

NGHIÊN CỨU QUY TRÌNH SẢN XUẤT GẠO CẨM NẢY MẦM VỚI HÀM LƯỢNG ANTHOCYANIN CAO VÀ CHẤT LƯỢNG TỐT

Lê Thị Kim Loan¹, Nguyễn Minh Thủy²

TÓM TẮT

Anthocyanin là sắc tố hòa tan trong nước, thuộc nhóm flavonoid và có mặt trong hầu hết các loại thực vật ở tỷ lệ khác nhau. Nghiên cứu được thực hiện trên cơ sở khảo sát ảnh hưởng của việc bổ sung cám gạo cẩm với tỷ lệ thay đổi (0 đến 9%), pH ngâm (2 - 6), thời gian ngâm (2 đến 5 giờ), thời gian (12 - 24 giờ) ủ và nhiệt độ ủ (30 - 37,5°C) đến hàm lượng anthocyanin. Kết quả cho thấy tổn thất hàm lượng anthocyanin khoảng 60% trong quá trình nảy mầm của mẫu đối chứng. Tuy nhiên, gạo cẩm được ngâm trong 3 giờ với việc bổ sung 5% cám gạo, điều chỉnh pH môi trường khoảng 3, sau đó tiếp tục ủ ở 35°C trong 16 giờ, đã tạo ra sản phẩm gạo mầm có hàm lượng anthocyanin cao nhất. Sản phẩm gạo mầm được đánh giá về chất lượng cho thấy hàm lượng polyphenol, GABA, protein cao, cấu trúc mềm, vị ngọt hơn gạo lứt. Đặc biệt, gạo nảy mầm được làm từ gạo cẩm vẫn duy trì được màu sắc đặc trưng của anthocyanin.

Từ khóa: Lúa cẩm, gạo nảy mầm, cám gạo, anthocyanin

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lúa (*Oryza sativa* L.) là một trong những thực phẩm quan trọng nhất của con người, đặc biệt là ở các nước Đông Nam Á. Gạo lứt giàu chất xơ, sắt, can-xi, vitamin (B₁, B₂, E, C và D) và chất khoáng (Patil and Khan, 2011). Chính vì thế, cơm gạo lứt đang được quan tâm trong các bữa ăn của nhiều gia đình hiện nay. Tuy nhiên, một số hạn chế khi sử dụng cơm gạo lứt là thời gian nấu dài, cấu trúc cứng và vị không hấp dẫn như cơm gạo trắng. Wu và cộng tác viên (2013) đã chứng minh gạo mầm sẽ cải thiện cấu trúc và chất lượng của gạo lứt, có cấu trúc mềm hơn và giúp gạo dễ nấu chín và tiêu hóa. Cơm gạo mầm ngọt và thời gian nấu ngắn (Sirisoontarak et al., 2015). Ngoài ra, các chất dinh dưỡng trong gạo mầm tăng lên đáng kể bao gồm GABA, acid phenolic, tocotrienols, acid ferulic, γ -oryzanol, kali, magiê, kẽm và chất xơ hòa tan (Sangsila et al., 2018).

Gạo cẩm Cai Lậy là loại gạo có hàm lượng các chất dinh dưỡng cao hơn so với các loại gạo trắng khác. So với gạo trắng, gạo cẩm chứa nhiều loại chất khoáng như sắt, kẽm, phosphor, vitamin B₁ và chất xơ hòa tan. Đặc biệt trong lớp vỏ lụa của gạo cẩm có hàm lượng anthocyanin cao (Lê Hữu Hải và ctv., 2010). Gạo màu có hàm lượng anthocyanin và hoạt tính chống oxy hóa cao. Anthocyanin trong gạo bao gồm cyanidin 3-O-glucoside, peonidin 3-O-glucoside, malvidin 3-O-glucoside, pelargonidin 3-O-glucoside và delphinidin 3-O-glucoside, trong đó cyanidin-3-O-glucoside chiếm 95% (Noorlaila et al., 2018). Hàm lượng anthocyanin trong các giống giảm dần theo thứ tự từ gạo màu đen (còn được gọi là màu tím), màu nâu và đỏ (Pengumsri et al., 2015). Hàm lượng anthocyanin trong nguyên liệu ban đầu và sau khi ngâm trong nước 3 giờ của giống gạo đen ở Malaysia tương ứng là 2,00 mg/100 g và 1,45 mg/100 g. Như

vậy, sau 3 giờ ngâm hàm lượng anthocyanin giảm 27,5% (Noorlaila et al., 2018). Chung và cộng tác viên (2016) xác định rằng hàm lượng anthocyanin tăng trong quá trình nảy mầm. Nguyên nhân là do thành tế bào bị phá vỡ, phenol được giải phóng tự do dẫn đến tăng hàm lượng polyphenol.

Anthocyanin thuộc nhóm flavonoid, là sắc tố tan trong nước có màu đỏ, tím hoặc xanh (Sivamaruthi et al., 2018). Anthocyanin được chiết xuất từ thực vật có nhiều lợi ích sức khỏe cho con người, bao gồm chống viêm, chống ung thư, chống oxy hóa, ngăn ngừa bệnh tiểu đường, phòng ngừa bệnh tim mạch và thoái hóa thần kinh (Nile et al., 2015). Ngoài ra, anthocyanin được biết như là chất màu tự nhiên, có giá trị sinh học rất cao. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này nhằm duy trì hàm lượng anthocyanin cao nhất trong gạo mầm thông qua đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình ngâm và nảy mầm. Sản phẩm gạo mầm từ giống lúa cẩm Cai Lậy sở hữu hàm lượng cao các hợp chất có hoạt tính sinh học quý như polyphenol, GABA.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Lúa cẩm được thu hoạch tại huyện Cai Lậy, tỉnh Tiền Giang. Sau đó, được phơi khô (độ ẩm <14%), tách vỏ trấu, đóng gói chân không và bảo quản ở nhiệt độ 4°C. Mỗi mẫu gạo thí nghiệm là 200 g, ngâm với thể tích dịch ngâm là 400 ml (theo tỷ lệ 1 : 2) với thời gian từ 2 đến 5 giờ, vớt gạo ra đem ủ. Trong quá trình ủ cứ 4 giờ gạo được tưới nước một lần. Khi ủ đủ thời gian theo bố trí thí nghiệm lấy gạo ra và sấy ở nhiệt độ 50°C đến độ ẩm \leq 13%. Cho gạo vào bao bì bảo quản để ổn định 1 ngày, tiến hành lấy mẫu phân tích các chỉ tiêu cần theo dõi.

