

DOI:10.22144/ctu.jvn.2023.137

SỰ BIẾN ĐỔI CỦA MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA HẠT MẦM ĐẬU ĐEN XANH LÒNG (*Vigna cylindrica*) TRONG QUÁ TRÌNH SẤY

Đỗ Thị Bích Thủy*, Võ Văn Quốc Bảo, Trần Bảo Khánh, Đinh Thị Thu Thanh, Trịnh Thị Sen và Lê Thị Thu Hương

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Đỗ Thị Bích Thủy (email: dtbthuy@hueuni.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 03/01/2023

Ngày nhận bài sửa: 05/03/2023

Ngày duyệt đăng: 15/03/2023

Title:

Effect of drying mode on some physicochemical properties in the sprouts of black green kernel beans (*Vigna cylindrica*)

Từ khóa:

Amylase, chế độ sấy, đậu đen xanh lòng, nảy mầm, protease

Keywords:

Amylase, black green kernel bean, drying mode, protease, sprouts

ABSTRACT

The green-kernel black bean is rich bioactive compounds and antioxidants. In previous work, effective soaking and germinating method on enzyme activity was carried out. This study aimed to determine the best hot air convection-drying mode for acquiring the highest quality of green-kernel black beansprouts. The drying experiments were designed including 3 stages with the temperature applied for stages 40-50°C, 55-65°C, and 70-80°C, corresponding to the stages of moisture content reduction. The best drying mode was determined through the variation of moisture content, amylase activity, protease activity, free glucose and amino acid content of the products during the drying process. The results showed that the appropriate drying temperature and time of stage 1, stage 2 and stage 3 were 50°C for 105 minutes, 60°C for 90 minutes, and 70°C for 60 minutes, respectively.

TÓM TẮT

Hạt đậu đen xanh lòng chứa nhiều hợp chất hoạt tính sinh học có khả năng chống oxy hóa cao. Nghiên cứu này nhằm xác định chế độ sấy đối lưu bằng không khí nóng thích hợp nhằm thu được hạt mầm đậu đen xanh lòng có chất lượng cao. Các thí nghiệm sấy được thiết kế gồm 3 giai đoạn nhiệt độ là 40-50°C, 55-65°C và 70-80°C tương ứng với các giai đoạn giảm độ ẩm của hạt. Chế độ sấy thích hợp được xác định thông qua sự biến đổi của độ ẩm, hoạt độ amylase, hàm lượng glucose tự do của hạt trong quá trình sấy. Kết quả cho thấy rằng nhiệt độ sấy và thời gian sấy thích hợp của giai đoạn 1, giai đoạn 2 và giai đoạn 3 lần lượt là 50°C trong thời gian 105 phút, 60°C trong thời gian 90 phút và 70°C trong thời gian 60 phút.

1. GIỚI THIỆU

Cũng như các loại đậu khác, đậu đen xanh lòng có hàm lượng các chất dinh dưỡng như protein, carbohydrate, chất xơ, khoáng chất và vitamin cao (Luthria et al., 2006). Đồng thời, đậu đen xanh lòng cũng có chứa một lượng khoáng chất bao gồm canxi, photpho, vitamin, sắt,... và các amino acid tốt có

khả năng làm chậm quá trình lão hóa như lysin, valin... Hơn nữa, hạt đậu đen xanh lòng còn có hàm lượng cao của một số hợp chất có hoạt tính sinh học như glycoside flavonol, anthocyanin và tannin ngưng tụ (proanthocyanidins), là nguồn cung cấp folate, tocopherols, thiamine, riboflavin, niacin, biotin và pyridoxamine (Hayat et al., 2014).

Đậu đen xanh lòng nếu được nảy mầm trước khi sử dụng chất lượng của nó sẽ tăng lên rất nhiều. Trong quá trình nảy mầm, enzyme amylase sẽ thủy phân tinh bột để tạo thành glucose, maltose và dextrin; các enzyme protease sẽ thủy phân protein thành các amino acid; enzyme lipase sẽ thủy phân lipid thành glycerin và các acid béo. Bên cạnh đó, hàm lượng phenolic tổng số, flavonoid tổng số cũng tăng trong quá trình nảy mầm, đặc biệt là khả năng tách chiết các hợp chất phenolic và khả năng oxy hóa của dịch chiết cao hơn so với hạt chưa nảy mầm. Như trong mầm hạt đậu xanh, sau khi nảy mầm 96 giờ trong điều kiện tối ở nhiệt độ 26-28°C, hàm lượng phenolic tổng số thu được là 7,19 mg/g và khả năng chống oxy hóa 86,4% (Van et al., 2020).

