

# NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG DUY TRÌ CHẤT LƯỢNG BỘT GẠO MẦM RANG KHI BỔ SUNG DỊCH CHIẾT NẤM KIM CHÂM (*Flammulina Velutipes*)

Phạm Quang Trung<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Lệ Ngọc<sup>1</sup>,  
Lê Nguyễn Đoàn Duy<sup>2</sup>, Nguyễn Công Hà<sup>1,\*</sup>

## TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá khả năng duy trì chất lượng bột gạo mầm rang khi bổ sung dịch chiết nấm kim châm chứa hợp chất ergothioneine, làm cơ sở cho việc bảo quản bột gạo mầm rang. Gạo mầm được bổ sung dịch chiết nấm kim châm ở các tỷ lệ khác nhau (0, 3, 5, 7, 10% theo khối lượng) trước khi rang, sau đó được rang ở 200°C trong 30 phút và được nghiền thành bột mịn rồi đóng gói bằng bao bì PA hút chân không, theo dõi chất lượng trong 6 tháng. Kết quả cho thấy, khi bổ sung 10% dịch chiết nấm kim châm giàu ergothioneine (227,54 mg/kg) trong quá trình bảo quản bột gạo mầm rang, dịch chiết không tác động làm giảm  $\gamma$ -butyric acid (GABA). Bên cạnh đó, hàm lượng acid béo tự do chỉ tăng nhẹ từ 2,54% lên 2,77% ở tháng thứ 6. Khả năng khử gốc tự do DPPH của mẫu bổ sung 10% dịch chiết nấm đạt 87,41%, tăng 2,14 lần so với mẫu không bổ sung 40,77% tại thời điểm ban đầu. Như vậy, sau thời gian bảo quản 4 tháng ở điều kiện thường trong bao bì PA hút chân không, bột gạo mầm rang được bổ sung 10% dịch chiết nấm kim châm mặc dù chưa cho thấy có khả năng hạn chế sự tổn thất một phần GABA nhưng vẫn có thể duy trì chất lượng tốt cho sản phẩm do hạn chế được quá trình oxy hóa chất béo trong quá trình bảo quản.

**Từ khóa:** Bột gạo mầm rang, dịch chiết nấm kim châm, ergothioneine, GABA.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiều nghiên cứu cho thấy, gạo mầm chứa các thành phần hoạt tính sinh học phong phú hơn so với gạo trắng và gạo lứt về chủng loại và hàm lượng, đồng thời chất lượng cảm quan có sự cải thiện nhất định [1, 2, 3]. Gạo mầm được đánh giá là thực phẩm chức năng vì không chỉ tốt cho tiêu hóa và hấp thu, giàu thành phần dinh dưỡng cơ bản mà còn chứa nhiều hoạt chất sinh học với hàm lượng gia tăng đáng kể như  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA),  $\gamma$ -oryzanol, axit ferulic, axit phenolic, flavonoid, tocopherols, vitamin, chất xơ hòa tan, lysine [4, 5, 6]. Do đó, nó được sử dụng như một thành phần trong các sản phẩm thực phẩm khác nhau hoặc thậm chí được kết hợp như một thành phần trong các sản phẩm bánh mì [7, 8, 9]. Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu chế biến bột dinh dưỡng cho người già từ gạo mầm [10]. Bên cạnh đó, trong giai đoạn sản xuất gạo mầm, quá trình oxy hóa chất béo và một số thành phần có hoạt tính sinh học cần được cải thiện nhằm nâng cao chất lượng và hoàn thiện sản phẩm sau cùng. Vì vậy, việc tìm kiếm nguồn chất chống oxy hóa tự nhiên, an

toàn, hiệu quả kinh tế cho sản phẩm là rất cần thiết [11]. Trong những năm gần đây, nhiều công trình nghiên cứu cho thấy nấm kim châm có lợi cho sức khỏe của con người, đặc biệt đối với những người bị tăng huyết áp, người già và giúp tăng trí tuệ cho trẻ em. Nấm kim châm cũng đã được chứng minh không có gây độc hại trên cơ thể con người [12, 13]. Đặc biệt, nấm kim châm là một nguồn chứa các chất chống oxy hóa mạnh bảo vệ các hợp chất sinh học trong thực phẩm, điển hình là hợp chất ergothioneine (ERG) [13]. So với các chất chống oxy hóa truyền thống, ERG hoạt động như là chất khử mạnh nhất của các gốc tự do [14]. Hiện nay, chưa có nghiên cứu về việc xác định hàm lượng ERG bổ sung giúp hạn chế quá trình oxy hóa chất béo và duy trì chất lượng bột gạo mầm rang trong chế biến và bảo quản. Do đó, nghiên cứu ảnh hưởng của việc bổ sung dịch chiết nấm kim châm chứa ERG đến chất lượng bột gạo mầm rang từ giống lúa IR 50404 giúp duy trì ổn định hàm lượng các chất chức năng cũng như giảm quá trình oxy hóa trong bảo quản bột gạo mầm rang là rất cần thiết.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Giống lúa IR 50404 được mua từ Viện Lúa đồng bằng sông Cửu Long, huyện Thới Lai, thành phố Cần Thơ. Nấm kim châm và bao bì PA được mua tại siêu

<sup>1</sup> Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup> Khoa Khoa học và Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm thành phố Hồ Chí Minh

\*Email: ncha@ctu.edu.vn

thị Coopmart Cần Thơ. Các hoá chất như GABA,  $\gamma$ -oryzanol, ferulic axit, ERG và thuốc thử thuộc hãng Sigma Alrich và các dung môi dùng trong phân tích bằng HPLC của Fisher được mua từ Công ty Vật tư Hóa chất Kỹ thuật Cần Thơ - Cemaco. Một số hóa chất khác đạt độ tinh khiết cho phân tích.