¹ Khoa Nông nghiệp và Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Tiền Giang

² Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Xác định độ ẩm bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi.

- Hàm lượng anthocyanin được phân tích bằng phương pháp pH vi sai (Giusti and Wrolstad, 2001).

- Polyphenol tổng được xác định bằng phương pháp Folin - Ciocalteu (Pengkumsri *et al.*, 2015).

- GABA được phân tích bằng thiết bị sắc ký lỏng hiệu năng cao HPLC (HPLC - High Performance Liquid Chromatography) (TCVN 8764:2012).

- Hàm lượng protein được xác định bằng phương pháp Kjeldahl.

- Sản phẩm được đánh giá cảm quan theo thang điểm mô tả định lượng QDA (Quantitative Descriptive Analysis). Thành lập hội đồng đánh giá cảm quan gồm 7 thành viên, có am hiểu chuyên môn về đánh giá chất lượng thực phẩm. Thuộc tính của cơm được miêu tả bao gồm: màu sắc, cấu trúc, mùi, vị. Mỗi thuộc tính được xây dựng theo thang điểm từ 1 đến 5 (giá trị cảm quan từ kém đến tốt).

- Phân tích thống kê theo chương trình Statgraphics XVI. Sự khác nhau giữa các trung bình nghiệm thức được so sánh thông qua LSD (Least Significant Difference) ở mức ý nghĩa $\leq 5\%$.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 4/2018 đến tháng 3/2019 tại phòng thí nghiệm Bộ môn Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Tiền Giang và Đại học Cần Thơ.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ cám gạo cấm bổ sung vào quá trình ngâm để duy trì hàm lượng anthocyanin

Anthocyanin là sắc tố hòa tan trong nước. Do đó, trong công đoạn ngâm và ủ gạo lứt (có sử dụng hệ thống tưới phun) sẽ làm giảm hàm lượng anthocyanin. Cám gạo cấm là phụ phẩm của quá trình xay xát gạo trắng, có hàm lượng anthocyanin cao (Lê Hữu Hải và *ctv.*, 2010). Khi được ngâm trong nước ở 35°C với các tỷ lệ khác nhau sẽ được sử dụng làm dung dịch ngâm gạo lứt để hạn chế quá trình giảm hàm lượng anthocyanin trong gạo mầm. Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng anthocyanin giảm dần sau quá trình ngâm, ủ và sấy (Bảng 1). Sau khi ngâm hàm lượng anthocyanin giảm mạnh là do gạo ngâm trong nước 5 giờ liên tục nên hàm lượng anthocyanin hòa tan trong nước nhiều. Sau quá trình ủ hàm lượng anthocyanin tiếp tục giảm nhẹ vì trong quá trình ủ cách 4 giờ thiết bị sẽ phun nước tự động trong 5 phút để tránh gạo bị khô và chua nên anthocyanin sẽ tiếp tục được hòa tan một

phần vào trong nước hoặc bị phân hủy dưới tác dụng của oxy. Dưới tác dụng của nhiệt độ trong quá trình sấy (50°C) hàm lượng anthocyanin tiếp tục giảm so với nguyên liệu ban đầu. Đối với mẫu A₁, khi ngâm trong nước cất hàm lượng anthocyanin sau khi ngâm giảm rất nhiều. Trong nguyên liệu gạo ban đầu hàm lượng anthocyanin đạt 64,86 mg/100 g. Hàm lượng anthocyanin giảm sau khi ngâm, ủ, sấy lần lượt là 34,74 mg/100 g, tiếp tục giảm 1,53 mg/100 g và 4,04 mg/100 g. Như vậy, tổng lượng anthocyanin giảm đi sau quá trình ngâm, ủ, sấy là 60% so với nguyên liệu ban đầu. Mẫu A₂, A₃, A₄ và A₅ sử dụng tỷ lệ cám gạo cấm bổ sung là 3%, 5%, 7% và 9% cho thấy hàm lượng anthocyanin đều tăng sau khi ngâm, ủ, sấy so với mẫu ngâm trong nước. Trong đó, bổ sung cám gạo ở tỷ lệ 5% (A₃) thì hàm lượng anthocyanin còn lại sau quá trình sấy là 35,39 mg/100 g tăng 35,7%, ở 7% (A₄) là 35,49 mg/100 g tăng 36,1% và 9% (A₅) là 35,89 mg/100 g tăng 37,6% so với mẫu đối chứng. Kết quả này cho thấy khi tăng tỷ lệ cám gạo lên 7 và 9% thì hàm lượng anthocyanin vẫn tăng sau khi ngâm, ủ, sấy so với mẫu ngâm ở tỷ lệ 5% nhưng sự gia tăng này không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê. Như vậy, việc bổ sung cám gạo cấm ở các tỷ lệ khảo sát cho thấy đã cải thiện một phần hàm lượng anthocyanin mất đi trong sản xuất gạo mầm. Nguyên nhân khi cám gạo cấm bổ sung vào trong quá trình ngâm thì hàm lượng anthocyanin trong cám gạo sẽ hòa tan vào trong nước. Khi gạo được đưa vào ngâm thì sẽ hạn chế được hàm lượng anthocyanin trong gạo hòa tan vào trong nước. Chọn tỷ lệ cám gạo cấm 5% trong quá trình ngâm để áp dụng cho các công đoạn tiếp theo.

