± 0,0 ^a	97,8 ± 2,2 ^a	3,34 ± 0,14 ^a	2,85 ± 0,08 ^a	3,05 ± 0,04 ^a	4,06 ± 0,03 ^a
35	97,8 ± 2,2 ^a ^b	91,1 ± 2,2 ^{ab}	2,43 ± 0,09 ^c	2,39 ± 0,04 ^b	2,59 ± 0,04 ^b ^c	3,75 ± 0,08 ^{bc}
40	95,5 ± 2,2 ^{ab}	86,7 ± 0,0 ^b	2,32 ± 0,11 ^c	0,81 ± 0,04 ^c	2,88 ± 0,06 ^a	3,87 ± 0,02 ^b
45	93,3 ± 0,0 ^b	46,7 ± 3,8 ^c	1,80 ± 0,08 ^d	0,21 ± 0,02 ^d	2,46 ± 0,04 ^c	3,85 ± 0,03 ^b ^c
P						
Loại đậu (G)	<0,001		<0,001		<0,001	
Nhiệt độ (N)	<0,001		<0,001		<0,001	
G x N	<0,001		<0,001		= 0,003	

Ghi chú: Giá trị P từ phân tích phương sai hai yếu tố. Trong cùng một cột các chữ cái giống nhau thể hiện không có sự khác nhau có ý nghĩa (P < 0,05); Các giá trị trung bình được so sánh bằng kiểm định Tukey.



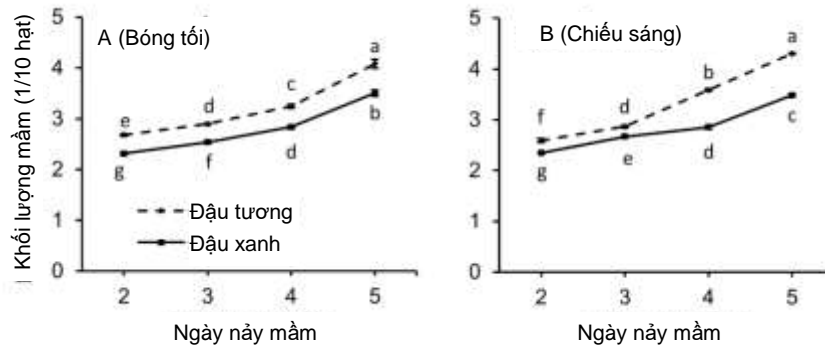
Chi chú: Các chữ cái giống nhau thể hiện không có sự khác nhau có ý nghĩa (P < 0,05).

Hình 1. Sự biến đổi chiều dài mầm của đậu tương và đậu xanh trong điều kiện chiếu sáng và bóng tối

Khối lượng mầm của cả hai loại đậu tăng dần theo thời gian ở cả hai điều kiện bóng tối và chiếu sáng (Hình 2). Ở điều kiện không ánh sáng khối lượng mầm tăng từ 2,7 g CT/10 hạt ở ngày 2 đến 4,1 g CT/10 hạt ở ngày 5 đối với đậu tương và tăng từ 2,3 đến 3,5 g CT/10 hạt đối với đậu xanh (CT: chất tươi) (Hình 2A). Ở điều kiện chiếu sáng sự gia tăng cũng tương tự nhưng khối lượng đậu tương tăng lên mạnh hơn vào những ngày sau; khối lượng đậu tương tăng lên từ 2,6 g CT/10 hạt ở ngày 2 đến 4,3 g CT/10 hạt ở ngày 5 trong khi đậu xanh tăng từ 2,3 đến 3,5 g CT/10 hạt (Hình 2B). Đậu tương có khối lượng mầm sau mỗi ngày cao hơn so với đậu xanh (Hình 2).

