

EVALUATING POLYPHENOL, FLAVONOID CONTENT AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF PURPLE STAR APPLE FERMENTATION (*Chrysophyllum cainito*)

Do Tan Khang, Phan Thi Diem Trang, Nguyen Pham Thien Trang, Nguyen Pham Anh Thi*

Institute of Food and Biotechnology – Can Tho University

ARTICLE INFO		ABSTRACT
Received:	29/3/2024	Purple star apple (<i>Chrysophyllum cainito</i>) has biological activities with antioxidant properties and is widely grown in the provinces of the Mekong Delta. The study aimed to evaluate the polyphenol (the Folin-Ciocalteu method), flavonoid content (the AlCl ₃ colorimetric method) and antioxidant capacity (the DPPH method) of star apple juice before and after fermentation. The highest polyphenol and flavonoid content in the purple star apple fruit juice sample after 10 days of fermentation were at 5.57 mg GAE/mL and 44.661 mg QE/mL, respectively, higher than the pre-fermentation juice sample at 2.416 mg GAE. /mL and 16.088 mg QE/mL. After 10 days of fermentation, the strongest antioxidant capacity for the three free radical removal experiments DPPH, ABTS and Fe ³⁺ ion reduction was 0.319%, 0.147% and 0.539%, respectively. The fruit juice after fermentation has higher antioxidant capacity than the fruit juice before fermentation.
Revised:	29/5/2024	
Published:	30/5/2024	
KEYWORDS		
Antioxidant		
<i>Chrysophyllum cainito</i>		
Flavonoid		
Fermentation		
Polyphenol		

KHẢO SÁT HÀM LƯỢNG POLYPHENOL, FLAVONOID VÀ KHẢ NĂNG KHÁNG OXY HÓA CỦA DỊCH LÊN MEN VÚ SỮA TÍM (*Chrysophyllum cainito*)

Đỗ Tấn Khang, Phan Thị Diễm Trang, Nguyễn Phạm Thiên Trang, Nguyễn Phạm Anh Thi*

Viện Công nghệ sinh học và Thực phẩm - Trường Đại học Cần Thơ

THÔNG TIN BÀI BÁO		TÓM TẮT
Ngày nhận bài:	29/3/2024	Vú sữa tím (<i>Chrysophyllum cainito</i>) có các hoạt tính sinh học có khả năng kháng oxy hóa được trồng nhiều ở các tỉnh thuộc vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Nghiên cứu đánh giá hàm lượng polyphenol bằng phương pháp Folin-Ciocalteu, hàm lượng flavonoid (phương pháp so màu với AlCl ₃) và khả năng kháng oxy hóa (phương pháp DPPH) của dịch quả vú sữa trước và sau khi lên men. Hàm lượng polyphenol và flavonoid đạt cao nhất là mẫu dịch vú sữa tím sau 10 ngày lên men lần lượt là 5,57 mg GAE/mL và 44,661 mg QE/mL, cao hơn so với dịch quả trước khi lên men là 2,416 mg GAE/mL và 16,088 mg QE/mL. Ở thời điểm sau 10 ngày lên men có khả năng kháng oxy hóa mạnh nhất đối với 3 thí nghiệm khử gốc tự do DPPH, ABTS và khử ion Fe ³⁺ lần lượt là 0,319%, 0,147% và 0,539%. Dịch quả sau lên men có khả năng kháng oxy hóa cao hơn dịch quả trước lên men.
Ngày hoàn thiện:	29/5/2024	
Ngày đăng:	30/5/2024	
TỪ KHÓA		
Kháng oxy hóa		
<i>Chrysophyllum cainito</i>		
Flavonoid		
Lên men		
Polyphenol		

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.9987>

* Corresponding author. Email: npathi@ctu.edu.vn

1. Giới thiệu

Trái cây lên men là loại rượu đang được ưa chuộng do có độ cồn nhẹ, hương vị thơm tự nhiên, và có chứa nhiều hoạt chất đã được chứng minh tốt cho sức khỏe. Vì thế loại thức uống này đang có xu hướng phát triển ngày càng đa dạng nhờ các chất có hoạt tính sinh học cao, khả năng kháng oxy hóa trong trái cây được giữ nguyên sau khi lên men bởi nấm men [1].