Ngoài mục đích làm giảm độ ẩm, việc sấy hạt mầm còn có tác dụng tạo màu, mùi, vị thích hợp cho quá trình sản xuất các sản phẩm thực phẩm tiếp theo. Phản ứng tạo màu và tạo mùi chủ yếu là phản ứng melanoidin do sự kết hợp của amino acid và glucose tự do. Trong giai đoạn đầu của quá trình sấy, khi mà độ ẩm của hạt mầm còn quá cao, hoạt động của các enzyme trong hạt cao hơn nhiều so với giai đoạn ương mầm, vì hầu hết các enzyme của hạt mầm hoạt động trong khoảng nhiệt độ thích hợp là 40-50°C, phóng thích các hợp chất đơn giản trong đó có glucose và amino acid. Chất lượng của hạt mầm sau khi sấy phụ thuộc vào chế độ sấy như số giai đoạn sấy, nhiệt độ sấy và thời gian sấy (Thủy và ctv., 2019). Enzyme trong hạt mầm nhạy cảm với nhiệt tăng khi độ ẩm trong hạt cao (Thủy và ctv., 2019). Vì vậy, nguyên tắc của sấy nông sản nói chung và sấy hạt mầm nói riêng thường được thiết kế thành nhiều giai đoạn nhiệt độ. Theo đó, nhiệt độ sấy trong từng giai đoạn tăng theo độ giảm độ ẩm của hạt.

Trong công trình này, ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến sự biến đổi của độ ẩm, hoạt độ của enzyme amylase, protease, hàm lượng glucose và amino acid tự do được nghiên cứu qua 3 giai đoạn. Từ đó, chế độ sấy thích hợp được xác định để thu sản phẩm sấy làm đối tượng nghiên cứu sản xuất trà mầm đậu đen xanh lòng sau này.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Hạt mầm đậu đen xanh lòng thu được sau khi ngâm ở 25°C trong 6,5 giờ và ủ nảy mầm ở 20°C trong 20 giờ có độ ẩm khoảng 54%, hoạt độ amylase 402 UI/gCK, hoạt độ protease 2,88 U/gCK, hàm lượng glucose 3,35 mg/g và hàm lượng amino acid là 4,28 g/100 gCK (Thủy và ctv., 2022).

2.2. Nội dung

Nhiệt độ và thời gian sấy thích hợp được xác định để sấy hạt mầm đậu đen xanh lòng làm nguyên liệu sản xuất trà mầm.

2.3. Phương pháp

2.3.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Phương pháp sấy được chọn để khảo sát là sấy tĩnh đối lưu trực tiếp bằng không khí nóng. Mỗi mẻ được bố trí 300 g nguyên liệu với chiều dày 2 cm. Quá trình sấy hạt mầm đậu đen xanh lòng được nghiên cứu theo 3 giai đoạn (Thủy và ctv., 2019).

* *Giai đoạn 1*: Xác định nhiệt độ và thời gian sấy từ độ ẩm ban đầu (khoảng 54%) đến độ ẩm 30%. Các mức nhiệt độ sấy ở giai đoạn này là 40°C, 45°C và 50°C. Trong quá trình sấy, cứ 30 phút lấy mẫu 1 lần để theo dõi sự thay đổi của độ ẩm, hoạt độ amylase và hàm lượng glucose, hoạt độ protease và hàm lượng amino acid. Số liệu thu được sẽ được xử lý và biện luận để xác định nhiệt độ và thời gian sấy giai đoạn 1.

* *Giai đoạn 2*: Xác định nhiệt độ và thời gian sấy từ độ ẩm 30% đến 15%. Nhiệt độ sấy điều chỉnh ở 3 mức (55°C, 60°C và 65°C). Các chỉ tiêu được theo dõi trong quá trình sấy là độ ẩm, hàm lượng glucose và hàm lượng amino acid. Tần suất lấy mẫu để phân tích trong giai đoạn này là 15 phút lấy mẫu phân tích 1 lần (mẫu sấy ở 55°C) và 10 phút lấy mẫu phân tích 1 lần (mẫu sấy ở 60°C và 65°C). Các số liệu được phân tích để xác định chế độ sấy ở giai đoạn 2.

* *Giai đoạn 3*: Xác định nhiệt độ và thời gian sấy từ độ ẩm 15% đến độ ẩm cuối cùng là 8%. Các mức nhiệt độ sấy trong giai đoạn này là 70°C, 75°C và 80°C. Các mẫu phân tích được lấy theo tần suất 15 phút 1 lần (mẫu sấy ở 70°C) và 10 phút (mẫu sấy ở 75°C và 80°C). Các chỉ tiêu phân tích: độ ẩm, hàm lượng glucose và hàm lượng amino acid. Kết quả phân tích sẽ làm cơ sở để xác định nhiệt độ và thời gian sấy ở giai đoạn 3.

2.3.2. Phương pháp phân tích

Độ ẩm của hạt được xác định bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi theo TCVN 10788:2015.

Xác định hoạt độ amylase (Augustini, 2020):

Hạt mầm (4 g) được nghiền mịn cho thêm dung dịch đệm Tris-HCl có pH 7,4 (40 mL) để ở môi trường lạnh (4-8°C) trong 5 phút. Hỗn hợp sau đó được trộn đều trên máy Vortex MX-S, Dlab -Mỹ, ly tâm (12000 vòng/phút, 5 phút, 4°C) để thu dịch có chứa enzyme.