Như vậy, trong ba ngày nảy mầm đầu, điều kiện chiếu sáng không ảnh hưởng đến chiều dài mầm của đậu tương (Hình 1). Tuy nhiên, ở ngày nảy mầm thứ 4 và 5 chiều dài mầm đậu tương dài hơn ở điều kiện chiếu sáng so với bóng tối. Sự tăng chiều dài mầm ở những ngày sau trong điều kiện chiếu sáng có thể do ánh sáng thúc đẩy quá trình quang hợp giúp đậu tương phát triển mạnh hơn. Khác đậu tương, điều kiện chiếu sáng không ảnh hưởng đến chiều dài mầm của đậu xanh, ngoại trừ ở ngày nảy mầm đầu tiên trong điều kiện bóng tối chiều dài mầm có phần dài hơn so với điều kiện chiếu sáng. Tương tự như chiều dài mầm, khối lượng mầm có xu hướng tương tự (Hình 2) trong điều kiện chiếu sáng.

Sự biến đổi chỉ tiêu phát triển, hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của đậu tương và đậu xanh trong quá trình nảy mầm



Ghi chú: Các chữ cái giống nhau thể hiện không có sự khác nhau có ý nghĩa ($P < 0,05$).

Hình 2. Sự biến đổi khối lượng mầm của đậu tương và đậu xanh trong điều kiện chiếu sáng và bóng tối

3.3. Sự biến đổi hàm lượng polyphenol và hoạt tính kháng oxy hóa của đậu tương và đậu xanh nảy mầm trong điều kiện chiếu sáng và không chiếu sáng

Quá trình nảy mầm là quá trình quan trọng trong sự hình thành và phát triển của cây, nó làm hạt ngủ hoạt động trở lại. Quá trình này làm thay đổi về cấu trúc, màu sắc, trạng thái và những yếu tố khác có liên quan đến sự biến đổi về hàm lượng của các hợp chất như polyphenol trong hạt và những chất có liên quan làm chúng được chấp nhận để làm thực phẩm (Khattak *et al.*, 2007). Trong những năm gần đây việc nghiên cứu động thái thay đổi các hợp chất polyphenol được quan tâm nhiều hơn (Singh *et al.*, 2017).

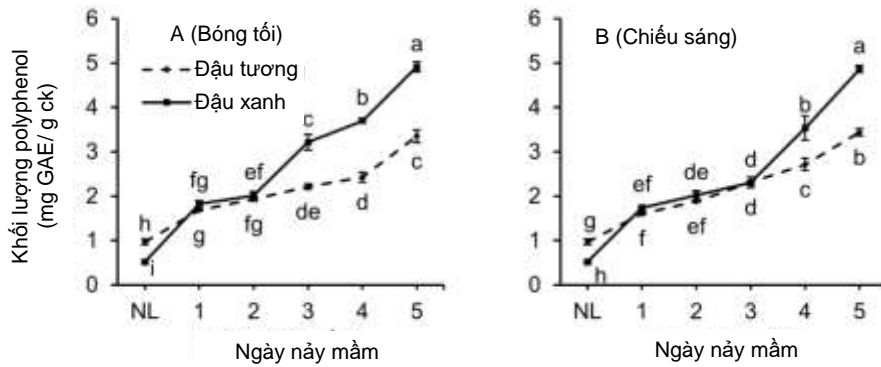
Từ hình 3 có thể nhận thấy hàm lượng polyphenol tăng dần trong quá trình nảy mầm ở cả hai loại và ở cả hai điều kiện bóng tối và chiếu sáng. Đậu xanh có xu hướng tăng mạnh hơn đậu tương. Cụ thể ở điều kiện bóng tối, hàm lượng polyphenol đậu xanh tăng 9,8 lần ở ngày 5 lên 4,9 mg GAE/g CK so với hạt nguyên liệu, trong khi hàm lượng polyphenol đậu tương chỉ tăng 3,5 lần ở ngày 5 lên 3,4 mg GAE/g CK so với hạt nguyên liệu. Ở điều kiện chiếu sáng cũng có xu hướng tương tự của đậu xanh.