Vú sữa tím (*Chrysophyllum cainito*) là một loại cây ăn quả nhiệt đới, giàu chất dinh dưỡng gồm protein, chất béo, chất xơ, carbohydrate và phytochemicals [2]. Đối với y học cổ truyền, vú sữa còn được dùng làm thuốc điều trị bệnh viêm phổi, tiểu đường, làm dịu các cơn đau nhức xương khớp hay đau dạ dày [3], [4]. Trong vú sữa có chứa chất chống oxy hóa do các hợp chất phytochemical phong phú, đặc biệt là polyphenol, flavonoid và alkaloids. Đặc biệt, trong vú sữa tím còn có hợp chất anthocyanin, hợp chất này không những làm cho vú sữa tím có màu tím đặc trưng mà còn là hợp chất có hoạt tính kháng oxy hóa cao hơn so với một số loại vú sữa khác. Các hợp chất có hoạt tính kháng oxy hóa có tác dụng phòng ngừa quá trình oxy hóa, cải thiện tổn thương tế bào, đó là bước đầu tiên trong sự phát triển của ung thư và nhiều bệnh khác [5].

Kết quả từ các nghiên cứu đã được công bố về các sản phẩm lên men thường có hoạt tính kháng oxy hóa và kháng viêm. Ví dụ như: rượu vang trái giắc có chứa các hợp chất như polyphenols, flavonoids và các hợp chất khác có khả năng kháng oxy hóa, kháng khuẩn và kháng ung thư [1], rượu vang chùm ruột có hoạt tính kháng oxy hóa và hoạt tính kháng viêm cao hơn dịch quả trước khi lên men [6], nước lên men trái trám có khả năng kháng oxy hóa tốt hơn dịch trái trám [7]. Nghiên cứu Tungmunthum và cộng sự [8] cho thấy một số hợp chất phenolic là phân tử chống oxy hóa tiềm năng để điều trị các rối loạn da khác nhau bao gồm các bệnh do bức xạ UV gây ra. Ngoài ra, các flavonoid còn có khả năng tạo phức với các ion kim loại nên có tác dụng như những chất xúc tác ngăn cản các phản ứng oxy hóa. Do đó, các chất flavonoid có tác dụng bảo vệ cơ thể, ngăn ngừa xơ vữa động mạch, tai biến mạch, lão hóa, thoái hóa gan, tổn thương do bức xạ.

Hiện nay, trái vú sữa tím thường được sử dụng như một loại trái cây tươi và các sản phẩm chế biến từ vú sữa còn rất hạn chế. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm góp phần đa dạng hóa các sản phẩm lên men từ trái vú sữa; đồng thời xác định các hợp chất thực vật cũng như đánh giá các hoạt tính kháng oxy hóa có trong dịch trái vú sữa tím trước và sau lên men, sẽ tạo tiền đề cho những nghiên cứu tiếp theo nhằm nâng cao giá trị kinh tế và khai thác giá trị y học của loài thực vật này.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu và hóa chất

2.1.1 Nguyên liệu

Quả vú sữa tím thu hái tại huyện Phong Điền, Thành phố Cần Thơ từ tháng 02 đến tháng 05 năm 2022. Sau đó quả được rửa sạch, loại bỏ cuống và phần xung quanh cuống chứa nhiều mù và chuẩn bị cho các thí nghiệm tiếp theo. Nấm men được sử dụng là *Saccharomyces cerevisiae* (RV002, công ty ICFood).