## **2.2. Chuẩn bị dịch chiết từ củ hành tím**

Dịch hành tím được chuẩn bị theo phương pháp của Nakamura và Ohtsubo (2011) [15], với một số thay đổi nhỏ theo thực nghiệm ở điều kiện phòng thí nghiệm. Củ hành tím Vĩnh Châu được mua tại siêu thị, sau đó được cắt thành lát mỏng cho vào cấp đông, tiếp theo cho vào máy nghiền Pensonic PB-6001G, nghiền nhuyễn rồi cân khối lượng theo tỷ lệ trên cho vào thể tích dung dịch cần dùng, khuấy đều để khoảng 5 phút thì lọc qua vải lọc để loại bỏ bã, dịch lọc sau đó được sử dụng để ngâm gạo. Dung dịch ngâm được bổ sung củ hành tím theo tỷ lệ 0,1% có % DPPH đạt trên 75% và hàm lượng polyphenol tổng số (TPC) đạt 3,5 mg GAE/g.

## **2.3. Chuẩn bị dịch chiết chứa ergothioneine từ nấm kim châm**

ERG từ nấm kim châm được trích ly theo phương pháp của Bao và cs (2009) [16]. Nấm kim châm sau khi mua về được sơ chế cắt bỏ phần rễ nấm để loại tạp chất bẩn, phần thân và ngọn nấm được cắt nhỏ với kích thước từ 0,2 - 0,4 cm. Nấm kim châm sau khi cắt nhỏ được cho vào cốc và thêm nước cất (tỷ lệ w/v=1: 5), khuấy đều và tiến hành trích ly ERG ở nhiệt độ 95°C trong thời gian 60 phút. Sau đó, dịch chiết được ly tâm ở 6000 g, 4°C, trong 15 phút để thu được dịch trong. Phần dịch trong tiếp tục được cô đặc chân không ở nhiệt độ 50°C đến khi thể tích dịch bằng 1/5 thể tích trước khi cô quay thì thu được dịch cô đặc nấm kim châm. Tiếp theo, cồn 70° được cho vào dịch cô đặc với tỷ lệ dịch nấm: cồn là 1: 2 (v/v), khuấy đều. Hỗn hợp được ly tâm ở 6000 g, 4°C, trong 5 phút để thu dịch trong và tiếp tục cô đặc ở nhiệt độ 50°C đến khi độ Brix đạt 40% thì thu được dịch chiết nấm kim châm chứa ERG. Dịch chiết lúc này có hàm lượng ERG đạt 2.322,8 mg/kg chất khô, hay 141,1 mg/L và có hoạt tính chống oxy hóa đạt đến 90%. Dịch chiết sau đó được bảo quản ở -18°C để sử dụng cho thí nghiệm.

## **2.4. Quá trình chuẩn bị gạo mầm**

Gạo mầm được chế biến theo quy trình được mô tả như sau: lúa IR50404 có độ ẩm 13,5-14% được tách

vỏ bằng máy xát Yanmar ST50 có đường kính 15 cm. Để có gạo lứt nguyên phôi, trống xát được điều chỉnh khoảng cách của 2 rulo từ 0,1 - 0,15 mm. Gạo lứt nguyên phôi được ngâm trong nước mát 30±2°C trong 6 giờ để đạt trạng thái bão hòa ẩm. Trong quá trình ngâm có bổ sung 0,6% acid glutamic, 0,1% dịch hành tím (hành tím Vĩnh Châu, Sóc Trăng được nghiền và ép lấy dịch), điều chỉnh pH dịch ngâm đến pH 3. Gạo sau khi ngâm được ủ yếm khí ở nhiệt độ 37°C trong 28 giờ trong tủ ủ kín, tránh ánh sáng, mỗi 6 giờ tưới nước một lần. Gạo sau khi nảy mầm được sấy trong tủ sấy ở nhiệt độ 60°C trong thời gian 30 phút để tách nước sơ bộ thu được gạo mầm.

## **2.5. Thí nghiệm bổ sung dịch chiết nấm kim châm trong chế biến và bảo quản bột gạo mầm rang**

Gạo mầm được bổ sung dịch trích nấm kim châm trước khi rang theo nồng độ dịch trích nấm là 0%, 3%, 5%, 7% và 10% (w/w), sau đó được rang ở nhiệt độ 200°C trong 30 phút bằng máy rang hạt mini, mỗi mẻ rang 200 g gạo mầm. Gạo mầm sau khi rang được nghiền mịn (3 lần, mỗi lần 30 giây) và đóng gói PA hút chân không để bảo quản và theo dõi các chỉ tiêu chất lượng trong 6 tháng ở nhiệt độ phòng (mỗi tháng lấy mẫu phân tích 1 lần). Hàm lượng ERG, GABA, axit ferulic,  $\gamma$ -Oryzanol, axit béo tự do và khả năng bắt gốc tự do (%DPPH) được xác định.

## **2.6. Xác định hàm lượng Ergothioneine**

Sử dụng phương pháp của Lee và cs (2009), Jang và cs (2016) có cải tiến để xác định hàm lượng Ergothioneine [17, 18]. 3 gam mẫu được chiết trong 27 ml ethanol lạnh 70% (chứa 0,1 mM DTT) và 1 mL MMI 1000 ppm được thêm vào làm nội chuẩn. Hỗn hợp được đồng nhất ở tốc độ 10.000 rpm trong 3 phút ở nhiệt độ thấp, sau đó dịch huyền phù được làm lạnh trong 30 phút và ly tâm ở 20.000 g, 4°C trong 20 phút. Tiếp theo, làm bay hơi dung môi ở 50°C đến khô và tái hòa tan với 1 mL nước khử ion, tiếp tục thêm vào 1 mL chì acetate 10% và 1 mL hexan. Tiếp theo, hỗn hợp được làm lạnh trong 30 phút và ly tâm ở 20.000 g, 4°C trong 20 phút. Cuối cùng, phần nổi phía trên được phân tích bằng hệ thống HPLC (Shimadzu) trang bị đầu dò UV-Vis trên hai cột (cột 1: Supelco C18, 250 mm x 4,6 mm x 5  $\mu$ m; cột 2: Lichrospher RP-C18 250 mm x 4 mm x 5  $\mu$ m) và được phát hiện ở bước sóng 254 nm, 40°C. Pha động là acid acetic 2,5% (theo thể tích) và nước khử ion (50: 50) với tốc độ dòng 0,7 mL/phút.