Hỗn hợp phản ứng gồm 0,1 mL dung dịch tinh bột 1% (hòa tan 1g tinh bột và 0,035 g NaCl trong 60 mL dịch đệm phosphat 50 mM pH 7,0, đun sôi cho đến tan, để nguội và dẫn đến 100 mL) và 0,1 mL chế phẩm enzyme. Hỗn hợp được ủ ở 30°C trong thời gian 10 phút; tiếp tục cho vào hỗn hợp trên 0,2 mL dung dịch dinitrosalicylic acid (DNS) 1% (hòa tan 1 g 3,5 DNS trong 20 mL NaOH 2 N và 50 mL nước cất, cho 30 g Kali-Natri tartrat (có đun sôi) và dẫn đến 100 mL, ủ ở 100°C trong 10 phút. Sau đó, hỗn hợp được ủ trong nước đá 10 phút và đo OD ở bước sóng 540 nm. Song song đó, mẫu đối chứng được làm bằng cách vô hoạt enzyme bằng DNS 1% trước khi tiến hành các bước tiếp theo như trên. Từ giá trị OD thu được, đường chuẩn maltose được sử dụng để biết nồng độ maltose. Một đơn vị hoạt độ amylase được xác định là lượng μ mol maltose tạo thành bởi 1mL dịch enzyme trong thời gian một phút ở nhiệt độ 30°C.

Xác định hàm lượng glucose tự do (Miller, 1959): Mẫu bột sau khi nghiền (4-6 g) được cho thêm 40 mL cồn 90° và chưng cách thủy cho sôi khoảng 10 phút trong cốc thủy tinh. Hỗn hợp sau khi làm nguội được gạn lấy phần trong. Chuyển dung dịch trong suốt sau trích ly này qua 40 mL cồn 80°, rồi tiếp tục tiến hành như trên lặp lại 3 lần để đảm bảo lượng đường trích ly hoàn toàn. Dung dịch được lọc rồi cô đặc đến 30 mL và định mức đến 100 mL. Sau đó, 2 mL mẫu trích ly được tạo màu bằng cách cho vào 0,5 mL thuốc thử DNS và chưng cách thủy ở 100°C cho đến khi có màu nâu đỏ, để nguội và đo OD ở bước sóng 540 nm. Lượng đường khử được tính dựa vào đường chuẩn glucose.

Hoạt độ protease được xác định theo phương pháp Anson cải tiến (Thuy & Bose, 2010). Hạt mầm (4 g) được nghiền trong dung dịch đệm Tris-HCl 4°C, pH 7,4 (40 mL) trong 5 phút. Hỗn hợp sau đó được trộn đều trên máy Vortex MX-S, Dlab -Mỹ, ly tâm (12000 vòng/phút, 5 phút, 4°C) để dịch có chứa enzyme. Dịch có chứa enzyme trích ly ở trên (0,5 mL) được thêm 1 mL dung dịch casein 2% (trong đệm Tris-HCl, pH 7,5) và ủ ở 30°C trong 10 phút. Phản ứng được kết thúc bằng cách bổ sung 2 mL dung dịch trichloacetic acid (TCA) 5%. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được ly tâm để thu dịch nổi. Dịch nổi (0,5 mL) sau đó được bổ sung 2 mL Na₂CO₃ 6%, lắc nhẹ và tiếp tục thêm 0,5 mL Folin 0,2 N, giữ ở nhiệt độ phòng 30 phút. Sau đó, dịch tạo màu được tiến hành đo mật độ quang bước sóng 750 nm. Mẫu trắng được thực hiện bằng cách bổ sung 2 mL dung

dịch TCA 5% để vô hoạt hóa enzyme trước khi cho casein. Một đơn vị hoạt độ protease được định nghĩa là lượng enzyme có khả năng phân giải cơ chất để tạo ra 1 μ mol tyrosine trong 1 phút ở điều kiện thí nghiệm.

Xác định amino acid tự do theo hàm lượng N formol (TCVN 12620:2019): Sử dụng thang màu có pH 7,0 (dung dịch có màu xanh lục nhạt) và pH 9,2 (dung dịch màu tím xanh) để làm thang màu đối chứng. Mẫu thí nghiệm (4 g) được nghiền trong nước cất (40 mL). Để yên 2 giờ, sau đó hỗn hợp được khuấy đều trên máy khuấy và ly tâm. Dung dịch đã được trích ly ở trên (20 mL) được cho vào bình tam giác 100 mL, thêm 5 giọt bromthymol blue. Nếu dung dịch có màu xanh dương thì thêm từng giọt HCl 0,05 N hoặc H₂SO₄ 0,05N. Nếu dung dịch có màu vàng thì thêm từng giọt NaOH 0,05 N đến khi dung dịch có màu ứng với màu xanh lục nhạt của dung dịch pH 7,0. Sau đó, thêm 3 giọt phenolphthalein 0,5%; 4 mL formol trung tính rồi tiến hành chuẩn độ bằng NaOH 0,05N cho đến khi hỗn hợp có màu ứng với màu tím xanh của dung dịch pH 9,2. Thí nghiệm kiểm chứng được thực hiện với mẫu trắng (thay dung dịch mẫu bằng nước cất).

2.3.3. Phương pháp xử lý số liệu

Tất cả các thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Phần mềm SPSS20 để xử lý thống kê. Các giá trị trong kết quả sẽ là giá trị trung bình. Sự sai khác có ý nghĩa thống kê của các nghiệm thức xử lý bằng phương pháp kiểm định Duncan.