Bảng 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ cám gạo cấm bổ sung vào trong quá trình ngâm đến hàm lượng anthocyanin

Tỷ lệ cám gạo cấm bổ sung (%)	Hàm lượng anthocyanin sau khi ngâm (mg/100g)	Hàm lượng anthocyanin sau khi ủ (mg/100g)	Hàm lượng anthocyanin sau khi sấy (mg/100g)
A ₁	30,12 ^c	28,59 ^c	26,08 ^c
A ₂	38,79 ^b	36,18 ^b	33,52 ^b
A ₃	40,90 ^a	38,28 ^a	35,39 ^a
A ₄	41,06 ^a	38,63 ^a	35,49 ^a
A ₅	41,35 ^a	39,22 ^a	35,89 ^a
F	**	**	**
CV (%)	4,81	4,56	4,54

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một cột có chữ cái thường (a, b, c,...) khác nhau thì thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê; (**): thể hiện sự khác biệt ý nghĩa ở mức 1%. A₁, A₂, A₃, A₄, A₅ là tỷ lệ cám gạo cấm lần lượt được sử dụng để ngâm là 0%, 3%, 5%, 7%, 9%.

3.2 Ảnh hưởng của pH và thời gian ngâm đến hàm lượng anthocyanin, polyphenol

Hạt nảy mầm tốt nhất khi hạt hút đủ nước đạt trạng thái bão hòa. Thời gian hút nước để hạt đạt trạng thái bão hòa của từng giống phụ thuộc vào cấu trúc, thành phần hóa học, điều kiện nảy mầm và kiểu gen (Hendawy *et al.*, 2011). Thời gian từ 0 - 2 giờ đầu lượng nước hấp thụ tăng nhanh do sự chênh lệch độ ẩm bên trong và bên ngoài hạt cao nên nước được chuyển nhanh vào trong hạt. Sau 2 - 5 giờ, hạt hấp thụ nước chậm dần và đạt trạng thái cân bằng. Thông thường gạo lứt nảy mầm tốt cần độ ẩm khoảng 30 - 35%, khi độ ẩm cao 35 - 50%

sẽ thúc đẩy sự phát triển của vi sinh vật gây hư hỏng (Komatsuzaki *et al.*, 2007).

Hợp chất polyphenol gồm ba thành phần chính là acid phenolic, flavonoids và tannins. Flavonoid là nhóm hợp chất polyphenol chính trong thực vật. Chúng có thể được chia thành các lớp khác nhau. Trong đó, anthocyanidin là lớp phổ biến nhất. Thông thường, anthocyanidin liên kết với glycoside tạo thành anthocyanin (Kong *et al.*, 2003). Nước sau khi được xử lý cám gạo ngâm ở nồng độ 5% sẽ được điều chỉnh các giá trị pH và thời gian ngâm. Kết quả ảnh hưởng của pH và thời gian ngâm đến hàm lượng anthocyanin, polyphenol được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của pH, thời gian ngâm đến hàm lượng anthocyanin, polyphenol trong gạo mầm

Mẫu	Hàm lượng anthocyanin (mg/100g)	Hàm lượng polyphenol (mgGAE/100g)	Mẫu	Hàm lượng anthocyanin (mg/100g)	Hàm lượng polyphenol (mgGAE/100g)
B ₁ C ₁	39,09 ^{ef}	56,20 ^{fgh}	B ₃ C ₂	38,94 ^{efg}	57,96 ^{def}
B ₁ C ₂	41,74 ^b	59,80 ^{bcd}	B ₃ C ₃	40,80 ^{cb}	59,44 ^{cd}
B ₁ C ₃	41,47 ^b	63,50 ^a	B ₃ C ₄	39,35 ^{edf}	61,35 ^{abc}
B ₁ C ₄	40,12 ^{cde}	63,70 ^a	B ₃ C ₅	37,70 ^h	55,05 ^{ghij}
B ₁ C ₅	40,35 ^{cd}	56,10 ^{fgh}	B ₃ C ₆	34,84 ^j	52,90 ^{ijk}
B ₁ C ₆	39,00 ^{ef}	55,40 ^{fghi}	B ₄ C ₁	35,06 ^{ij}	52,47 ^{ij}
B ₂ C ₁	38,54 ^{fgh}	54,73 ^{ghij}	B ₄ C ₂	37,80 ^{efg}	55,66 ^{fghi}
B ₂ C ₂	40,82 ^{bc}	59,08 ^{cde}	B ₄ C ₃	39,79 ^{cde}	56,45 ^{efg}
B ₂ C ₃	43,44 ^a	61,51 ^{abc}	B ₄ C ₄	38,53 ^{fgh}	59,62 ^{bcd}
B ₂ C ₄	40,95 ^{cb}	62,39 ^{ab}	B ₄ C ₅	36,23 ⁱ	53,84 ^{ghij}
B ₂ C ₅	39,42 ^{edf}	56,20 ^{fgh}	B ₄ C ₆	33,36 ^k	50,60 ^k
B ₂ C ₆	35,02 ^j	53,48 ^{hij}	F (tính)	**	**
B ₃ C ₁	35,67 ^{ij}	54,51 ^{ghij}	CV (%)	4,9	3,78

Ghi chú: Các giá trị trên cùng của một cột có chữ cái thường (a, b, c,...) khác nhau thì thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê; (**): thể hiện sự khác biệt ý nghĩa ở mức 1%. B₁C₁, B₁C₂, B₁C₃, B₁C₄, B₁C₅, B₁C₆: Gạo được ngâm 2 giờ với các giá trị pH lần lượt là nước cất, 2, 3, 4, 5, 6; B₂C₁, B₂C₂, B₂C₃, B₂C₄, B₂C₅, B₂C₆: Gạo được ngâm 3 giờ với các giá trị pH lần lượt là nước cất, 2, 3, 4, 5, 6; B₃C₁, B₃C₂, B₃C₃, B₃C₄, B₃C₅, B₃C₆: Gạo được ngâm 4 giờ với các giá trị pH lần lượt là nước cất, 2, 3, 4, 5, 6; B₄C₁, B₄C₂, B₄C₃, B₄C₄, B₄C₅, B₄C₆: Gạo được ngâm 5 giờ với các giá trị pH lần lượt là nước cất, 2, 3, 4, 5, 6. F thể hiện giá trị F tính, Cv (%): Hệ số biến thiên.