2.1.2. Hóa chất

Enzyme pectinase, NaHSO_3 , đường saccharose, thuốc thử Folin-Ciocalteu, Na_2CO_3 , gallic acid, AlCl_3 , NaNO_2 , NaOH , thuốc thử DPPH, thuốc thử ABTS, $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$, methanol, ethanol, fericyanid, FeCl_3 , $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, CCl_3COOH , NaH_2PO_4 , $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ và một số hóa chất khác

2.2. Lên men vú sữa tím

Dịch quả được xử lý với enzyme pectinase (0,3%) trong 1 h, sau đó thanh trùng bằng NaHSO_3 (140 mg/L) trong 2 h. Chủng 1 mL nấm men đã nuôi cấy vào các bình tam giác chứa 99 mL dịch quả vú sữa đã được xử lý trước đó, điều chỉnh đường saccharose về 22 °Brix (pH 3,6). Quá trình

lên men được tiến hành trong 15 ngày với điều kiện kỵ khí (sử dụng water - lock) ở nhiệt độ phòng ($28^{\circ}\text{C} \pm 2$).

2.3. Định lượng polyphenol tổng số

Hàm lượng polyphenol tổng được xác định bằng thuốc thử Folin-Ciocalteu theo mô tả của Singleton [9]. Cho lần lượt 250 μL mẫu, 250 μL nước cất và 250 μL thuốc thử Folin-Ciocalteu, lắc đều, ủ tối trong 5 phút ở nhiệt độ phòng. Sau đó, thêm 250 μL NaCO_3 10% rồi ủ 30 phút ở 40°C trong máy ổn nhiệt. Xác định độ hấp thụ quang phổ của hỗn hợp phản ứng ở bước sóng 765 nm. Acid gallic được sử dụng làm đối chứng dương để xây dựng đường chuẩn với quy trình tương tự như mẫu.

2.4. Định lượng flavonoid toàn phần

Hàm lượng flavonoid tổng trong dịch lên men được xác định theo phương pháp so màu với AlCl_3 [10]. Cho lần lượt 200 μL mẫu, 200 μL nước cất và 40 μL NaNO_2 5%, lắc đều và để yên trong 5 phút. Tiếp tục thêm 40 μL AlCl_3 10%, lắc đều để yên 6 phút. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được thêm 400 μL NaOH 1M và 120 μL nước cất, lắc đều. Xác định độ hấp thụ quang phổ của hỗn hợp phản ứng ở bước sóng 510 nm. Quercetin được sử dụng làm đối chứng dương để xây dựng đường chuẩn với quy trình tương tự như mẫu.

2.5. Khả năng kháng oxy hóa

2.5.1. Khảo sát hiệu quả trung hòa gốc tự do bằng phương pháp DPPH

Hút 100 μL dịch lên men đã được pha loãng theo dãy nồng độ cần khảo sát lần lượt cho vào các giếng đã có 100 μL thuốc thử DPPH 6×10^{-4} M. Hỗn hợp được ủ trong tối ở nhiệt độ phòng trong 30 phút. Sử dụng acid gallic làm chất chuẩn thực hiện tương tự các mẫu. Xác định độ hấp thụ quang phổ của hỗn hợp phản ứng ở bước sóng 517 nm.

2.5.2. Khảo sát hiệu quả trung hòa gốc tự do bằng phương pháp khử màu ABTS⁺

Hút 10 μL dịch lên men pha loãng trong methanol theo dãy nồng độ cần khảo sát cho vào 990 μL gốc tự do ABTS⁺, ủ tối trong 6 phút ở nhiệt độ phòng. Sử dụng acid galic làm chất chuẩn thực hiện tương tự các mẫu. Xác định độ hấp thụ quang phổ của hỗn hợp phản ứng ở bước sóng 734 nm.