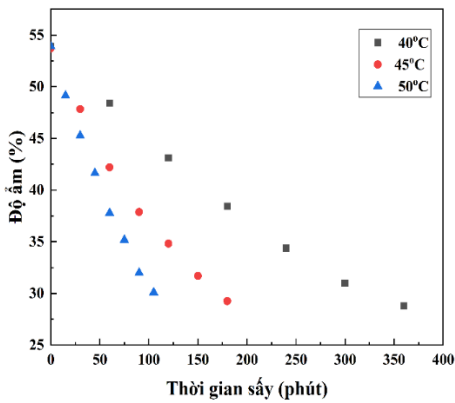
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự biến đổi một số tính chất của hạt mầm khi sấy ở giai đoạn 1

Trong giai đoạn này, hạt mầm đậu đen xanh lòng được làm giảm từ độ ẩm ban đầu xuống đến khoảng 30%. Các mức nhiệt độ sấy là 40°C, 45°C và 50°C với mục đích tạo điều kiện cho enzyme amylase và protease tiếp tục hoạt động.

3.1.1. Sự biến đổi độ ẩm của hạt mầm đậu đen xanh lòng khi sấy ở giai đoạn 1

Hình 1 thể hiện sự biến đổi độ ẩm của hạt mầm đậu đen xanh lòng theo nhiệt độ và thời gian sấy. Kết quả cho thấy nhiệt độ sấy càng cao, tốc độ giảm độ ẩm của hạt càng nhanh. Thời gian để giảm từ độ ẩm ban đầu (53,91%) đến độ ẩm khoảng 30% ở các mức nhiệt độ sấy 50°C, 45°C và 40°C lần lượt là 105 phút, 180 phút và 360 phút. Như vậy, khi nhiệt độ sấy tăng lên 5°C, thời gian sấy rút ngắn gần ½.

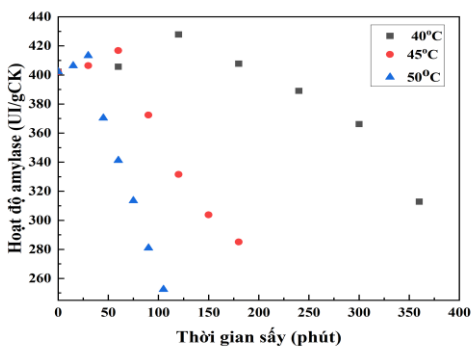


Hình 1. Sự biến đổi độ ẩm của hạt mầm theo thời gian sấy trong giai đoạn 1 ở các mức nhiệt độ khác nhau

3.1.2. Sự biến đổi hoạt độ amylase, protease và các sản phẩm thủy phân của chúng trong giai đoạn 1

Sự biến đổi về hoạt độ enzyme amylase, protease và hàm lượng glucose, amino acid tự do ở các mức nhiệt độ sấy 40°C, 45°C và 50°C được thể hiện trên Hình 2 và Hình 5.

Kết quả Hình 2 cho thấy rằng hoạt độ amylase tăng lên trong thời gian đầu ở các mức nhiệt độ sau đó giảm dần và vẫn duy trì hoạt độ khá cao vào cuối quá trình sấy.

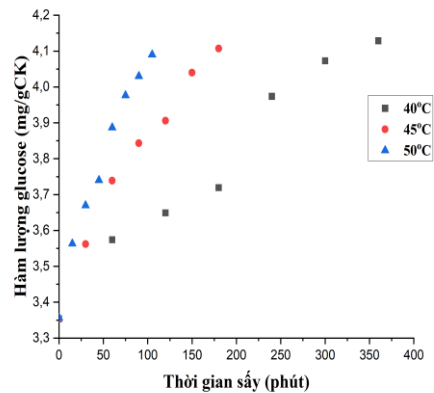


Hình 2. Sự biến đổi hoạt độ amylase của hạt mầm theo thời gian sấy ở giai đoạn 1 ở các mức nhiệt độ khác nhau

Trong quá trình sấy, hoạt độ amylase ban đầu có tăng lên sau đó giảm dần ở các mức nhiệt độ sấy. Hoạt độ đạt cao nhất tính trên khối lượng chất khô (CK) sau các thời gian tương ứng với 3 mức nhiệt độ 40°C, 45°C và 50°C là 427,87 UI/gCK (120 phút), 416,78 UI/gCK (60 phút) và 413,31 UI/gCK

(30 phút). Hoạt độ của amylase cuối quá trình sấy ở các mức nhiệt độ 40°C, 45°C và 50°C lần lượt là 312,81 UI/g CK, 285,09 UI/gCK và 252,51 UI/gCK. Kết quả này cho thấy rằng, trong 3 mức nhiệt độ khảo sát, enzyme amyase của hạt mầm đậu đen xanh lòng có nhiệt độ hoạt động thích hợp và độ bền nhiệt nhất ở 40°C. Amylase của hạt yến mạch (*Avena sativa*) có thể hoạt động trong khoảng 40–70°C và nhiệt độ tối thích là 55°C (Halima et al., 2015). Nhiệt độ tối ưu này là 40°C đối với amylase từ lúa mì (Mohamed et al., 2009). Trong khi, nhiệt độ tối thích amylase của hạt mầm lúa mì (*Triticum aestivum*) được công bố khá cao, 68°C (Singh & Kayastha, 2014).