Khi thời gian ngâm càng dài thì hàm lượng anthocyanin giảm càng nhiều và đạt giá trị thấp nhất sau khi ngâm trong 5 giờ. Trong giai đoạn đầu, nước cần thời gian ngấm vào trong cấu trúc hạt sau đó mới phân tán các chất tan vào trong môi trường nên ngâm gạo lứt trong 2 và 3 giờ lượng anthocyanin hòa tan trong nước là thấp nhất và không có sự khác biệt ý nghĩa giữa các mẫu.

Hàm lượng anthocyanin trong gạo mầm ở pH 2 (39,8 mg/100 g), pH 3 (41,9 mg/100 g), pH 4 (39,7 mg/100 g) đạt cao hơn so với mẫu pH 5 (38,4 mg/100 g), pH 6 (35,6 mg/100 g) và nước cất

(37,1 mg/100 g). Vì hầu hết các sắc tố anthocyanin có độ ổn định cao trong môi trường acid so với kiềm. So với các giá trị pH khác thì khi ngâm ở pH 3 hàm lượng anthocyanin đạt cao nhất vì ít bị thoái hóa. Kết quả này phù hợp với tổng hợp của (Khoos và cộng tác viên (2017), pH 2 - 4 ít ảnh hưởng đến sự phân hủy của anthocyanin.

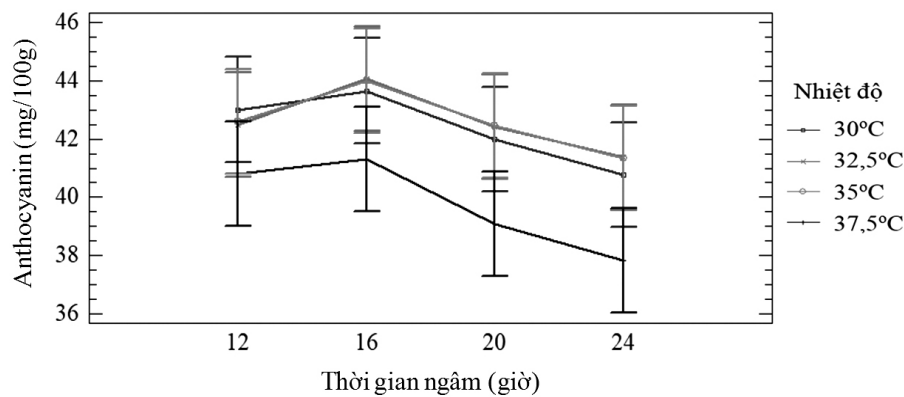
Kết quả đạt được đã chứng minh quá trình ngâm ảnh hưởng hàm lượng polyphenol trong gạo. Ở pH 2, 3 và 4 hàm lượng polyphenol cao hơn so với pH 5 và 6 và nước cất. Hàm lượng polyphenol giảm dần theo thời gian ngâm từ 2 - 5 giờ. Nguyên nhân

chủ yếu là do các hợp chất phenolic tan trong nước nên hàm lượng polyphenol giảm dần theo thời gian ngâm (Khandelwal *et al.*, 2010). Một nguyên nhân khác là trong quá trình ngâm enzyme oxidase có thể được kích hoạt (Saxena *et al.*, 2003). Vì pH thích hợp cho enzyme này hoạt động khoảng 5,5 - 6 dẫn đến hàm lượng polyphenol bị giảm nhanh. Kết quả nghiên cứu cho thấy sau quá trình ngâm hàm lượng polyphenol giảm nên ngâm gạo trong thời gian ngắn sẽ hạn chế sự thất thoát của polyphenol.

Thời gian ngâm và pH có ảnh hưởng đến hàm lượng anthocyanin và polyphenol của hạt. Ở pH 3 và thời gian ngâm là 3 giờ sẽ cho gạo mầm có hàm lượng anthocyanin, polyphenol đạt giá trị tốt nhất.

3.3 Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ủ đến hàm lượng anthocyanin, polyphenol, GABA trong gạo mầm

Nảy mầm là một quá trình sinh lý phức tạp bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ và lượng nước trong hạt. Khi độ ẩm đạt trạng thái bão hòa thì nhiệt độ là yếu tố chủ yếu được kiểm soát trong quá trình nảy mầm (Alvarado and Bradford, 2002). Theo Nguyễn Đình Giao và cộng tác viên (1997), hạt nảy mầm tốt trong điều kiện 30 - 35°C, trên 40°C do hoạt động của một số enzyme và vi sinh vật nên không có lợi cho quá trình nảy mầm. Kết quả tương tác giữa nhiệt độ và thời gian ủ đến hàm lượng anthocyanin trong gạo mầm được thể hiện ở hình 1.



Hình 1. Đồ thị biểu diễn tương tác giữa nhân tố nhiệt độ với thời gian ủ đến hàm lượng anthocyanin trong gạo mầm

Hàm lượng anthocyanin trong gạo mầm thay đổi trong khoảng 36,2 - 48,8 mg/100 g. Khi ủ ở nhiệt độ 30°C, 32,5°C, 35°C trong cùng thời gian thì hàm lượng anthocyanin thể hiện giá trị tương đương nhau và khác biệt không có ý nghĩa (42,3 - 42,5 mg/100 g). Tuy nhiên, khi tăng nhiệt độ ủ lên 37,5°C thì hàm lượng anthocyanin trong gạo mầm giảm nhanh (39,8 mg/100 g). Trong quá trình chế biến và bảo quản thực phẩm, anthocyanin dễ dàng bị phá hủy dưới tác dụng của nhiệt độ cao. Hàm lượng anthocyanin thay đổi theo thời gian ủ như sau: 12 giờ (42,22 mg/100 g), 16 giờ (43,25 mg/100 g), 20 giờ (41,48 mg/100 g), 24 giờ (40,33 mg/100 g).