## 2.7. Xác định hàm lượng GABA

Sử dụng phương pháp của Varayanond và cs (2005), Banchuen và cs (2010) có cải tiến để xác định hàm lượng GABA [19, 20]. Cân 1 g mẫu bột cho vào Erlen, thêm vào 9 mL nước khử ion và lắc ở nhiệt độ phòng trong 90 phút. Sau đó, 1 mL axit sulfosalicylic 3% (theo thể tích) được thêm vào và các hỗn hợp được ly tâm ở 6000 g trong 10 phút. Hút 100  $\mu$ L phần nổi phía trên vào eppendorf, tiếp tục thêm vào 100  $\mu$ L  $\text{NaHCO}_3$  100 mM và 100  $\mu$ L mM 4-dimethylaminoazobenzen-4-sulfonyl clorua và xoay. Hỗn hợp được đun nóng ở 70°C trong 10 phút để tạo dẫn xuất, sau đó được làm nguội và thêm vào 0,5 mL ethanol tuyệt đối, trên đá và ly tâm ở 16.000 g ở 4°C trong 5 phút. Cuối cùng, phần nổi phía trên được phân tích trên HPLC, với cột Ascentis® C18 HPLC, 25 cm x 4,6 mm, 5  $\mu$ m (Supelco, Bellefonte, PA). HPLC được trang bị một máy dò UV-Vis (SPD-20A, Shimadzu) đặt ở bước sóng 465 nm. Các pha động là dung dịch đệm ammonium acetate 25 mM chứa 0,1% acid acetic và acetonitrile (26: 74) được điều chỉnh ở tốc độ dòng 1 mL/phút với 10  $\mu$ L thể tích tiêm và cột nhiệt độ lò ở 55°C.

## 2.8. Khả năng khử gốc tự do

Sử dụng phương pháp của Fu, Shieh và Ho (2002) có cải tiến để xác định khả năng khử gốc tự do [21]. 3 g mẫu được trích ly qua đêm ở -18°C trong 27 mL methanol. Hỗn hợp được ly tâm bằng máy ly tâm lạnh Hermle Labortechnik Z323K ở 6.000 g trong 10 phút. Hút 3 mL dịch nổi cho vào ống pi nâu. Sau đó thêm vào 1 ml dung dịch DPPH 0,1 mM (pha trong methanol 99,5%), lắc đều và để yên trong bóng tối 30 phút. Độ hấp thụ quang học được đo ở bước sóng 517 nm. Khả năng khử gốc tự do được xác định theo công thức:  $\text{DPPH (\%)} = (\text{Abs}_{\text{blank}} - \text{Abs}_{\text{mẫu}}) \cdot 100 / \text{Abs}_{\text{blank}}$ .

## 2.9. Hàm lượng axit béo tự do

Được xác định theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 6127: 2010) [22]. Cân 5 g chất béo (được chiết bằng Soxhlet) cho vào bình tam giác. Sau đó thêm 25 mL hỗn hợp ethanol: ether (1: 1), thêm vài giọt phenolphthalein 1%. Lắc đều và đem đi chuẩn độ bằng dung dịch NaOH 0,1N đến khi dung dịch có màu hồng bền trong 30 giây thì dừng lại. Hàm lượng axit béo tự do được biểu thị bằng tỷ lệ phần trăm khối lượng theo axit oleic.

## 2.10. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Số liệu thu thập được xử lý, vẽ đồ thị,

tính độ lệch chuẩn (STDEV) bằng phần mềm Microsoft Office và Excel 2013. Phân tích thống kê được xử lý trên phần mềm Statgraphics Centurion XVI. Kết quả thí nghiệm được phân tích ANOVA và kiểm định LSD (5%) để so sánh sự khác biệt giữa các giá trị trung bình.

## 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Ảnh hưởng của dịch nấm kim châm bổ sung đến hàm lượng các hợp chất hoạt tính sinh học trong bảo quản bột gạo mầm rang

**Bảng 1. Thành phần nguyên liệu gạo sau nảy mầm**

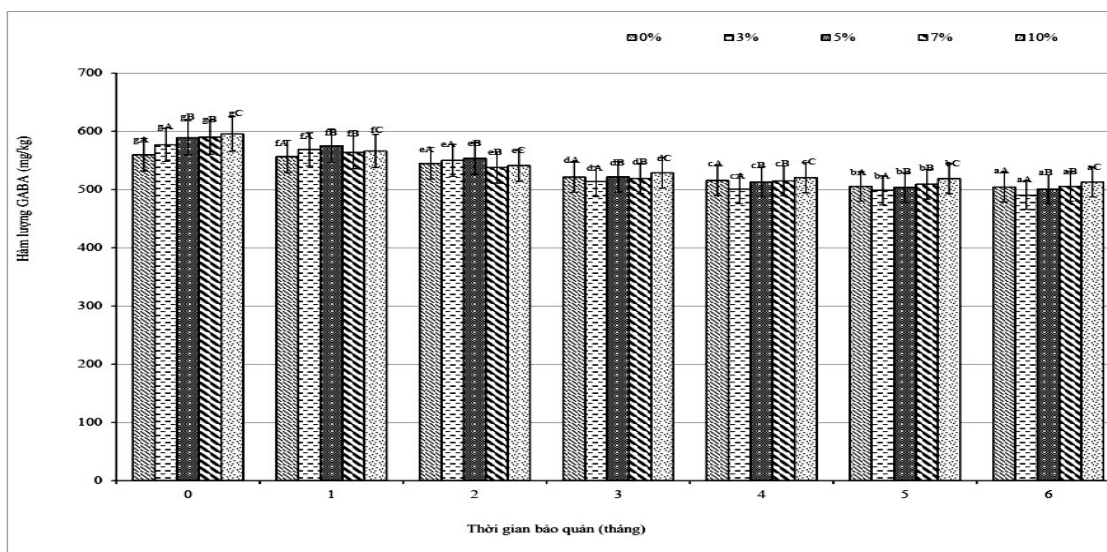
| Thành phần hóa học            | Giá trị           |
|-------------------------------|-------------------|
| Nước (%)                      | 13,5 $\pm$ 0,78   |
| Carbohydrate (%)              | 66,47 $\pm$ 2,44  |
| Protein (%)                   | 7,69 $\pm$ 0,68   |
| Lipid (%)                     | 9,37 $\pm$ 2,08   |
| Tro (%)                       | 2,97 $\pm$ 0,22   |
| GABA (mg/kg)                  | 597,92 $\pm$ 3,34 |
| Acid ferulic (mg/100 g)       | 3,00 $\pm$ 0,00   |
| $\gamma$ -oryzanol (mg/100 g) | 3,66 $\pm$ 0,36   |
| Ergothioneine (mg/kg)         | 194,84 $\pm$ 0,57 |
| Polyphenol (mg/kg)            | 397 $\pm$ 0,1     |