2.5.3. Khảo sát khả năng kháng oxy hóa bằng phương pháp khử ion Fe^{3+}

Cho 500 μL dịch lên men các nồng độ khảo sát khác nhau vào 500 μL đệm phosphate (0,2 M, pH 7,4), cho 500 μL $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 1% vào hỗn hợp, giữ hỗn hợp trong 20 phút ở 50°C . Sau đó bổ sung 500 μL CCl_3COOH 10%, ly tâm 3.000 vòng/phút trong 10 phút. Hút 500 μL phần dịch nổi phía trên cho vào eppendorf, bổ sung 500 μL nước cất và 100 μL FeCl_3 0,1%. Xác định độ hấp thụ quang phổ của hỗn hợp phản ứng ở bước sóng 700 nm. Sử dụng acid galic làm chất chuẩn thực hiện tương tự các mẫu.

2.6. Phương pháp xử lý số liệu

Thí nghiệm được tiến hành ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại, kết quả được ghi nhận và tính toán bằng phần mềm Excel và phần mềm thống kê Minitab 16. Kết quả phân tích ANOVA-ONE WAY với độ tin cậy 95%, so sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức qua phép thử Tukey.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Hàm lượng polyphenol trong dịch vú sữa

Phương trình đường chuẩn thể hiện tương quan giữa nồng độ acid gallic và độ hấp thụ được xác định bởi phương trình $y = 0,1172x + 0,009$ ($R^2 = 0,9947$). Trong đó, y là độ hấp thụ và x là

nồng độ acid gallic ($\mu\text{g/mL}$). Hàm lượng polyphenol tổng của dịch vú sữa trước và sau khi lên men được thể hiện ở Bảng 1. Dịch vú sữa tím trước và sau lên men đều có sự hiện của các hợp chất thuộc nhóm polyphenol. Hàm lượng polyphenol đều tăng dần từ thời điểm trước lên men và đạt mức cao nhất ở thời điểm 10 ngày sau khi lên men, sau đó giảm xuống ở mẫu sau 15 ngày lên men. Điều này phù hợp với kết quả nghiên cứu về hàm lượng polyphenol tổng của rượu vang chùm ruột cao hơn so với dịch quả, cụ thể là 279,572 mg GAE/mL và 174,549 mg GAE/mL [6]. Bên cạnh đó, hàm lượng polyphenol của rượu vang trái giắc cao hơn so với dịch trái giắc (0,53 mg GAE/mL và 0,61 mg GAE/mL) [11]. Qua đó, cho thấy thời gian lên men ảnh hưởng đến hàm lượng polyphenol có trong dịch quả vú sữa tím.

Bảng 1. Hàm lượng polyphenol của 4 nghiệm thức

Nghiem thức	Hàm lượng phenolic tổng (mg GAE/ml)	Hàm lượng flavonoids tổng (mg QE/ml)
Trước lên men	2,416 ^c $\pm$ 0,184	16,088 ^d $\pm$ 0,979
Lên men 5 ngày	4,076 ^b $\pm$ 0,048	36,958 ^b $\pm$ 1,347
Lên men 10 ngày	5,570 ^a $\pm$ 0,129	44,661 ^a $\pm$ 1,773
Lên men 15 ngày	3,923 ^b $\pm$ 0,121	28,357 ^c $\pm$ 0,578

Ghi chú: Hàm lượng polyphenol là giá trị trung bình với 3 lần lặp lại. Ở các nghiệm thức, các giá trị có ít nhất một chữ cái theo sau, giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95% thông qua kiểm định Tukey.