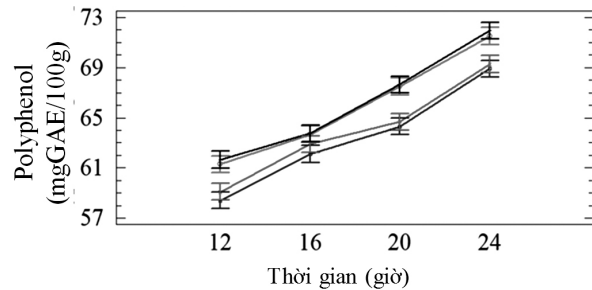
Kết quả cho thấy thời gian ủ càng dài thì hàm lượng anthocyanin giảm càng nhiều. Trong đó, mẫu ủ ở 16 giờ có hàm lượng anthocyanin cao có thể do enzyme tổng hợp anthocyanin PAL hình thành nhiều trong giai đoạn này. Yudiono và cộng tác viên (2018) đã chứng minh trong quá trình nảy mầm của hạt Arabidopsis và khoai lang tím làm tăng hàm lượng anthocyanin nhờ vào sự hiện diện của enzyme PAL. Tuy nhiên, sự thay đổi hàm lượng anthocyanin không nhiều trong quá trình ủ. Nguyên nhân là do

trong nghiên cứu này gạo mầm được ủ trong tủ kín nên hạn chế được quá trình tiếp xúc với oxy cũng như ánh sáng. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Sutharut và Sudarat (2012), tổng hàm lượng anthocyanin không thay đổi nhiều khi ủ trong tối. Như vậy, sử dụng nhiệt độ ủ 35°C sẽ tạo ra gạo mầm có hàm lượng anthocyanin cao. Nhiệt độ này cũng khá phù hợp với nhiệt độ chiết xuất anthocyanin (34,7°C) trong cám gạo đen của Pedro và cộng tác viên (2016).

- Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ủ đến hàm lượng polyphenol

Dữ liệu thể hiện ở đồ thị hình 2 cho thấy hàm lượng polyphenol của gạo mầm tăng theo thời gian và nhiệt độ ủ. Trong đó, hàm lượng polyphenol trong gạo mầm được ủ ở nhiệt độ 35°C (65,98 mg GAE/100 g) và 37,5°C (66,24 mg GAE/100 g) đạt giá trị cao nhất và không khác biệt ý nghĩa. Khi ủ ở 24 giờ thì hàm lượng polyphenol của gạo là 70,39 mg GAE/100 g tăng so với nguyên liệu ban đầu là 55,58 mg GAE/100 g. Kết quả trên phù hợp với một số nghiên cứu khác đã công bố. Tian và cộng

tác viên (2004) đã báo cáo hàm lượng polyphenol 18,47 mg GAE/100 g trong bột gạo lứt, tuy nhiên trong sản phẩm bột gạo mầm thì hàm lượng này tăng lên 24,78 mg GAE/100 g. Hàm lượng polyphenol tăng sau quá trình nảy mầm do hoạt động của các chất chống oxy hóa tăng làm tăng các gốc tự do dẫn đến sự phá vỡ các tế bào giải phóng các hợp chất phenolic (Kaukovirta-Norja *et al.*, 2004).



Hình 2. Đồ thị biểu diễn tương tác giữa nhân tố nhiệt độ với thời gian ủ đến hàm lượng polyphenol trong gạo mầm

Tổng hợp các kết quả thu nhận được cho thấy khi chọn nhiệt độ ủ 35°C và thời gian ủ 16 giờ sẽ tạo gạo mầm có hàm lượng anthocyanin và polyphenol cao.

3.4. So sánh chất lượng của cơm gạo mầm với cơm gạo lứt

Gạo lứt và gạo mầm được nấu với lượng nước, nhiệt độ và thời gian cố định bằng nhau. Sau đó, tiến hành đánh giá cảm quan cơm gạo lứt và cơm gạo mầm theo thang điểm mô tả từ 1 đến 5. Sự thay đổi màu sắc, mùi, vị và cấu trúc của cơm gạo mầm với gạo lứt được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Điểm đánh giá cảm quan về màu sắc, mùi, vị và cấu trúc của cơm gạo mầm và cơm gạo lứt

Loại	Điểm cảm quan			
	Màu sắc	Mùi	Vị	Cấu trúc
Cơm gạo lứt	4,56 ^a	4,71 ^a	3,81 ^b	3,59 ^b
Cơm gạo mầm	4,44 ^a	4,74 ^a	4,74 ^a	4,85 ^a
F (tính)	ns	ns	**	**
CV (%)	1,54	1,65	4,97	4,33

Ghi chú: Các giá trị trên cùng của một cột có chữ cái thường (a, b, c,...) khác nhau thì thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê; (**): thể hiện sự khác biệt ý nghĩa ở mức 1%; (ns): thể hiện không có sự khác biệt ý nghĩa. F thể hiện giá trị F tính, CV (%): Hệ số biến thiên.

Kết quả thống kê cho thấy, điểm đánh giá cảm quan về màu sắc và mùi của cơm gạo mầm và gạo lứt không có sự khác biệt ý nghĩa. Do hàm lượng

anthocyanin cao nên cơm gạo mầm vẫn có màu sắc sáng và đẹp như cơm gạo lứt. Đây là điểm đặc trưng của gạo mầm làm từ gạo cẩm vì sản phẩm gạo mầm làm từ gạo trắng thường có màu vàng do phải trải qua quá trình ngâm, ủ, sấy dài nên giảm giá trị cảm quan về màu sắc.