Kết quả phân tích ở bảng 1 ghi nhận hàm lượng GABA và polyphenol trong thành phần nguyên liệu gạo mầm rất cao, với 597,92 mg/kg và 397 mg/kg. Thành phần glucid, protein tổng số trong gạo mầm với hàm lượng cao là điều kiện thích hợp để đa dạng hóa các sản phẩm từ gạo mầm.

Kết quả thể hiện ở hình 1 cho thấy, hàm lượng GABA giảm dần theo thời gian bảo quản và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$ . Kết quả chỉ ra rằng, hàm lượng hợp chất này ở mẫu không bổ sung dịch nấm giảm 1,1 lần (từ 560 mg/kg giảm còn 504,4 mg/kg), nhưng mẫu có bổ sung 10% dịch chiết nấm giảm 1,2 lần (từ 596 mg/kg giảm xuống 513 mg/kg) sau 6 tháng bảo quản. Do đó, nồng độ dịch nấm bổ sung không ảnh hưởng đến hàm lượng GABA trong quá trình bảo quản. Tuy nhiên, kết quả thống kê cho thấy, hàm lượng GABA trong mẫu gạo mầm rang tăng theo chiều tăng của tỷ lệ dịch chiết bổ sung, số liệu ghi nhận cao nhất ở mẫu bổ sung 10% dịch chiết đạt 596 mg/kg. Điều này cho thấy ergothioneine giúp bảo vệ và hạn chế giảm hàm lượng GABA trong quá trình rang ở nhiệt độ cao. Kết quả tên phù hợp

với nghiên cứu của Parnsakhorn và Langkapin (2013), theo đó hàm lượng GABA trong gạo mầm đạt 28,70% và giảm không khác biệt đáng kể sau thời gian lưu trữ 8 tháng ở 37°C [23]. Một nghiên cứu khác cũng chỉ ra rằng, hàm lượng GABA trong gạo

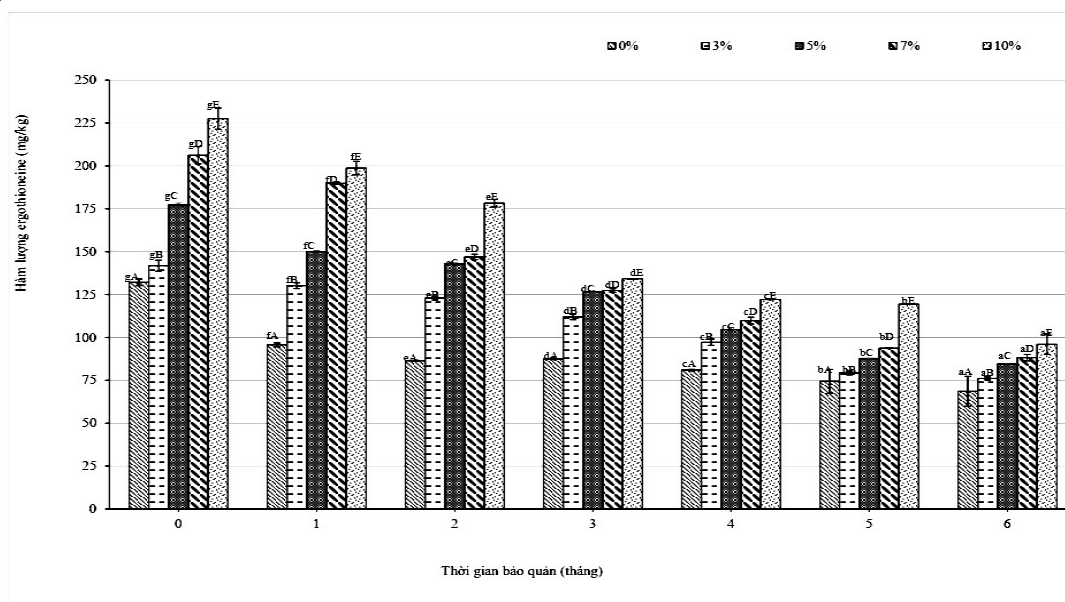
mầm chỉ giảm 9,73-11,60% khi bảo quản ở 4°C và thấp hơn đáng kể so với mẫu được bảo quản ở 30°C, giảm 31,69-34,34% sau 6 tháng bảo quản bằng bao bì PA và nhôm hút chân không [24].



Hình 1. Sự thay đổi hàm lượng GABA theo thời gian bảo quản

Ghi chú: Các chữ cái a, b, c, d... khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$  giữa các mốc thời gian bảo quản và các chữ cái A, B, C, D... khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$  giữa các mức nồng độ dịch nấm kim châm.