Nghiên cứu của Huang *et al.* (2014) cũng cho thấy sự tăng hàm lượng polyphenol của hai loại đậu trong quá trình nảy mầm. Trong nghiên cứu đó hàm lượng polyphenol của đậu xanh tăng lên mạnh ở ngày thứ nhất sau đó

giảm dần trong quá trình nảy mầm. Hàm lượng polyphenol trong nguyên liệu của đậu tương và đậu xanh tương ứng là 0,23 và 0,10 mg GAE/g CK, thấp hơn so với hai loại đậu trong nghiên cứu này tương ứng là 0,5 và 1,0 mg GAE/g CK. Sự khác nhau này có thể là do đặc điểm giống. Ở ngày nảy mầm thứ năm, hàm lượng polyphenol của hai loại đậu trong nghiên cứu của Huang *et al.* (2014) cũng thấp hơn so với hai loại đậu trong nghiên cứu này.

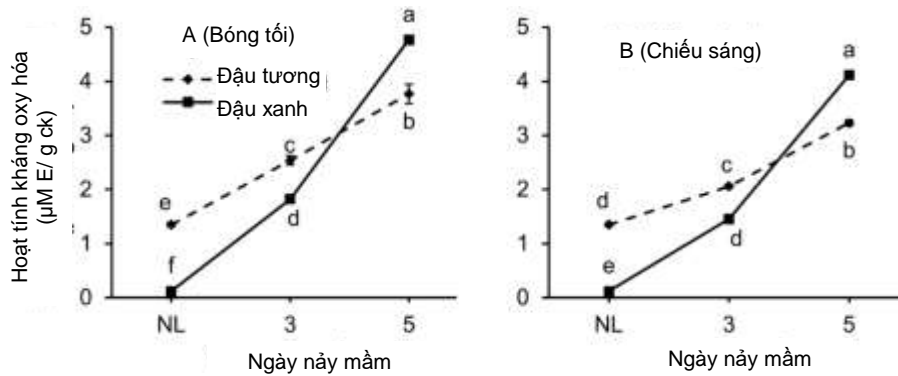
Ngược lại, trong một nghiên cứu khác của Chen & Chang (2015), hàm lượng polyphenol của đậu tương nguyên liệu là 7,1 mg GAE/g CK và tăng lên trong quá trình nảy mầm tới 8,3 mg GAE/g CK. Hàm lượng polyphenol trong nghiên cứu đó có thể do giống hoặc có thể do phương pháp chiết bằng siêu âm làm tăng khả năng tách chiết polyphenol. Khang *et al.* (2016) cũng cho thấy hàm lượng polyphenol của đậu xanh nguyên liệu là 5,8 mg GAE/g CK và ở ngày nảy mầm thứ 5 là 15,0 mg GAE/g CK. Hàm lượng cao hơn như vậy so với nghiên cứu của chúng tôi có thể do sự khác nhau về giống hoặc do thời gian chiết polyphenol dài (24 h), trong khi thời gian chiết trong nghiên cứu của chúng tôi là 1 h.

Hàm lượng polyphenol cũng tăng lên trong quá trình nảy mầm ở một số loại đậu khác như lupin, đậu răng ngựa, đậu lăng (Saleh *et al.*, 2017). Khi hạt nảy mầm thì có sự sinh tổng hợp các hợp chất thứ cấp trong đó polyphenol là một nhóm chất chính dẫn đến làm tăng hàm lượng chất này.



Ghi chú: Các chữ cái giống nhau thể hiện không có sự khác nhau có ý nghĩa ($P < 0,05$).

Hình 3. Sự biến đổi hàm lượng polyphenol của đậu tương và đậu xanh nảy mầm trong điều kiện chiếu sáng và bóng tối



Ghi chú: Các chữ cái giống nhau thể hiện không có sự khác nhau có ý nghĩa ($P < 0,05$).

Hình 4. Sự biến đổi hoạt tính kháng oxy hóa của đậu tương và đậu xanh nảy mầm trong điều kiện chiếu sáng và bóng tối

Hoạt tính kháng oxy hóa trong hạt nảy mầm phụ thuộc vào sự thay đổi các hợp chất kháng oxy hóa, đặc biệt là polyphenol có trong hạt.