Mùi của cơm gạo mầm tăng nhẹ có thể do trong gạo mầm hình thành nhiều amino acid. Kết quả phân tích hàm lượng protein trong gạo mầm làm từ gạo cẩm đạt 10,36% tăng 1,15% so với gạo lứt. Hàm lượng protein tăng có thể là do một số hợp chất sinh học được tổng hợp cụ thể là các acid amin trong quá trình nảy mầm (Lee *et al.*, 2007). Wichamanee và Teerarat (2012) giải thích hàm lượng protein của gạo mầm Jasmine tăng (7,98% đến 8,34%) là do một số enzyme tổng hợp chuyển hóa acid amin thành các hợp chất protein mới.

Gạo mầm có cấu trúc tốt hơn so với gạo lứt. Quá trình nảy mầm làm cơm trở nên mềm hơn, dễ ngduội vẫn không cứng. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Banchuen và cộng tác viên (2010), nhóm tác giả cho rằng quá trình nảy mầm kích hoạt các enzyme thủy phân tinh bột, các polysaccharide, protein thành oligosaccharide và các acid amin, sản phẩm có cấu trúc mềm và tăng mùi vị. Thitima và Sirichai (2012) cũng cho rằng cơm gạo mầm có cấu trúc mềm hơn so với cơm gạo lứt do trong quá trình nảy mầm một loạt chuyển hóa xảy ra, màng tế bào bị phá hủy bởi xylanase, acid phytic được tìm thấy trong vỏ cám bị thủy phân bởi enzyme phytase.

Cơm gạo mầm ngọt hơn cơm gạo lứt. Quá trình nảy mầm kích hoạt các enzyme hoạt động, chủ yếu là enzyme amylase thủy phân tinh bột thành đường đơn. Lee và cộng tác viên (2007) đã công bố sau quá trình nảy mầm tổng hàm lượng đường tự do của gạo lứt tăng từ 4 đến 9 lần do hoạt động của enzyme thủy phân tinh bột thành maltose, glucose và dextrin. Từ các kết quả đánh giá cảm quan về màu sắc, mùi, vị, cấu trúc nhận thấy gạo mầm làm từ gạo cẩm đã cải thiện được có cấu trúc và mùi vị tốt hơn so với mẫu gạo lứt (Hình 3).



Hình 3. Gạo mầm và cơm gạo mầm

Hàm lượng GABA trong gạo mầm cũng được phân tích đạt 197,3 mg/kg - tăng 7,3 lần so với nguyên liệu gạo lứt. Kết quả này cũng khá phù hợp với kết quả nghiên cứu của Watchararparpaiboon và cộng tác viên (2010). Nhóm tác giả đã ủ gạo mầm ở 35°C đã cho gạo mầm có hàm lượng GABA cao nhất - tăng 4 - 5 lần so với hàm lượng GABA trong gạo trắng KDML 105 (16,48 mg/100 g), Chainat 1 (14,50 mg/100 g). Tương tự, Sirisoontarak và cộng tác viên (2014) cũng xác định thông số ủ tối ưu là 35°C sẽ cho hàm lượng GABA đạt giá trị cao nhất là 17 mg/100 g. Như vậy, gạo mầm có hàm lượng các chất dinh dưỡng và cảm quan cao hơn gạo lứt.

IV. KẾT LUẬN

Việc bổ sung thêm dịch cám gạo mầm ở tỷ lệ 5%, kết hợp với ngâm hạt ở pH 3 trong 3 giờ, ở 35°C trong 16 giờ sẽ tạo sản phẩm gạo mầm có hàm lượng anthocyanin cao (43,25 mg/100 g). Đồng thời sản phẩm còn sở hữu thêm các hợp chất sinh học quý như polyphenol (65,98 mg GAE/100 g) và GABA (197,3 mg/kg). Gạo mầm làm từ gạo mầm có cấu trúc mềm, vị ngọt, hàm lượng protein cao và duy trì được màu sắc đặc trưng. Tác dụng của chất màu anthocyanin đối với sức khỏe con người và các ứng dụng của chúng chứng minh rằng gạo mầm làm từ gạo mầm sẽ là nguồn thực phẩm chức năng, đạt giá trị cảm quan cao nên được sử dụng phổ biến trong các bữa ăn của các gia đình Việt trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn Đình Giao, Nguyễn Thiện Huyền, Nguyễn Hữu Tế, Hà Công Vượng, 1997, *Giáo trình cây lương thực (Tập I cây lúa)*. Nhà xuất bản Nông Nghiệp. Hà Nội.

Lê Hữu Hải, Huỳnh Thị Huế Trang, Đoàn Thị Ngọc Thanh, 2010. Chọn lọc làm thuần giống lúa than đặc sản. Đề tài cấp tỉnh Tiền Giang.

Alvarado V. and Bradford K.J., 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. *Plant Cell Environ.*, 25: 1061-1069.

Banchuen J., Oraikul P.T.B., Phaisan W. and Piyarat S., 2010. Increasing the bio-active compounds contents by optimizing the germination conditions of Southern Thai Brown Rice. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 32 (3), 219-230.

Chung S.I., Lo L.M.P. and Kang M.Y., 2016. Effect of Germination on the Antioxidant Capacity of Pigmented Rice (*Oryza sativa* L. cv. Superjami and Superhongmi). *Food Sci. and Tech. Research*, 22(3): 387-394.

Guisti, M. M. and Wrolstad, R. E., 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. New York: John Wiley & Sons. (Giusti and Wrolstad, 2001).

Hendawy S.E.E, Sone C., Ito O. and Sakagami J.I. and Alvarado V., 2011. Evaluation of Germination Ability in Rice Seeds under Anaerobic Conditions by Cluster Analysis. *K.J. Research seed science*, 4 (2): 82 - 93.

Kaukovirta-Norja A., Wilhelmsson A., and Poutanen K., 2004. Germination: a means to improve the functionality of oat. *Agric. Food. Sci.*, 13: 100 - 112.

Khandelwal S., Shobha A.U. and Ghugre P., 2010. Polyphenols and tannins in Indian pulses: Effect of soaking, germination and pressure cooking. *Food Research International*, 43: 526 - 530.