### 3.2. Ảnh hưởng của dịch nấm kim châm bổ sung đến quá trình oxy hóa chất béo trong bảo quản bột gạo mầm rang



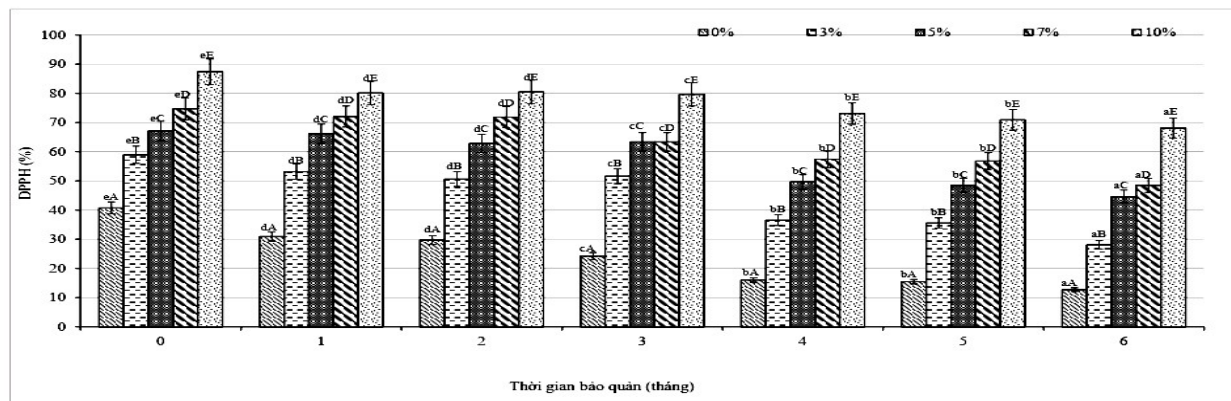
Hình 2. Sự thay đổi hàm lượng ergothioneine theo thời gian bảo quản

Ghi chú: Các chữ cái a, b, c, d... khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$  giữa các mốc thời gian bảo quản và các chữ cái A, B, C, D... khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$  giữa các mức nồng độ dịch nấm kim châm.

Kết quả ở hình 2 cho thấy, hàm lượng ergothioneine trong mẫu tăng lên khi tăng tỷ lệ dịch nấm bổ sung và khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa  $p < 0,05$ . Hàm lượng ergothioneine giảm nhanh qua

các tháng bảo quản, với mẫu bổ sung 10% dịch nấm có hàm lượng cao nhất đạt 227,54 mg/kg và giảm đến 57,79%, chỉ còn 96,04 mg/kg ở tháng thứ 6. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Beelman và Hausman (2010) khi tiến hành phân tích trên bột

nấm đông khô trong một tuần sau khi chuẩn bị, bột được lưu trữ trong thời gian dài để đánh giá và xác định nồng độ ERG, kết quả cho thấy mức độ giảm đáng kể (giảm 41-42%) trong thời gian 6 tháng bảo quản [25].

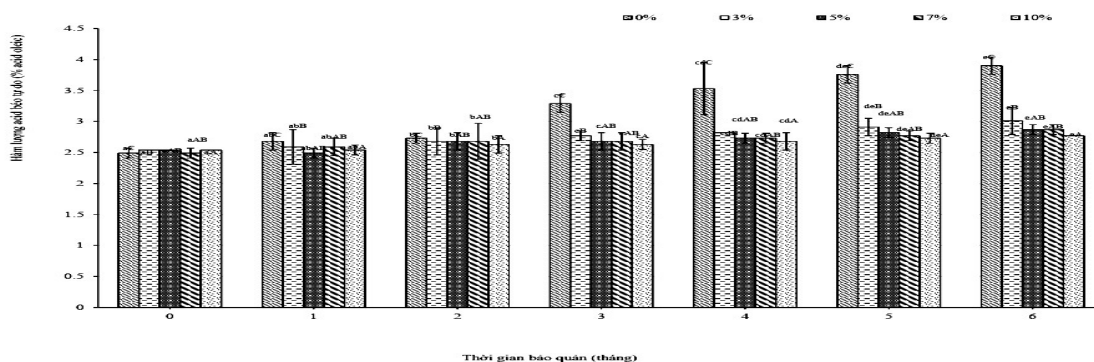


**Hình 3. Sự thay đổi khả năng bắt gốc tự do (% DPPH) theo thời gian bảo quản**

Ghi chú: Các chữ cái a, b, c, d... khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$  giữa các mốc thời gian bảo quản và các chữ cái A, B, C, D... khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$  giữa các mức nồng độ dịch nấm kim châm.

Kết quả ở hình 3 cho thấy khả năng bắt gốc tự do của các mẫu được bổ sung dịch chiết ở các tỷ lệ khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) và tăng dần khi gia tăng tỷ lệ dịch chiết thêm vào. %DPPH cũng giảm dần theo thời gian bảo quản sản phẩm và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$ . Nồng độ dịch chiết nấm kim châm có ảnh hưởng đến các hợp chất sinh học và khả năng bắt gốc tự do của sản phẩm. Khả năng bắt gốc tự do của mẫu được bổ sung 10% dịch chiết là 87,41%, tăng 2,14 lần so với mẫu không bổ sung có DPPH, chỉ vào khoảng 40,77% tại thời điểm ban đầu. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Bao, Ushio và Ohshima (2008), theo đó, khi tăng hàm lượng dịch chiết từ nấm kim châm

thì khả năng bắt gốc tự do DPPH cũng tăng [26]. Một số nghiên cứu khác cũng cho thấy dịch chiết từ nấm kim châm có đặc tính chống oxy hóa [21], đặc biệt là chất béo bão hòa tồn tại trong mô của [27]. Trong khi đó, nhiều nghiên cứu cũng ghi nhận chiết xuất từ nấm kim châm có hoạt tính chống oxy hóa khá cao và 1 mL dịch chiết có chứa  $2,98 \pm 0,02$  mg ergothioneine. Các chiết xuất etanolic được điều chế từ nấm kim châm đã loại bỏ triệt để 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) [21]. Như vậy, có thể thấy, mẫu được bổ sung 10% dịch chiết nấm kim châm được ghi nhận khả năng bắt gốc tự do tốt nhất với kết quả % DPPH cao hơn hẳn các mẫu còn lại.