Chính do hoạt độ amylase vẫn duy trì khá cao so với ban đầu trong suốt quá trình sấy nên hàm lượng glucose tăng dần (Hình 3) và tích lũy cao ở cuối quá trình sấy với các giá trị 4,13 mg/gCK, 4,11 mg/gCK và 4,09 mg/gCK tương ứng với các nhiệt độ sấy 40°C, 45°C và 50°C.

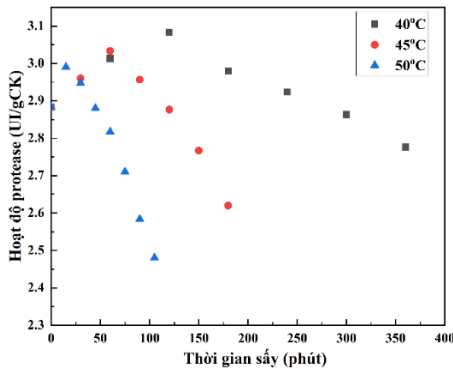


Hình 3. Sự biến đổi hàm lượng glucose của hạt mầm theo thời gian sấy ở giai đoạn 1 ở các mức nhiệt độ khác nhau

Sự biến đổi của hoạt độ protease cũng tương tự amylase. Hoạt độ tăng nhanh và đạt giá trị lớn nhất và sau đó giảm rõ rệt khi sấy ở các mức nhiệt độ 40, 45°C và 50°C (Hình 4). Trong đó, ở nhiệt độ sấy 50°C, sự giảm hoạt độ enzyme này nhanh nhất. Điều đó có lẽ là do enzyme protease của hạt mầm đậu đen xanh lòng hoạt động mạnh ở nhiệt độ 40-45°C. Protease của hạt *Gliricidia sepium* cũng được công bố là có thể hoạt động trong khoảng nhiệt độ 30-70°C (da Silva et al., 2020); protease của hạt *Centaurea calcitrapa* có thể hoạt động mạnh từ 40 đến 60°C và đạt tối đa ở 52°C (Salvador et al., 2006). Trong khi đó, nhiệt độ tối thích của enzyme này

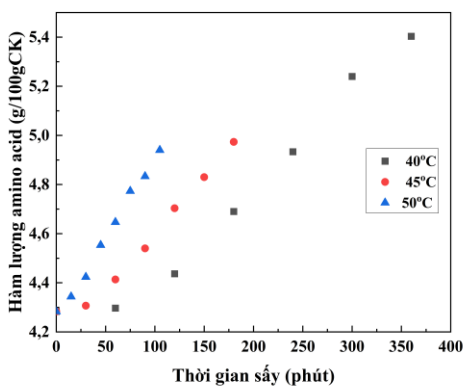
trong hạt đậu phụng được công bố là 60°C (Chen et al., 2018).

Ở cả 3 mức nhiệt độ sấy, tương tự amylase, hoạt độ protease cũng duy trì mức khá cao so với ban đầu trong suốt quá trình sấy. Hoạt độ này cuối quá trình sấy lần lượt là 2,77 UI/gCK, 2,62 UI/gCK và 2,48 UI/gCK khi sấy ở các nhiệt độ 40°C, 45°C và 50°C.



Hình 4. Sự biến đổi hoạt độ protease của hạt mầm theo thời gian sấy trong giai đoạn 1 ở các mức nhiệt độ khác nhau

Dưới tác dụng xúc tác của protease, protein trong hạt được thủy phân làm cho hàm lượng amino acid tăng dần trong quá trình sấy và đạt được giá trị cuối của quá trình sấy tương ứng với các mức nhiệt độ sấy 40°C, 45°C và 50°C là 5,4 g/100 gCK, 4,97 g/100 gCK và 4,28 g/100 gCK (Hình 5).



Hình 5. Sự biến đổi hàm lượng amino acid của hạt mầm theo thời gian sấy trong giai đoạn 1 ở các mức nhiệt độ khác nhau

Nhìn chung, các kết quả sấy ở giai đoạn 1 cho thấy mặc dù có sự khác biệt nhiều về hoạt độ enzyme trong quá trình sấy nhưng hàm lượng

glucose và amino acid tự do cuối cùng ở cả 3 mức nhiệt độ không có sự khác biệt nhiều. Trong khi đó, thời gian sấy càng được rút ngắn khi nhiệt độ càng cao. Vì vậy, nhiệt độ sấy 50°C và thời gian sấy 105 phút là thích hợp nhất cho giai đoạn này.

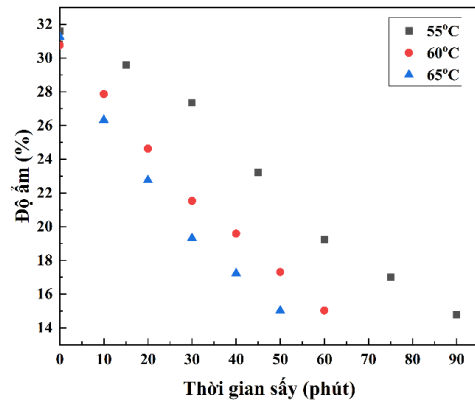
3.2. Sự biến đổi một số tính chất của hạt mầm trong quá trình sấy ở giai đoạn 2

Trong giai đoạn này, hạt mầm đậu đen xanh lòng có độ ẩm khoảng 30% được sấy ở các mức nhiệt độ 55°C, 60°C và 65°C xuống độ ẩm 15%. Các chỉ tiêu được theo dõi theo thời gian là độ ẩm, các chất được phóng thích ở dạng tự do như glucose, amino acid tự do.