Khoo H.E., Azlan A., Tang S.T., and Lim S.M., 2017. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food and Nutrition Research*, 61 (1): 1361 - 779.

Komatsuzaki N., Tsukahara K., Toyoshima H., Suzuki T., Shimizu N. and Kimura T., 2007. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. *Food Engineering*, 78: 556 - 560.

Kong, J.; Chia, L.; Goh, N.; Chia, T. and Brouillard, R., 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*. 64: 923-933.

Lee Y.R., Kim J.Y., Woo K.S., Hwang I.G., Kim K.H., Kim K.J., Kim J.H. and Jeong H.S., 2007. Changes in the chemical and functional components of Korean rough rice before and after germination. *Food Sci. Biotechnol.*, 16: 1006 - 1010.

Nile S., Hwan Kim D. and Keum Y.S., 2015. Determination of Anthocyanin Content and Antioxidant Capacity of Different Grape Varieties. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 30 (2): 60 - 68.

Noorlaila, A., Nur Suhadah, N., Noriham, A. and Nor Hasanah, H., 2018. Total anthocyanin content and antioxidant activities of pigmented black rice (*Oryza sativa* L.) subjected to soaking and boiling. *Jurnal Teknologi*, 80 (3): 137-143.

Patil S.B. and Khan M.K., 2011. Germinated brown rice as a value added rice product: A review. *Food Science and Technology*, 48: 661 - 667.

Pedro A.C., Granato D. and Rosso N.D., 2016. Extraction of anthocyanins and polyphenols from black rice (*Oryza sativa* L.) by modeling and assessing their reversibility and stability. *Food Chemistry*, 191: 12 - 20.

- Pengkumsri N., Chaiyasut C., Saenjum C., Sirilun S., Peerajan S., Suwannalert P., Sirisattha S., Sundaram S. B.**, 2015. Physicochemical and antioxidative properties of black, brown and red rice varieties of northern Thailand. *Food Sci. and Tech.*, 35(2): 331-338.
- Sangsila A., Promden W. and Pimda W.**, 2018. Antioxidant and antityrosinase activities in germinated brown rice of indigenous Thai cultivars. *International Agricultural Technology*, 14 (7): 1883 - 1892.
- Saxena A.K., Chadha M. and Sharma S.**, 2003. Nutrients and antinutrients in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars after soaking and pressure cooking. *Food Science and Technology*, 40 (5): 493 - 497.
- Sirisoontaralak, P., Nakornpanom, N. N., Koakietdumrongkul, K., & Panumaswiwath, C.**, 2014. Development of quick cooking germinated brown rice with convenient preparation and containing health benefits. *Food Science and Technology*, 61(1): 138-144.
- Sivamaruthi B.S., Kesika P. and Chaiyasut C.**, 2018. Anthocyanins in Thai rice varieties: distribution and pharmacological significance. *International Food Research Journal*, 25 (5): 2024 - 2032.
- Sutharut J. and Sudarat J.**, 2012. Total anthocyanin content and antioxidant activity of germinated colored rice. *International Food Research Journal*, 19 (1): 215 - 221.
- Thitima Kaosa-ard and Sirichai Songsermpong**, 2012. Influence of germination time on the GABA content and physical properties of germinated brown rice. Asian Food and Agro-Industry. Thailand.
- Tian S., Nakamura K. and Kayahara H.**, 2004. Analysis of Phenolic Compounds in White Rice, Brown Rice, and Germinated Brown Rice. *Agri. and Food Chem.*, 52 (15): 4808 - 4813.
- Watchararparpaiboon W., Laohakunjit N. and Kerdchoechuen O.**, 2010. An Improved Process for High Quality and Nutrition of Brown Rice Production. *Food Sci Tech Int.*, 16 (2): 147 - 162.
- Wichamanee Y. and Teerarat I.**, 2012. Production of germinated Red Jasmine brown rice and its physicochemical properties. *Inter. Food Research J.*, 19 (4): 1649 - 1654.
- Wu F., Yang N., Toure A., Jin Z. and Xu X.**, 2013. Germinated brown rice and its role in human health. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 53: 451 - 463.
- Yudiono K. and Kurniawati L.**, 2018. Effect of sprouting on anthocyanin, antioxidant activity, color intensity and color attributes in purple sweet potatoes. *Food Research*, 2 (2): 171 - 176.

Study on production process of germinated grains of black rice with high anthocyanin content and good quality

Le Thi Kim Loan, Nguyen Minh Thuy

Abstract

Anthocyanins are colored water-soluble pigments belonging to the flavonoid group and present in most plants at different contents. The study was carried out on the basis of investigating the effect of supplementation of rice bran (0 to 9%), pH (2 - 6), soaking time (2 to 5 hours), germination time (12 - 24 hours) and temperature (30 - 37.5°C) on anthocyanin content. The results showed that the loss of anthocyanin content was about 60% during germination of control sample. However, black rice hulled grains supplemented with 5% of rice bran were soaked for 3 hours, adjusting pH to 3, then incubated at 35°C for 16 hours to produce germinated grains with the highest anthocyanin content. Germinated grain products had high polyphenol, GABA, protein and soft structure, sweet taste higher than that of brown rice. In particular, germinated grains made from black rice had typical color of anthocyanin.