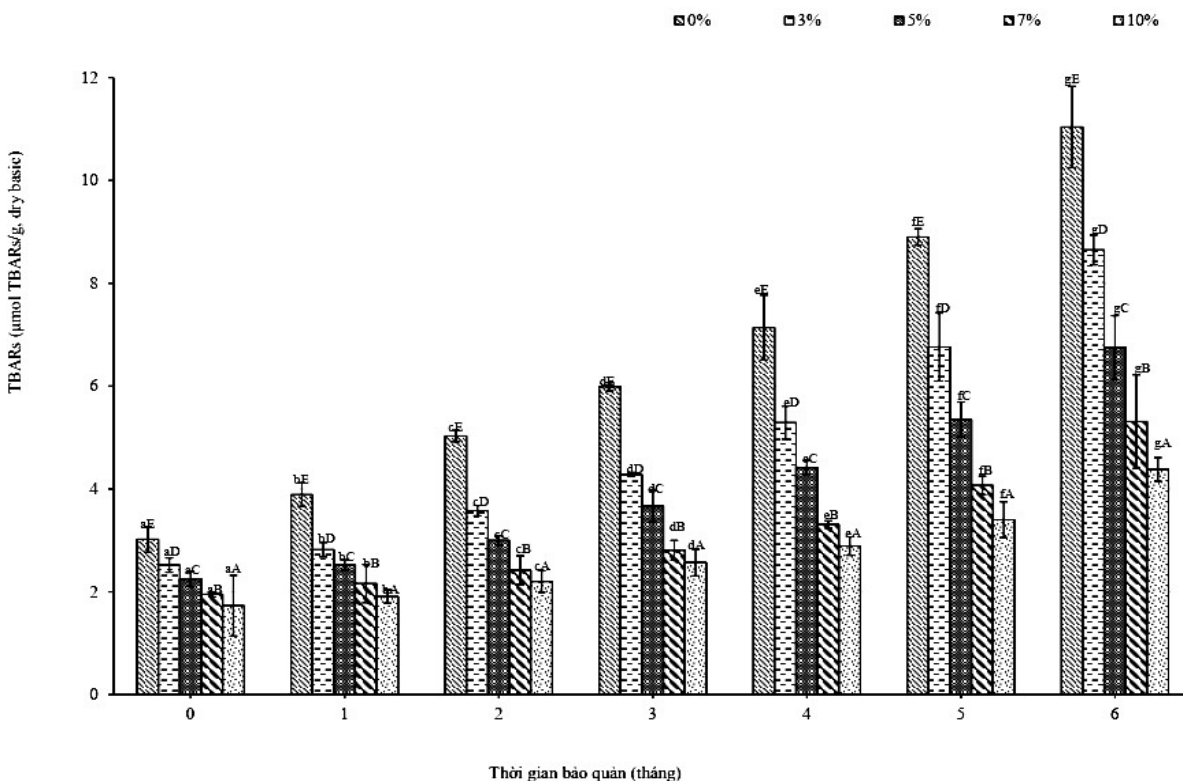
**Hình 4. Sự thay đổi hàm lượng axit béo tự do (FFA) theo thời gian bảo quản**

Ghi chú: Các chữ cái a, b, c, d... khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$  giữa các mốc thời gian bảo quản và các chữ cái A, B, C, D... khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$  giữa các mức nồng độ dịch nấm kim châm



Kết quả ở hình 4 cho thấy, hàm lượng FFA tăng trong quá trình bảo quản 6 tháng trong điều kiện nhiệt độ thường và được hút chân không, hàm lượng FFA trong mẫu đối chứng là 2,49%, tăng đến 56,62% ở tháng thứ 6 với số liệu ghi nhận 3,9%. Tuy nhiên mẫu bổ sung 10% dịch nấm tăng nhẹ từ 2,54% lên 2,77% sau 6 tháng bảo quản ở nhiệt độ phòng. Nghiên cứu của Parnsahkorn và Langkapin (2013), Klaykruayat và cs (2020) cho thấy, trong suốt quá trình bảo quản gạo lứt và gạo lứt nảy mầm ở 37°C sau 8 tháng lưu trữ, acid béo tự do tăng vọt, tương ứng 0,487% và 0,514% [23, 24]. Trong khi đó, nghiên cứu của Sharp và Timme (1986) cho thấy, axit béo tự do tăng trong

bảo quản gạo, đặc biệt là ở nhiệt độ cao [28]. Khi sản phẩm có độ ẩm thấp, độ hoạt động của nước rất nhỏ thì tốc độ phản ứng tự oxy hóa chất béo tăng. Vì vậy, mẫu bột gạo mầm rang có tốc độ oxy hóa nhanh hơn so với gạo lứt và gạo mầm. Mặt khác, nhiều nghiên cứu cũng cho thấy chiết xuất nấm kim châm có chứa ergothioneine có công dụng tiềm năng trong việc ngăn chặn quá trình oxy hóa lipid sau thu hoạch ở cá nuôi và động vật giáp xác [16, 26, 29]. Qua kết quả trên, nghiên cứu ghi nhận mẫu gạo mầm rang được bổ sung 10% dịch chiết nấm kim châm đạt hiệu quả cao nhất trong hạn chế quá trình oxy hóa chất béo.



Hình 5. Sự thay đổi hàm lượng TBARs thời gian bảo quản

Ghi chú: Các chữ cái a, b, c, d... khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$  giữa các mốc thời gian bảo quản và các chữ cái A, B, C, D... khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$  giữa các mức nồng độ dịch nấm kim châm