Hoạt tính kháng oxy hóa của hai loại đậu được xác định ở hạt nguyên liệu và hai thời điểm nảy mầm là ngày thứ 3 và thứ 5. Nhìn chung khả năng kháng oxy hóa của hai loại đậu đều có xu hướng tăng mạnh sau 5 ngày gieo ở cả hai điều kiện bóng tối và chiếu sáng (Hình 4). Sự gia tăng của hai loại đậu khác nhau; hoạt tính kháng oxy hóa mẫu nguyên liệu và ngày 3 của đậu tương cao hơn so với đậu xanh nhưng ở ngày 5 hoạt tính kháng oxy hóa của đậu xanh cao hơn so với đậu tương. Hoạt tính kháng oxy hóa có trong hạt nguyên liệu rất thấp. Tuy nhiên ở thời điểm 5 ngày nảy mầm hoạt tính

kháng oxy hóa của đậu xanh và đậu tương tăng lên. Ở điều kiện chiếu sáng, hoạt tính kháng oxy hóa của hai loại đậu cũng có xu hướng thay đổi tương tự điều kiện bóng tối.

Huang *et al.* (2014) cũng cho thấy hoạt tính kháng oxy hóa của đậu tương và đậu xanh tăng dần trong quá trình nảy mầm. Chen & Chang (2015) báo cáo đậu tương vỏ xanh và đậu tương vỏ vàng có hoạt tính kháng oxy hóa đều là 7,3 tăng lên tương ứng 8,5 và 9,8 µmol TE/g CK ở ngày nảy mầm thứ 5. Hoạt tính kháng oxy hóa của đậu lăng cũng tăng dần trong quá trình nảy mầm (Aguilera *et al.*, 2014). Nghiên cứu trên một số loại đậu khác và trên đậu phộng cũng cho thấy xu hướng tương tự (Wang *et al.*, 2005; Saleh *et al.*, 2017). Khi hạt nảy mầm, hô hấp xảy ra ở ty

thể để sinh năng lượng cho hạt phát triển do vậy các gốc tự do có thể hình thành. Vì vậy để hạn chế sự ảnh hưởng của các gốc tự do, các chất kháng oxy hóa được tăng cường tổng hợp để trung hòa các gốc tự do (Chen & Chang, 2015).

Hàm lượng polyphenol và hoạt tính kháng oxy hóa đều có xu hướng tăng lên trong quá trình nảy mầm của hai loại đậu. Như vậy, dường như sự gia tăng hàm lượng polyphenol có ý nghĩa quan trọng đối với sự gia tăng hoạt tính kháng oxy hóa. Nghiên cứu của Xiang *et al.* (2017) trên hạt ngô nảy mầm cho thấy có mối tương quan chặt giữa sự gia tăng hàm lượng polyphenol và hoạt tính kháng oxy hóa trong quá trình nảy mầm. Sự tăng hàm lượng polyphenol và hoạt tính kháng oxy hóa trong quá trình nảy mầm của cả hai loại đậu là cơ sở để sản xuất sản phẩm thực phẩm hạt đậu nảy mầm có giá trị dinh dưỡng.

Điều kiện chiếu sáng hầu như không ảnh hưởng đến hàm lượng polyphenol trong quá trình nảy mầm. Ngoại trừ ở ngày nảy mầm thứ 4 đối với đậu tương, hàm lượng polyphenol cao hơn ở điều kiện chiếu sáng so với bóng tối, trong khi đó đối với đậu xanh ở ngày thứ nảy mầm thứ 3, hàm lượng polyphenol cao hơn ở điều kiện bóng tối (Hình 3A và B). Nghiên cứu trước đây chỉ ra rằng ánh sáng tử ngoại kích thích sự tổng hợp polyphenol (Shaukat *et al.*, 2013). Ánh sáng tử ngoại là yếu tố gây stress do vậy mà kích thích sinh tổng hợp polyphenol, trong khi đó điều kiện ánh sáng trong thí nghiệm này không phải là yếu tố gây stress. Mặc dù điều kiện chiếu sáng hầu như không ảnh hưởng đến hàm lượng polyphenol, điều kiện bóng tối có hoạt tính kháng oxy hóa có phần cao hơn so với điều kiện chiếu sáng (Hình 4A và B). Kết quả này ngược lại so với trường hợp sử dụng ánh sáng LED và hồng ngoại trên đậu tương nảy mầm (Azad *et al.*, 2018). Sự khác nhau này có thể do nguồn sáng khác nhau.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu cho thấy nhiệt độ ngâm ảnh hưởng đến tỉ lệ nảy mầm, chiều dài mầm và khối lượng mầm của cả đậu tương và đậu xanh

và 30°C là nhiệt độ thích hợp cho sự nảy mầm của cả hai loại đậu này. Đậu tương mẫn cảm với nhiệt độ cao hơn đậu xanh.