3.2. Hàm lượng flavonoid có trong dịch vú sữa tím

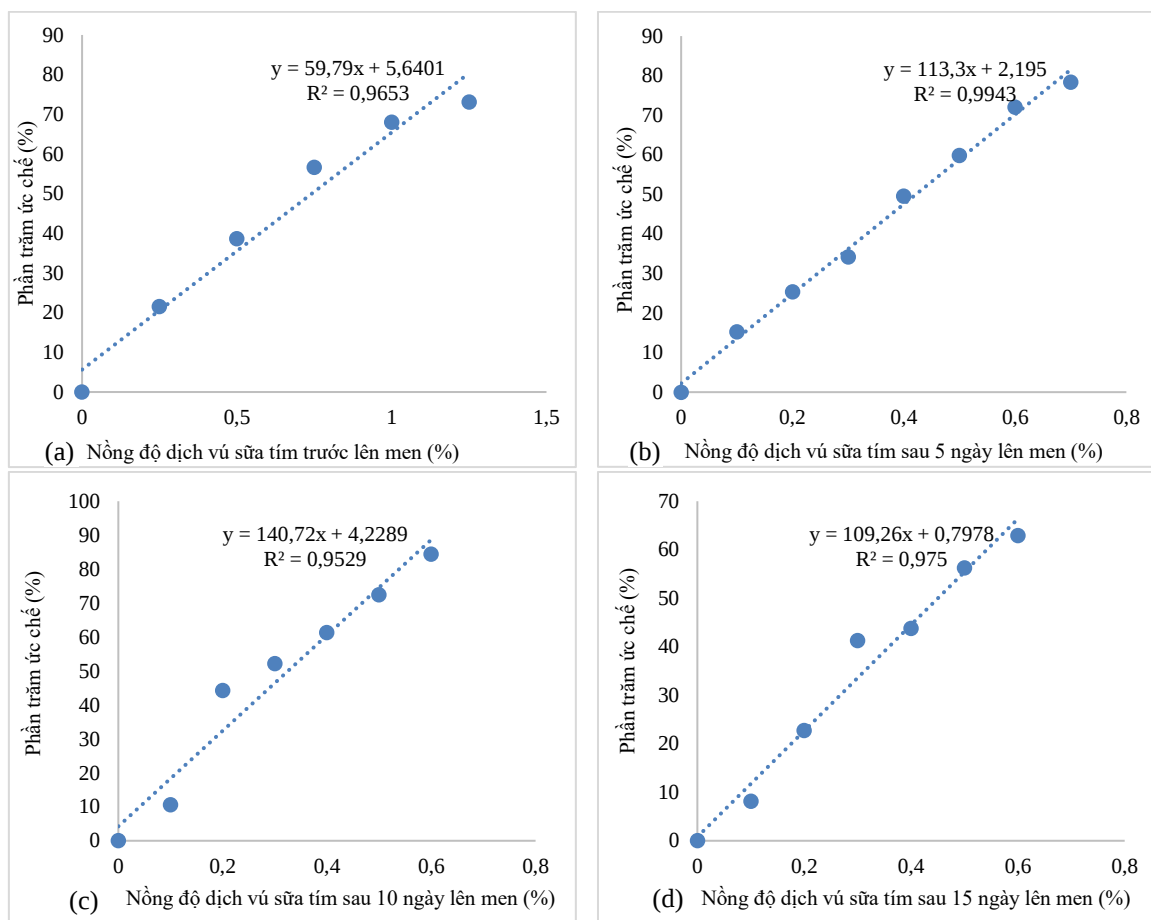
Phương trình đường chuẩn thể hiện tương quan giữa nồng độ quercetin và độ hấp thụ được xác định bởi phương trình $y = 0,0046x - 0,0009$ ($R^2 = 0,9973$). Trong đó, y là độ hấp thụ và x là nồng độ quercetin ($\mu\text{g/mL}$). Hàm lượng flavonoid tổng của dịch vú sữa trước và sau khi lên men được thể hiện ở bảng 1. Dịch vú sữa tím trước và sau lên men đều có sự hiện của các hợp chất thuộc nhóm flavonoid. Hàm lượng flavonoid tăng dần thời điểm trước lên men và đạt mức cao nhất ở thời điểm 10 ngày sau khi lên men, sau đó giảm xuống ở mẫu 15 ngày sau lên men. Qua đó, cho thấy thời gian lên men ảnh hưởng đến hàm lượng flavonoid có trong dịch quả vú sữa tím.