Kết quả ở hình 5 cho thấy, chỉ số TBARs trên bột gạo mầm rang bổ sung các nồng độ dịch chiết khác nhau (0, 3, 5, 7 và 10%) được bảo quản ở nhiệt độ phòng trong 6 tháng có sự gia tăng rõ rệt và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$ . Nhìn chung, giá trị TBARs giữa các nồng độ (0, 3, 5, 7 và 10%) thì khác nhau và khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ). Mẫu có tỷ lệ bổ sung dịch chiết càng cao thì chỉ số TBARs được ghi nhận có giá trị càng thấp

và có tốc độ gia tăng càng chậm trong thời gian bảo quản. Đồng thời, chỉ số TBARs ở những mẫu này thấp hơn nhiều so với mẫu không bổ sung dịch chiết. Cụ thể, mẫu không bổ sung dịch chiết có giá trị TBARs cao nhất, với 3,02  $\mu\text{mol TBARs/g}$  sau khi rang và tăng đến 3,66 lần với hàm lượng 11,04  $\mu\text{mol TBARs/g}$  ở tháng thứ 6. Mẫu có bổ sung 10% dịch chiết có chỉ số TBARs được ghi nhận thấp nhất và tăng ít nhất, chỉ tăng 2,53 lần sau 6 tháng bảo quản

với 1,73  $\mu\text{mol}$  TBARs/g ở thời điểm đóng gói tăng lên 4,38  $\mu\text{mol}$  TBARs/g. Chỉ số TBARs tăng là do các sản phẩm của quá trình oxy hóa chất béo như hydroperoxyde được hình và nhanh chóng bị oxy hóa thành các sản phẩm bậc hai như aldehyde [30]. Kết quả trên cho thấy, việc bổ sung dịch chiết nấm kim châm trong bảo quản bột gạo mầm rang giúp hạn chế quá trình oxy hóa lipid với tỷ lệ 10% mang lại hiệu quả tốt nhất.

Theo kết quả nghiên cứu được trình bày, hàm lượng GABA, hàm lượng ergothioneine và khả năng bắt gốc tự do giảm đều theo thời gian bảo quản và giảm nhanh hơn sau tháng thứ 4. Tương tự, số liệu cho thấy các chỉ số thể hiện mức độ oxy hóa chất béo gồm hàm lượng axit béo tự do và chỉ số TBARs tăng dần trong 4 tháng đầu và tăng nhanh hơn ở hai tháng tiếp theo. Theo đó, dữ liệu cũng ghi nhận các mẫu bột gạo mầm rang được bổ sung 10% dịch chiết nấm kim châm có hàm lượng hợp chất chức năng cao nhất và khả năng bắt gốc tự do tốt nhất, đồng thời các chỉ số oxy hóa chất béo luôn ở mức thấp nhất và gia tăng rất ít trong quá trình bảo quản. Vì vậy, nghiên cứu kết luận rằng mẫu bột gạo mầm rang được bổ sung 10% dịch chiết nấm kim châm đạt hiệu quả tốt nhất và sản phẩm giữ được chất lượng ổn định trong 4 tháng bảo quản ở nhiệt độ phòng với bao bì hút chân không.

#### **4. KẾT LUẬN**

Việc bổ sung 10% dịch chiết nấm kim châm giàu ergothioneine trong quá trình bảo quản bột gạo mầm rang giúp duy trì chất lượng sản phẩm ổn định sau thời gian bảo quản 4 tháng ở điều kiện thường trong bao bì PA hút chân không. Đặc biệt, việc sử dụng dịch chiết nấm kim châm đã mang lại hiệu quả tích cực trong hạn chế quá trình oxy hóa chất béo.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Shen, S., Wang, Y., Li, M., Xu, F., Chai, L., & Bao, J. (2015). The effect of anaerobic treatment on polyphenols, antioxidant properties, tocopherols and free amino acids in white, red, and black germinated rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Functional Foods*, 19, 641-648.
2. Cáceres, P. J., Peñas, E., Martínez-Villaluenga, C., Amigo, L., & Frias, J. (2017). Enhancement of biologically active compounds in germinated brown rice and the effect of sun-drying. *Journal of Cereal Science*, 73, 1-9.
3. Zhang, C., Xia, X., Li, B., & Hung, Y. C. (2018). Disinfection efficacy of electrolyzed oxidizing water on brown rice soaking and germination. *Food Control*, 89, 38-45.
4. Patil, S. B. & Khan, M. K. (2011). Germinated brown rice as a value added rice product: A review. *J. Food Sci Technol*. 48 (6), 661-667.
5. Cáceres, P. J., Martínez-Villaluenga, C., Amigo, L., & Frias, J. (2014). Maximising the phytochemical content and antioxidant activity of Ecuadorian brown rice sprouts through optimal germination conditions. *Food Chemistry*, 152, 407-414.
6. Ding, J., Yang, T., Feng, H., Dong, M., Slavin, M., Xiong, S., & Zhao, S. (2016). Enhancing contents of  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) and other micronutrients in dehulled rice during germination under normoxic and hypoxic conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(5), 1094-1102.
7. Cornejo, F., Cáceres, P. J., Martínez-Villaluenga, C., Rosell, C. M., & Frias, J. (2015). Effects of germination on the nutritive value and bioactive compounds of brown rice breads. *Food Chemistry*, 173, 298-304.
8. Lee, Y. T., Shim, M. J., Goh, H. K., Mok, C., & Puligundla, P. (2019). Effect of jet milling on the physicochemical properties, pasting properties, and in vitro starch digestibility of germinated brown rice flour. *Food chemistry*, 282, 164-168.
9. Cáceres, P. J., Peñas, E., Martínez-Villaluenga, C., García-Mora, P., & Frias, J. (2019). Development of a multifunctional yogurt-like product from germinated brown rice. *LWT*, 99, 306-312.
10. Sutiniy, D., Haruthaithasan, V., & Chompreeda, P. (2008). Development of instant nutritious beverage from germinated jasmine brown rice for elderly consumers. *Agriculture and Natural Resources*, 42(1), 88-98.
11. Mathew, S., & Abraham, T. E. (2006). Bioconversions of ferulic acid, an hydroxycinnamic acid. *Critical reviews in microbiology*, 32(3), 115-125. <https://doi.org/10.1080/10408410600709628>
12. Sharma, V. P., Kumar, S., & Tewari, R. P. (2009). *Flammulina velutipes*, the culinary medicinal winter mushroom (Vol. 6). Directorate of Mushroom Research, Indian Council of Agricultural Research.