Điều kiện chiếu sáng hầu như không ảnh hưởng đến hàm lượng polyphenol nhưng có ảnh hưởng đến hoạt tính kháng oxy hóa trong quá trình nảy mầm của đậu tương và đậu xanh. Hàm lượng polyphenol và hoạt tính kháng oxy hóa của cả hai loại đậu tăng lên trong quá trình nảy mầm ở cả hai điều kiện bóng tối và chiếu sáng. Hai chỉ số này ở đậu tương cao hơn đậu xanh ở ngày nảy mầm 1 và 2 nhưng ở ngày nảy mầm 4 và 5 thì ở đậu xanh cao hơn. Như ở ngày nảy mầm thứ 5 trong điều kiện bóng tối, hàm lượng polyphenol đậu xanh tăng từ 0,5 mg GAE/g CK ở hạt nguyên liệu lên 4,9 mg GAE/g CK ở ngày 5, trong khi hàm lượng polyphenol đậu tương tăng từ 1,0 mg GAE/g CK ở hạt nguyên liệu lên 3,4 mg GAE/g CK. Cũng ở điều kiện và thời gian nảy mầm này, hoạt tính kháng oxy hóa cũng tăng lên từ 0,12 $\mu\text{mol TE/g CK}$ và 1,3 $\mu\text{mol TE/g CK}$ ở hạt nguyên liệu đậu xanh và đậu tương lên 4,8 và 3,2 $\mu\text{mol TE/g CK}$ tương ứng.

Nghiên cứu về sự biến đổi các chất trong quá trình nảy mầm của hạt là cơ sở để chế biến những sản phẩm giàu dinh dưỡng hoặc thực phẩm chức năng. Hướng nghiên cứu tiếp theo là nghiên cứu sự biến đổi của từng chất trong nhóm polyphenol như isoflavone. Đồng thời, nghiên cứu quy trình sản xuất bột hạt đậu tương và đậu xanh nảy mầm.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực hiện tại Bộ môn Hóa sinh - Công nghệ sinh học thực phẩm, Khoa Công nghệ Thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn Bộ môn, Khoa và Học viện đã tạo điều kiện cho chúng tôi hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Aguilera Y., Liebana R., Herrera T., Rebollo-Hernanz M., Sanchez-Puelles C., Benitez V. & Martin-Cabrejas M.A. (2014). Effect of Illumination on the Content of Melatonin, Phenolic Compounds, and Antioxidant Activity During Germination of Lentils (*Lens culinaris* L.) and Kidney Beans (*Phaseolus*