3.2.1. Sự biến đổi độ ẩm của hạt mầm đậu đen xanh lòng trong giai đoạn 2

Sự biến đổi độ ẩm của hạt mầm đậu đen xanh lòng theo thời gian ở các nhiệt độ khác nhau khi sấy ở giai đoạn 2 được thể hiện trên Hình 6.

Độ ẩm của mầm đậu đen xanh lòng giảm dần theo thời gian sấy. Thời gian để sấy mầm đậu ở các mức nhiệt độ 55°C, 60°C, 65°C để đưa độ ẩm khoảng 32% xuống khoảng 15% lần lượt là 90 phút, 60 phút và 50 phút (Hình 6).



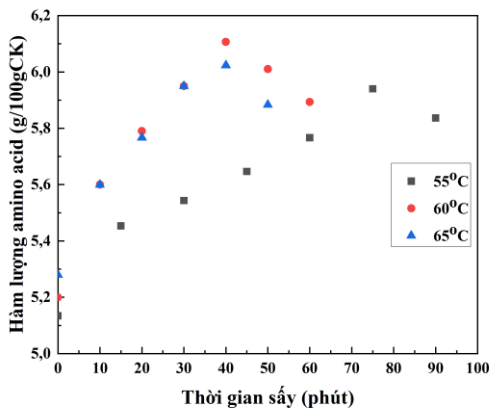
Hình 6. Sự biến đổi độ ẩm của hạt mầm theo thời gian sấy trong giai đoạn 2 ở các mức nhiệt độ khác nhau

3.2.2. Sự biến đổi của các sản phẩm thủy phân của hạt mầm đậu đen xanh lòng trong quá trình sấy ở giai đoạn 2

Hình 7 và Hình 8 thể hiện sự biến đổi của hàm lượng glucose và amino acid tự do theo thời gian ở các nhiệt độ sấy khác nhau. Nhìn chung, trong tất cả các thí nghiệm với nhiệt độ sấy khác nhau, hàm lượng glucose và amino acid tăng lên ở giai đoạn đầu, sau đó giảm dần vào cuối quá trình sấy. Sự tăng

lên chứng tỏ enzyme amylase và protease vẫn còn hoạt động, sau đó là ngưng hoạt động có lẽ do tác dụng của nhiệt cũng như sự giảm độ ẩm của hạt. Hàm lượng của glucose và amino acid giảm vào cuối quá trình có lẽ do xảy ra phản ứng melanoidin tạo màu và mùi cho sản phẩm.

Trong quá trình sấy ở giai đoạn này, hàm lượng glucose tăng theo thời gian có lẽ do enzyme amylase hoạt động ở khoảng nhiệt độ 55-65°C. Hàm lượng amino acid tăng khá nhiều ở giai đoạn này và đạt được giá trị cao nhất sau đó giảm dần. Khi sấy ở nhiệt độ 55°C, amino acid tăng từ 5,45 g/100gCK lên 5,94 g/100gCK sau 60 phút. Giá trị lớn nhất của amino acid (6,1 g/100gCK) đạt được sau 40 phút sấy ở nhiệt độ 60°C. Giá trị này cao hơn so với sấy ở nhiệt độ 65°C (amino acid đạt được cao nhất sau 40 phút sấy là 6,02 g/100gCK) (Hình 7). Sự biến đổi của hàm lượng amino acid có lẽ là do enzyme protease vẫn còn hoạt động trong giai đoạn 2.

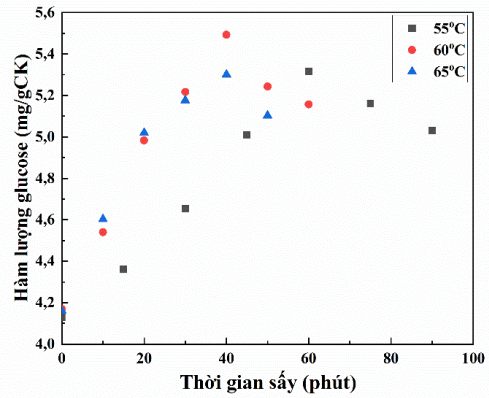


Hình 7. Sự biến đổi hàm lượng amino acid của hạt mầm theo thời gian sấy trong giai đoạn 2 ở các mức nhiệt độ khác nhau

Amino acid là hợp chất quyết định mùi của sản phẩm tạo thành do phản ứng melanoidin. Chúng quyết định hương vị, cường độ mùi và màu cho sản phẩm. Mùi của sản phẩm là do các aldehyde hình thành trong giai đoạn 2 của phản ứng melanoidin. Bản chất các aldehyde này phụ thuộc các amino acid (Thủy, 2011). Chính vì vậy, có thể dựa vào sự khác biệt về sự biến đổi của hàm lượng amino acid để lựa chọn nhiệt độ sấy ở giai đoạn 2 này. Theo đó, nhiệt độ sấy 60°C được cho là thích hợp nhất.