3.3. Khả năng khử gốc tự do DPPH của vú sữa tím

Khả năng kháng oxy hóa của dịch vú sữa tím trước và sau lên men được đánh giá qua phản ứng với DPPH. Hợp chất có hoạt tính kháng oxy hóa càng mạnh khi khả năng cho electron hay hydrogen càng cao. Gốc DPPH phản ứng với các chất khử và nhận electron, chuyển dung dịch từ màu tím sang màu vàng đặc trưng phụ thuộc vào lượng electron nhận được. Chất chuẩn được sử dụng trong thí nghiệm này là acid gallic. Các mẫu đều có khả năng khử gốc tự do DPPH, nồng độ càng cao phần trăm ức chế càng lớn, điều này thể hiện ở Hình 1.

Giá trị EC_{50} càng thấp thì chứng tỏ hoạt tính ức chế gốc tự do càng cao và ngược lại (bảng 2). EC_{50} của đối chứng dương acid gallic cao hơn 1,8 lần so với dịch quả sau 10 ngày lên men. Điều này chứng tỏ dịch vú sữa tím sau 10 ngày lên men có khả năng khử gốc tự do DPPH cao hơn đối chứng dương acid gallic 1,8 lần và cao hơn các nghiệm thức còn lại. Dịch vú sữa tím trước lên men có giá trị EC_{50} cao nhất đồng nghĩa với việc có khả năng khử gốc tự do DPPH là thấp nhất.

Hoạt tính kháng oxy hóa của dịch vú sữa tím tăng dần theo thời điểm lên men và đạt hoạt tính cao nhất sau 10 ngày lên men, hoạt tính giảm sau 15 ngày. Hoạt tính kháng oxy hóa giảm có thể do các chất kháng oxy hóa có trong dịch lên men bị ức chế do các chất sinh ra trong quá trình lên men và chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường.



Hình 1. Khả năng kháng oxy hóa của dịch vú sữa lên men

Bảng 2. Giá trị EC_{50} trong thí nghiệm DPPH

Nghiệm thức	Giá trị EC_{50} (%)
Acid gallic	$0,565^b \pm 0,007$
Trước lên men	$0,742^a \pm 0,007$
Lên men 5 ngày	$0,418^c \pm 0,013$
Lên men 10 ngày	$0,319^d \pm 0,006$
Lên men 15 ngày	$0,433^c \pm 0,014$

Ghi chú: Giá trị EC_{50} là giá trị trung bình với 3 lần lặp lại. Ở các nghiệm thức, các giá trị có ít nhất một chữ cái theo sau, giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95% thông qua kiểm định Tukey.

3.4. Khả năng khử gốc tự do ABTS của vú sữa tím

Dịch vú sữa tím trước và sau khi lên men đều có thể gốc tự do ABTS, điều này chứng tỏ vú sữa tím có hoạt tính kháng oxy hóa, nồng độ càng cao hoạt tính kháng oxy hóa càng mạnh (bảng 3). Giá trị EC_{50} càng thấp thì chứng tỏ hoạt tính ức chế gốc peroxide càng cao. Giá trị EC_{50} của mẫu 10 ngày lên men là cao nhất và khác biệt không có ý nghĩa thống kê với acid gallic. Các mẫu còn lại đều có EC_{50} thấp hơn mẫu đối chứng dương acid gallic, chứng tỏ dịch vú sữa tím sau khi lên men khả năng kháng oxy hóa càng mạnh hơn. Qua thí nghiệm cho thấy thời gian lên men ảnh hưởng đến hoạt tính kháng oxy hóa của dịch vú sữa tím. Dịch vú sữa tím sau lên men có hoạt tính kháng oxy hóa mạnh.

Bảng 3. Giá trị EC_{50} của các nghiệm thức với khả năng khử gốc tự do ABTS

Nghiệm thức	Giá trị EC_{50} (%)
Acid gallic	$0,105^c \pm 0,003$
Trước lên men	$0,426^a \pm 0,016$
Lên men 5 ngày	$0,173^b \pm 0,005$
Lên men 10 ngày	$0,147^{bc} \pm 0,001$
Lên men 15 ngày	$0,177^b \pm 0,032$

Ghi chú: Giá trị EC_{50} là giá trị trung bình với 3 lần lặp lại. Ở các nghiệm thức, các giá trị có ít nhất một chữ cái theo sau, giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95% thông qua kiểm định Tukey.