- vulgaris* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 62: 10736-10743.
- Aguilera Y., Martin-Cabrejas M.A. & De Mejia E. G. (2016). Phenolic compounds in fruits and beverages consumed as part of the mediterranean diet: their role in prevention of chronic diseases. *Phytochemistry Reviews*, 15: 405-423.
- Ahmed R.G. (2005). Is there a balance between oxidative stress and antioxidant defense system during development. *Medical Journal of Islamic World Academy of Sciences*, 15: 55-63.
- Azad M.O.K., Kim W.W., Park C.H. & Cho D.H. (2018). Effect of Artificial LED Light and Far Infrared Irradiation on Phenolic Compound, Isoflavones and Antioxidant Capacity in Soybean (*Glycine max* L.) Sprout. *Foods* (Basel, Switzerland), 7: 174.
- Chen Y.M. & Chang S.K.C. (2015). Macronutrients, Phytochemicals, and Antioxidant Activity of Soybean Sprout Germinated with or without Light Exposure. *Journal of Food Science*, 80: S1391-S1398.
- Davila M.A., Sangronis E. & Granito M. (2003). Germinated or fermented legumes: food or ingredients of functional food. *Archivos Latinoamericanos De Nutricion*, 53: 348-354.
- Fu L., Xu B.-T., Xu X.-R., Gan R.-Y., Zhang Y., Xia E.-Q. & Li H.-B. (2011). Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chemistry*, 129: 345-350.
- Huang X.Y., Cai W.X. & Xu B.J. (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.
- Islam M., Hassan M., Sarker S., Rahman A. & Fakir M. (2017). Light and temperature effects on sprout yield and its proximate composition and vitamin C content in Lignosus and Mung beans, 15: 7.
- Jones J.M., Reicks M., Adams J., Fulcher G., Weaver G., Kanter M. and Marquart L. (2002). The importance of promoting a whole grain foods message. *J Am Coll Nutr.*, 21: 293-7.
- Karathanos V.T. (1999). Determination of water content of dried fruits by drying kinetics. *Journal of Food Engineering*, 39: 337-344.
- Khang D.T., Dung T.N., Elzaawely A.A. & Xuan T.D. (2016). Phenolic Profiles and Antioxidant Activity of Germinated Legumes. *Foods*, 5.
- Khattak A.B., Zeb A., Bibi N., Khalil S.A. & Khattak M.S. (2007). Influence of germination techniques on phytic acid and polyphenols content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) sprouts. *Food Chemistry*, 104: 1074-1079.
- Messina V. (2014). Nutritional and health benefits of dried beans. *Am J Clin Nutr*, 100 Suppl., 1: 437-42.
- Nông Thế Cận (2005). *Thực phẩm dinh dưỡng*. Nhà xuất bản Nông Nghiệp.
- Petti S. & Scully C. (2009). Polyphenols, oral health and disease: A review. *Journal of Dentistry*, 37: 413-423.
- Reiter C.E., Kim J.A. & Quon M.J. (2010). Green tea polyphenol epigallocatechin gallate reduces endothelin-1 expression and secretion in vascular endothelial cells: roles for AMP-activated protein kinase, Akt, and FOXO1. *Endocrinology*, 151: 103-14.
- Saleh H.M., Hassan A.A., Mansour E.H., Fahmy H.A. & El-Bedawey, A.E.-F.A. (2017). Melatonin, phenolics content and antioxidant activity of germinated selected legumes and their fractions. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*.
- Sharma S., Kaur M., Goyal R. & Gill B.S. (2014). Physical characteristics and nutritional composition of some new soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) genotypes. *Journal of Food Science and Technology*, 51: 551-557.
- Shaukat S., Afzal Farooq M., Siddiqui M. & Zaidi S. (2013). Effect of enhanced UV-B radiation on germination, seedling growth and biochemical responses of *Vigna mungo* (L.) Hepper.
- Singh B., Singh J.P., Kaur A. & Singh N. (2017). Phenolic composition and antioxidant potential of grain legume seeds: A review. *Food Res Int.*, 101: 1-16.
- Thaipong K., Boonprakob U., Crosby K., Cisneros-Zevallos L. & Hawkins Byrne D. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 669-675.
- Vizzotto M., Porter W., Byrne D. & Cisneros-Zevallos, L. (2014). Polyphenols of selected peach and plum genotypes reduce cell viability and inhibit proliferation of breast cancer cells while not affecting normal cells. *Food Chemistry*, 164: 363-370.
- Wang K.H., Lai Y.H., Chang J.C., Ko T.F., Shyu S.L. & Chiou R.Y.Y. (2005). Germination of peanut kernels to enhance resveratrol biosynthesis and prepare sprouts as a functional vegetable. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 242-246.
- Xiang N., Guo X., Liu F., Li Q., Hu J. & Brennan C.S. (2017). Effect of Light- and Dark-Germination on the Phenolic Biosynthesis, Phytochemical Profiles, and Antioxidant Activities in Sweet Corn (*Zea mays* L.) Sprouts. *International Journal of Molecular Sciences*, 18: 1246.