Hơn nữa, hàm lượng glucose có giá trị cao nhất (5,47 mg/gCK) khi sấy ở 60°C, cao hơn so với các giá trị cao nhất ở các mức nhiệt độ sấy còn lại (5,32 mg/gCK và 5,3 mg/gCK khi sấy ở 55°C và 65°C).

Cuối quá trình sấy, hàm lượng này giảm xuống với giá trị không sai khác với các mức nhiệt độ sấy khác (5,32 mg/g sau 45 phút sấy ở 55°C và 5,3 mg/g sau 40 phút sấy ở nhiệt độ 65°C). Hàm lượng đường cao nhất trong mỗi mức nhiệt độ sấy càng lớn sẽ tăng cường phản ứng tạo màu và mùi. Vì vậy, có thể kết luận rằng, sấy ở nhiệt độ 60°C trong giai đoạn này được cho là thích hợp.

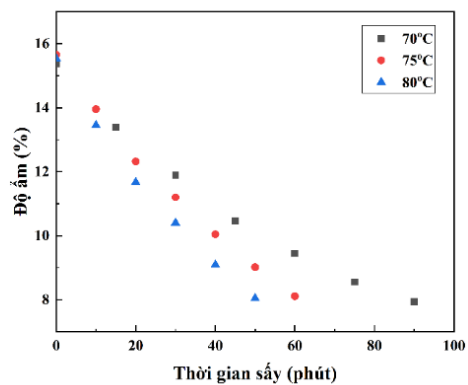


Hình 8. Sự biến đổi hàm lượng glucose của hạt mầm theo thời gian sấy trong giai đoạn 2 ở các mức nhiệt độ khác nhau

3.3. Sự biến đổi của hạt mầm khi sấy ở giai đoạn 3

Trong giai đoạn này, hạt mầm đậu đen xanh lòng có độ ẩm khoảng 15% được sấy ở các mức nhiệt độ 70°C, 75°C và 80°C xuống độ ẩm 8%.

3.3.1. Sự biến đổi độ ẩm của mầm đậu đen xanh lòng trong giai đoạn 3

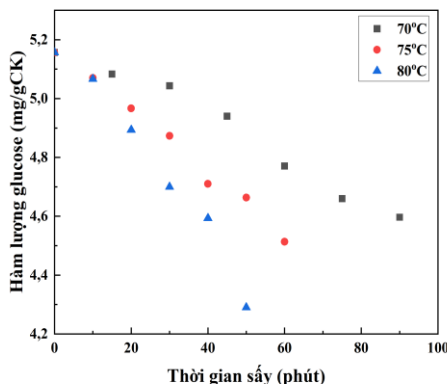


Hình 9. Sự biến đổi độ ẩm của hạt mầm theo thời gian sấy trong giai đoạn 3 ở các mức nhiệt độ khác nhau

Trong giai đoạn sấy thứ 3, tốc độ giảm của độ ẩm theo thời gian thấp hơn hai giai đoạn trên. Độ ẩm trong hạt mầm chỉ giảm khoảng 7% với thời gian sấy 90 phút, 60 phút và 50 phút tương ứng với các nhiệt độ sấy 70°C, 75°C và 80°C (Hình 9).

3.3.2. Sự biến đổi của các sản phẩm thủy phân của hạt mầm đậu đen xanh lòng trong giai đoạn 3

Kết quả trên Hình 10 và Hình 11 cho thấy ở giai đoạn sấy thứ 3, hàm lượng glucose và amino acid giữa các mức nhiệt độ sấy đều giảm. Điều đó có lẽ là trong giai đoạn này hoạt động của enzyme hầu như dừng hẳn và chỉ xảy ra phản ứng tạo màu và mùi cho sản phẩm. Giá trị cuối cùng của hàm lượng glucose và amino acid ở 70°C có giá trị tương đối cao hơn so với các mức nhiệt độ khác. Nhiệt độ sấy này được chọn là thích hợp nhất ở giai đoạn sấy này.

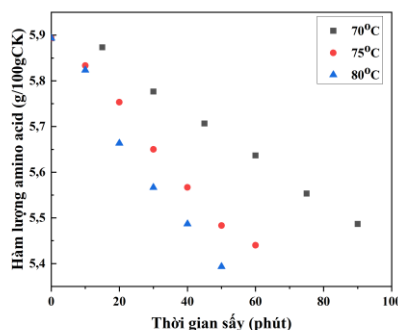


Hình 10. Sự biến đổi hàm lượng glucose của hạt mầm theo thời gian sấy trong giai đoạn 3 ở các mức nhiệt độ khác nhau

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Augustini, R., Herdiastuti, N. (2020). The Study of Amylase’s Reaction Kinetics From Soybean Sprouts (*Glycine max* L.) in Hydrolyzing Starch. International Joint Conference on Science and Engineering (IJCSE 2020), *Advances in Engineering Research*, 96, 331-336. <https://doi.org/10.2991/aer.k.201124.060>