Keywords: Black rice, germinated grain, rice bran, anthocyanin,

Ngày nhận bài: 2/4/2019
Ngày phản biện: 8/4/2019

Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Hoàng Anh
Ngày duyệt đăng: 15/5/2019

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG QUI TRÌNH KỸ THUẬT CANH TÁC LÚA TIÊN TIẾN CHO VÙNG BẮC TRUNG BỘ

Lại Đình Hòa¹, Đinh Thị Huyền¹, Lê Văn Vĩnh², Trần Quang Đạo²,
Nguyễn Tất Hóa², Trần Thị Thắm², Lê Văn Quốc², Hà Thị Tuyết²

TÓM TẮT

Nghiên cứu xây dựng qui trình kỹ thuật canh tác lúa tiên tiến cho vùng Bắc Trung bộ trên cơ sở tích hợp các tiến bộ kỹ thuật như giảm mật độ cấy, giảm lượng đạm bón, áp dụng tưới tiết kiệm nước, áp dụng phòng trừ dịch hại tổng hợp (IPM); áp dụng cơ giới hóa trong khâu làm đất, khâu cấy, thu hoạch và sấy hạt. Kết quả cho thấy, qui trình kỹ thuật đề xuất so với đối chứng đạt năng suất cao hơn 719 - 794 kg/ha (11,7 - 12,14%); lợi nhuận tăng 8.200 - 8.630 nghìn đồng/ha; giảm chi phí sản xuất 6,3%; giảm lượng thuốc bảo vệ thực vật; giảm trên 30% số lần tưới nước. Qui trình kỹ thuật đề xuất đã giảm tổng lượng khí phát thải qui đổi từ 2.776 - 3.883 kg CO₂e /ha/vụ so với đối chứng. Mô hình áp dụng qui trình kỹ thuật đề xuất so với đối chứng giảm chi phí từ 4,6 - 6,7%; năng suất tăng từ 752 - 774 kg/ha (8,43 - 10,99%); lợi nhuận tăng từ 6.356 - 7.276 nghìn đồng/ha (23,2 - 33,4%).

Từ khóa: Lúa, canh tác, kỹ thuật, tiên tiến, Bắc Trung bộ

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sản xuất lúa ở nước ta nói chung, vùng Bắc Trung bộ nói riêng hiệu quả đem lại còn thấp, do chi phí sản xuất cao và giá cả đầu ra thiếu ổn định. Trong những năm tới khả năng tăng năng suất càng khó khăn hơn do sự tác động của biến đổi khí hậu ngày càng khốc liệt và độ phì của đất xu hướng ngày càng suy giảm. Trong số các khoản chi phí sản xuất lúa thì chi phí về phân bón chiếm tỷ lệ khá cao nhưng hiệu quả sử dụng lại thấp, chưa tới 50%, số còn lại bị thất thoát qua con đường rửa trôi, bốc hơi, thấm sâu vào đất và nước ngầm... cùng với lượng thuốc trừ dịch hại sử dụng không hợp lý đã gây nên các hệ lụy như: mất cân bằng sinh thái trong đất, ô nhiễm nguồn nước và không khí, làm giảm chất lượng nông sản (Nguyễn Văn Bộ, 2014). Việc bón phân hữu cho lúa qua nhiều năm chưa được quan tâm đúng mức cùng với sự lạm dụng phân vô cơ (nhất là đạm) làm cho đất bị chai cứng, mất dần kết cấu, giảm khả năng giữ nước và hấp phụ dinh dưỡng, giảm sự đa dạng của vi sinh vật trong đất (Nguyễn Thơ, 2018).

Theo Nguyễn Tử Siêm (2013), sản xuất nông nghiệp theo phương pháp truyền thống như bón phân quá liều lượng, tưới tiêu không hợp lý, sử dụng thuốc BVTV tùy tiện, đốt rơm rạ sau khi thu hoạch... đã tạo ra nhiều khí phát thải gây hiệu ứng nhà kính như CH₄, N₂O, CO₂; làm tăng chi phí sản xuất, gây ô nhiễm môi trường, sản phẩm không an toàn.

Thời gian qua, nhiều kỹ thuật tiến bộ đã được khuyến cáo vào sản xuất lúa như: SRI; 3 giảm - 3 tăng; 1 phải - 5 giảm; IPM; ICM... nhưng do áp dụng còn mang tính chất riêng lẻ, thiếu đồng bộ nên hiệu quả đem lại chưa được như mong đợi. Để góp phần làm giảm chi phí sản xuất, tăng hiệu quả kinh

tế, giảm thiểu ô nhiễm môi trường trong sản xuất lúa, cần nghiên cứu xây dựng qui trình kỹ thuật canh tác lúa tiên tiến trên cơ sở tích hợp và thực hiện đồng bộ các tiến bộ kỹ thuật như giảm mật độ cấy, giảm lượng đạm bón, áp dụng tưới tiết kiệm nước (khô - ướt xen kẽ), áp dụng phòng trừ dịch hại tổng hợp (IPM); áp dụng cơ giới hóa trong khâu làm đất, khâu cấy, thu hoạch và sấy hạt và có sự liên kết với các doanh nghiệp trong đầu tư và tiêu thụ sản phẩm cho nông dân. Nếu thực hiện đầy đủ và đồng bộ các tiến bộ kỹ thuật nêu trên sẽ góp phần thực hiện tốt mục tiêu Nhà nước đã đề ra là "thúc đẩy phát triển sản xuất lúa gạo theo hướng an toàn, ít phát thải, phát triển bền vững, đảm bảo an ninh lương thực quốc gia, góp phần giảm nghèo và ứng phó có hiệu quả với biến đổi khí hậu (Bộ Nông nghiệp và PTNT, 2011).

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Sử dụng các giống lúa chất lượng cao phù hợp với nhu cầu sản xuất lúa hàng hóa của doanh nghiệp; Sử dụng hạt giống cấp nguyên chủng hoặc xác nhận; Sử dụng các dạng đạm Phú Mỹ, urea hạt vàng Đầu Trâu (urea 46A⁺), lân, kali, NPK dạng thương mại đang phổ biến trên thị trường. Các giống lúa được sử dụng trong từng vụ là những giống được các doanh nghiệp sử dụng trong vụ đó trên cánh đồng liên kết với địa phương để sản xuất lúa hàng hóa. Cụ thể:

Tại Nghệ An, vụ Xuân 2017 sử dụng giống Bắc Thơm 7; Vụ Hè Thu (HT) 2017 - giống Bắc Hương 9; vụ Xuân 2018 - giống ADI 28. Mô hình sử dụng giống ADI 28 trong 2018 và giống NA6 trong vụ Xuân 2019.

¹ Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp Duyên hải Nam Trung bộ

² Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp Bắc Trung bộ