3.5. Khử ion Fe^{3+}

Khả năng kháng oxy hóa của dịch vú sữa tím được so sánh bằng giá trị $Abs_{0,5}$ (nồng độ mẫu có độ hấp thụ là 0,5). Giá trị $Abs_{0,5}$ càng nhỏ thì khả năng kháng oxy hóa càng mạnh (bảng 4). Giá trị $Abs_{0,5}$ của dịch vú sữa tím sau 10 ngày lên men là thấp nhất điều này chứng tỏ dịch vú sữa tím sau 10 ngày lên men có khả năng khử ion Fe^{3+} cao nhất. Giá trị $Abs_{0,5}$ của mẫu trước lên men là cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại. Điều này chứng tỏ dịch vú sữa tím trước và sau khi lên men đều có khả năng kháng oxy hóa nhưng vú sữa tím trước khi lên men có hoạt tính kháng oxy hóa thấp và mẫu sau 10 ngày lên men là có khả năng oxy hóa cao nhất, sau đó giảm xuống ở thời điểm 15 ngày sau lên men.

Bảng 4. Giá trị $Abs_{0,5}$ của thí nghiệm khử sắt

Nghiệm thức	Giá trị $Abs_{0,5}$ (%)
Acid gallic	$1,040^b \pm 0,006$
Trước lên men	$1,369^a \pm 0,014$
Lên men 5 ngày	$0,633^d \pm 0,010$
Lên men 10 ngày	$0,539^e \pm 0,007$
Lên men 15 ngày	$0,825^c \pm 0,014$

Ghi chú: Giá trị EC_{50} là giá trị trung bình với 3 lần lặp lại. Ở các nghiệm thức, các giá trị có ít nhất một chữ cái theo sau, giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95% thông qua kiểm định Tukey.

3.6. Tương quan giữa hàm lượng polyphenol, flavonoid, khả năng khử gốc tự do DPPH, ABTS và khử ion Fe^{3+}

Hàm lượng polyphenol có tương quan thuận với hàm lượng flavonoid (bảng 5). Hàm lượng polyphenol và flavonoid có tương quan nghịch với giá trị EC_{50} của khả năng khử gốc tự do DPPH, ABTS và cũng có tương quan nghịch với $Abs_{0,5}$ của khả năng khử ion Fe^{3+} , điều này chứng tỏ hàm lượng polyphenol và flavonoid có tương quan thuận với khả năng khử gốc tự do DPPH, ABTS và khả năng khử ion Fe^{3+} nghĩa là khi hàm lượng polyphenol tăng thì hàm lượng flavonoid tăng khả năng kháng oxy hóa cũng tăng.

Bảng 5. Tương quan hàm lượng polyphenol, flavonoid, với khả năng khử gốc tự do

	Hàm lượng polyphenol	Hàm lượng flavonoid	EC_{50} DPPH	EC_{50} ABTS
Hàm lượng flavonoid	0,965			
EC_{50} DPPH	-0,944	-0,943		
EC_{50} ABTS	-0,872	-0,885	0,984	0,969
$Abs_{0,5}$	-0,923	-0,967	0,984	

Ghi chú: EC_{50} DPPH là giá trị nồng độ ức chế 50% gốc tự do DPPH; EC_{50} ABTS là giá trị nồng độ ức chế 50% gốc tự do ABTS; $Abs_{0,5}$ là giá trị nồng độ ức chế có độ hấp thụ quang phổ là 0,5 trong thí nghiệm khử ion Fe^{3+}