Halima, B. N., Borchani, M., Fendri, I., Khemakhem, B., Gosset, D., Baril, P., Pichon, C., Ayadi, M. A., & Abdelkafi, S. (2015). Optimised amylases extraction from oat seeds and its impact on bread properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 72, 1213-1221. <https://doi.org/10.2991/aer.k.201124.060>



Hình 11. Sự biến đổi hàm lượng amino acid của hạt mầm theo thời gian sấy trong giai đoạn 3 ở các mức nhiệt độ khác nhau

4. KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu đã xây dựng được chế độ sấy phù hợp đối với sấy hạt mầm đậu đen xanh lòng với 3 giai đoạn nhiệt độ khác nhau. Giai đoạn 1 (50°C) đã tạo điều kiện cho các enzyme thủy phân hoạt động tiếp tục. Sấy ở giai đoạn 2 (60°C) vừa có tác dụng tiếp tục làm tăng hàm lượng amino acid và glucose đồng thời tạo màu, mùi và giảm độ ẩm của hạt. Nhiệt độ 70°C ở giai đoạn 3 có tác dụng vừa tạo màu, mùi đồng thời giảm độ ẩm của hạt phù hợp cho giai đoạn sao rang tiếp theo trong quy trình sản xuất trà từ nguyên liệu này.

LỜI CẢM ƠN

Kết quả này là một phần thuộc đề tài khoa học và công nghệ cấp tỉnh Quảng Trị 2021-2022: “Ứng dụng các tiến bộ khoa học và công nghệ xây dựng mô hình canh tác theo hướng hữu cơ và chế biến đậu đen xanh lòng, nhằm nâng cao chuỗi giá trị sản phẩm hàng hóa tại tỉnh Quảng Trị”.

Chen, Y., Chen, Y., Zhao, L., Kong, X., Yang, Z., & Hua, Y. (2018). A two-chain aspartic protease present in seeds with high affinity for peanut oil bodies. *Food Chemistry*, 241, 443-451. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.020>

da Silva, A. V., do Nascimento, J. M., Rodrigues, C. H., Silva Nascimento, D. C., Pedrosa Brandão Costa, R. M., de Araújo Viana Marques, D., Lima Leite, A. C., Figueiredo, M. do V. B., Pastrana, L., Converti, A., Nascimento, T. P., & Figueiredo Porto, A. L. (2020). Partial purification of fibrinolytic and fibrinogenolytic protease from *Gliricidia sepium* seeds by aqueous two-phase system. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 27, 101669. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101669>

- Hayat, I., Ahmad, A., Masud, T., Ahmed, A., Bashir, S. (2014). Nutritional and health perspectives of beans (*Phaseolus vulgaris* L.): An overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54, 580–592. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.596639>
- Luthria, D. L., Pastor-Corrales, M. A. (2006). Phenolic acids content of fifteen dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 205–211. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.09.003>
- Miller, G. A. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426-428. <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>
- Mohamed, S. A., Al-Malki, A. L., & Kumosani, T. A. (2009). Partial purification and characterization of five α -amylases from a wheat local variety (Balady) during germination. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(3), 1740–1748.
- Salvador, S. M., Novo, C., & Domingos, A. (2006). Evaluation of the presence of aspartic proteases from *Centaurea calcitrapa* during seed germination. *Enzyme and Microbial Technology*, 38(7), 893–898. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2005.06.025>
- Singh, K., & Kayastha, A. M. (2014). α -Amylase from wheat (*Triticum aestivum*) seeds: Its purification, biochemical attributes and active site studies. *Food Chemistry*, 162, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.043>
- TCVN 10788:2015. Xác định độ ẩm của hạt bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi.
- TCVN 12620:2019, Xác định amino acid tự do theo hàm lượng N formol.
- Thùy, Đ. T. B., Khánh, T. B., Tiên, N. T. T., Anh, T. T. Q. & Huyền, N. Đ. (2019). *Giáo trình công nghệ sản xuất và kiểm soát chất lượng đồ uống*. Nhà xuất bản Đại học Huế.
- Thùy, Đ. T. B. (2011). *Giáo trình hóa sinh thực phẩm*. Nhà xuất bản Đại học Huế.
- Thuy, D. T. B., & Bose, S. K. (2011). Characterization of Multiple Extracellular Protease Produced by a *Bacillus subtilis* Strain and Identification of the Strain. *International Journal of Biology* 3(1), 101-110. <https://doi.org/10.5539/ijb.v3n1p101>
- Thùy, Đ. T. B., Khánh, T. B., Bảo, V. V. Q., Bé, P. T., Huyền, N. T. Đ. (2022). Ảnh hưởng của nhiệt độ, thời gian ngâm và nảy mầm đến sự biến đổi amylase của mầm đậu đen xanh lòng (*Vigna cylindrica*). *Báo cáo khoa học Hội nghị công nghệ sinh học toàn quốc 2022*, 551 - 556.
- Van, H. P., Hoang, Y. N. T., Lan, P. N. T., Ha, T. N. P., & Thu, T., N. T. (2020). Nutritional composition, enzyme activities and bioactive compounds of mung bean (*Vigna radiata* L.) germinated under dark and light conditions. *Lwt*, 133(April). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110100>