13. Yeh, M. Y., Ko, W. C., & Lin, L. Y. (2014). Hypolipidemic and antioxidant activity of enoki mushrooms (*Flammulina velutipes*). *BioMed research international*, 2014.
14. Franzoni, F., Colognato, R., Galetta, F., Laurenza, I., Barsotti, M., Di Stefano, R.,... & Santoro, G. (2006). An in vitro study on the free radical scavenging capacity of ergothioneine: comparison with reduced glutathione, uric acid and trolox. *Biomedicine & pharmacotherapy*, 60(8), 453-457.
15. Nakamura, S., & Ohtsubo, K. I. (2011). Acceleration of germination of super-hard rice cultivar EM10 by soaking with red onion. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 75(3), 572-574.
16. Bao, H. N., Shinomiya, Y., Ikeda, H., & Ohshima, T. (2009). Preventing discoloration and lipid oxidation in dark muscle of yellowtail by feeding an extract prepared from mushroom (*Flammulina velutipes*) cultured medium. *Aquaculture*, 295(3-4), 243-249.
17. Lee, W. Y., Park, E. J., Ahn, J. K., & Ka, K. H. (2009). Ergothioneine contents in fruiting bodies and their enhancement in mycelial cultures by the addition of methionine. *Mycobiology*, 37(1), 43-47.
18. Jang, Y., Park, J., Ryoo, R., Park, Y., & Ka, K. H. (2016). Ergothioneine contents of shiitake (*Lentinula edodes*) fruiting bodies on sawdust media with different nitrogen sources. *The Korean Journal of Mycology*, 44(2), 100-102.
19. Varanyanond, W., Tungtrakul, P., Surojanametakul, V., Watanasiritham, L., Luxiang, W. (2005). Effect of water soaking on gamma-aminobutyric acid (GABA) in germ of different Thai rice varieties. *Kasetsart J. Nat Sci.* 39, 411-415.
20. Banchuen, J., Thammarutwasik, P., Oraikul, B., Wuttijumnong, P., & Sirivongpaisal, P. (2010). Increasing the bio-active compounds contents by optimizing the germination conditions of Southern Thai Brown Rice. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 32(3). 219-230.
21. Fu, H. Y., Shieh, D. E., & Ho, C. T. (2002). Antioxidant and free radical scavenging activities of edible mushrooms. *Journal of food lipids*, 9(1), 35-43.
22. TCVN 6127: 2010. Dầu mỡ động vật và thực vật - Xác định trị số axit và độ axit <https://luattrongtay.vn/ViewFullText/Id/a3ff7c38-fe90-40e9-9b29-d0c835676b26>.
23. Parnsahkorn, S., & Langkapin, J. (2013). Changes in physicochemical characteristics of germinated brown rice and brown rice during storage at various temperatures. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 15(2), 293-303. <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/2321>
24. Klaykruayat, S., Mahayothee, B., Khuwijitjaru, P., Nagle, M., & Müller, J. (2020). Influence of packaging materials, oxygen and storage temperature on quality of germinated parboiled rice. *LWT*, 121, 108926.
25. Beelman, R. B., & Hausman, M. S. (2010). U.S. Patent Application No. 12/529,859.
26. Bao, H. N., Ushio, H., & Ohshima, T. (2008). Antioxidative activity and antidiscoloration efficacy of ergothioneine in mushroom (*Flammulina velutipes*) extract added to beef and fish meats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(21), 10032-10040.
27. Jang, M. S., Eun, J. B., Hideki, U., & Toshiaki, O. (2004). Antioxidative properties of mushroom *Flammulina velutipes* crude extract on the oxidation of cod liver oil in emulsion. *Food Science and Biotechnology*.
28. Sharp, R. N., & Timme, L. K. (1986). Effects of storage time, storage temperature, and packaging method on shelf life of brown rice. *Cereal Chemistry*, 63(3), 247-251.
29. Encarnacion, A. B., Fagutao, F., Hirono, I., Ushio, H., & Ohshima, T. (2010). Effects of ergothioneine from mushrooms (*Flammulina velutipes*) on melanosis and lipid oxidation of kuruma shrimp (*Marsupenaeus japonicus*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(4), 2577-2585.
30. Benjakul, S., Visessanguan, W., Phongkanpai, V., Tanaka, M. (2005). Antioxidative activity of caramelisation products and their preventive effect on lipid oxidation in fish mince. *Food Chem.* <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.045>



**STUDY ON THE ABILITY TO MAINTAIN THE QUALITY OF ROASTED GERMINATED BROWN RICE FLOUR SUPPLEMENTED WITH *Flammulina Velutipes* EXTRACT**

**Pham Quang Trung, Nguyen Thi Le Ngoc,  
Le Nguyen Doan Duy, Nguyen Cong Ha**

**Summary**

The aim of this study was to evaluate the ability to maintain the quality of roasted germinated brown rice flour when supplemented with mushroom extract containing ERG compounds, as the basis for preserving roasted germinated brown rice flour. In order to do that, germinated brown rice was supplemented with shiitake mushroom extract at different ratios (0, 3, 5, 7, 10% by weight) before roasting, then roasted at 200C for 30 minutes, roasted germinated brown rice was grounded into a fine powder and packed with vacuum-packed PA bags, quality monitoring for 6 months. The results showed that the addition of 10% mushroom extract (227.54 mg/kg) during the storage of roasted germinated brown rice flour helped to maintain the quality of the product event though, the mushroom extract shown no effect to the slightly unstability of GABA during 6 months preservation. The content of free fatty acids only increased slightly when reaching 2.77% from 2.54% at the 6th month Besides, the free radical scavenging ability of the sample supplemented with 10% extraction reached 87.41%, increasing 2.14 times compared with the sample without adding 40.77% at the initial time. It was concluded that, after a storage period of 4 months under normal conditions in vacuum PA packaging, roasted germinated brown rice flour supplemented with 10% mushroom extract still maintained good quality, especially contrinuting to the limitation of lipid oxidation to free fatty acid.

**Keywords:** *Roasted germinated brown rice flour, enoki mushroom extract, ERG, GABA.*

**Người phản biện:** GS.TS. Lê Văn Việt Mẫn

**Ngày nhận bài:** 24/6/2022

**Ngày thông qua phản biện:** 25/7/2022

**Ngày duyệt đăng:** 01/8/2022