4. Kết luận

Dịch vú sữa tím (*Chrysophyllum cainito*) trước và sau khi lên men đều có khả năng kháng oxy hóa. Đặc biệt, dịch vú sữa tím sau 10 ngày lên men có hàm lượng polyphenol, flavonoid cao nhất (5,57 mg GAE/mL và 44,661 mg QE/mL) và có khả năng kháng oxy hóa mạnh nhất với cả 3 thí

nghiệm DPPH, ABTS và khử ion Fe^{3+} . Kết quả từ nghiên cứu sẽ là tiền đề cho các nghiên cứu tiếp theo về khả năng kháng viêm in-vitro, khả năng kháng nấm và vi khuẩn từ dịch lên men vú sữa tím.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] T. K. T. Doan, T. T. N. Do, T. A. Le, H. H. Tran, T. N. M. Huynh, N. T. Nguyen, and X. P. Huynh, "Isolation and selection of yeasts from soursop *Annona muricata* for wine fermentation," (in Vietnamese), *Viet Nam Journal of Science and Technology*, vol. 63, no. 11, pp. 53-57, 2021.
- [2] U. S. Oranusi, W. Braide, and R. U. Umeze, "Antimicrobial activities and chemical compositions of *Chrysophyllum cainito* (star apple) fruit," *Microbiology Research International*, vol. 3, no. 3, pp. 41-50, 2015.
- [3] I. Y. Ningsih, M. D. Sofyan, T. Prabandari, V. Lachtheany, and M. A. Hidayat, "Antioxidant and α -glucosidase inhibitory activities of four types of *Chrysophyllum cainito* L. fruit," *Fabad Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol. 45, no. 2, pp. 105-115, 2020.
- [4] V. E. Arana-Arg  ez, G. J. Mena-Rej  n, J. C. Torres-Romero, J. C. Lara-Riegos, G. L  pez-Mir  n, and R. M. Carballo, "Anti-inflammatory effects of *Chrysophyllum cainito* fruit extract in lipopolysaccharide-stimulated mouse peritoneal macrophages," *Inflammopharmacology*, vol. 29, pp. 513-524, 2021.
- [5] H. Doan and T. Le, "*Chrysophyllum cainito*: A Tropical Fruit with Multiple Health Benefits," *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, vol. 2020, pp. 1-9, 2020.
- [6] N. T. T. Huynh, N. P. T. Nguyen, M. T. T. Tran, N. T. T. Nguyen, and N. T. Lam, "Determination of fermentation conditions and antioxidant activity of *Phyllanthus acidus* (L.) Skeels wine," (In Vietnamese), *CTU Journal of Science*, vol. 57, no. 6, pp. 144-150, 2021.
- [7] N. T. T. Huynh, T. M. T. Nguyen, T. T. Dao, T. H. Q. Van, T. M. T. Duong, and D. D. Nguyen, "Determination of fermentation conditions and antioxidant activity of *Syzygium cumini* L. fermented juice," (In Vietnamese), *CTU Journal of Science*, vol. 56, pp. 72-79, 2020.
- [8] D. Tungmunthum, A. Thongboonyou, A. Pholboon, and A. Yangsabai, "Flavonoids and Other Phenolic Compounds from Medicinal Plants for Pharmaceutical and Medical Aspects: An Overview," *Medicines (Basel, Switzerland)*, vol. 5, no. 3, p. 93, 2018.
- [9] V. L. Singleton, "Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent," *Methods in enzymology*, vol. 299, pp. 152-178, 1999.
- [10] G. Bag, G. P. Devi, and T. Bhaigyaabati, "Assessment of total flavonoid content and antioxidant activity of methanolic rhizome extract of three *Hedychium* species of Manipur valley," *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, vol. 30, no.1, pp. 154-159, 2015.
- [11] T. K. T. Doan, T. N. M. Huynh, D. D. Nguyen, T. T. Ha, and T. P. D. Ngo, "Total polyphenol content and antioxidant capacity of (*Cayratia trifolia*) (L) Domin berries before and after fermentation using thermotolerant yeast *Saccharomyces cerevisiae* HG1.3," (In Vietnamese), *Viet Nam Journal of Science and technology*, vol. 60, no. 8, pp. 60-64, 2018.