

SỰ BIẾN ĐỔI HÀM LƯỢNG TANIN, POLYPHENOL VÀ KHẢ NĂNG KHÁNG OXY HÓA CỦA DỊCH ÉP QUẢ ĐIỀU Ở CÁC GIAI ĐOẠN CHÍNH

Nguyễn Văn Khoa^{1*}, Võ Thị Thu Giang¹, Trần Bội An¹,
Phùng Văn Trung¹, Đặng Hồng Chuyên¹, Nguyễn Văn Giang²

¹*Viện Công nghệ Hóa học, VAST*

²*Hội Nông dân tỉnh Bình Phước*

*Tác giả liên hệ: khoa_cnhh@yahoo.com

Ngày nhận bài: 07.11.2017

Ngày chấp nhận đăng: 26.12.2018

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá sự biến đổi hàm lượng tanin, vitamin C, polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của dịch ép quả điều ở từng giai đoạn chín khác nhau. Quả điều thu hoạch tại Bình Phước được phân thành 4 nhóm theo độ chín quả bao gồm: xanh già (X), vừa chín (VC), chín vàng (CV), chín mềm (CM). Kết quả cho thấy hàm lượng tanin giảm rõ rệt từ quả xanh (X) $470 \pm 0,02$ mg/100 ml xuống quả chín mềm (CM) $130 \pm 0,01$ mg/100 ml, vitamin C giảm gần một nửa từ $334 \pm 3,7$ mg/100 l đối với quả xanh (X) xuống $176 \pm 3,1$ mg/100 l ở quả chín mềm (CM). Hàm lượng polyphenol ở quả xanh (X) có giá trị rất cao đạt $1.873,3 \pm 5,2$ mg/100 l và giảm mạnh gần 7 lần ở quả chín mềm (CM) với $280,6 \pm 3,5$ mg/100 l. Khả năng kháng oxy hóa xác định theo phương pháp bắt gốc tự do DPPH cao nhất ở quả X ($IC_{50} = 32,3 \pm 2,3$ µg chất khô/ml), tiếp đến ở quả VC ($IC_{50} = 172,4 \pm 2,5$ µg chất khô/ml), CV ($IC_{50} = 239,6 \pm 2,1$ µg chất khô/ml) và thấp nhất ở quả CM ($IC_{50} = 407,1 \pm 2,1$ µg chất khô/ml). Năng lực khử giảm dần trong quá trình chín ở quả điều. Hàm lượng tanin, vitamin C, polyphenol và khả năng kháng oxy hóa giảm dần theo thứ tự độ chín quả điều như sau: X > VC > CV > CM. Như vậy, dịch ép quả điều giàu dinh dưỡng và có tính kháng oxy hóa cao; Quả điều ở độ chín vàng (CV) và chín mềm (CM) thích hợp cho việc dùng làm nguyên liệu chế biến rượu vang điều, nước ép điều.

Từ khóa: Tanin, polyphenol, vitamin C, kháng oxy hóa, quả điều.

Changes in Tannin and Polyphenol Contents and Antioxidant Activity of Cashew Apple Juice at Different Maturity Stages

ABSTRACT

A study was conducted to determine the changes in tannin, vitamin C and polyphenols contents and antioxidant activity of the cashew apple juice at different maturity stages. The cashew apples were collected in Binh Phuoc province and classified into 4 different maturity stages including: green (X), color turning (VC), ripe (CV) and over-ripe (CM). Results showed that the tannin, vitamin C and polyphenol contents of cashew apple juice decreased from 470 ± 0.02 mg/100 ml, 334 ± 3.7 mg/100 ml and 1873 ± 5.2 mg/100 ml at green (X) to 130 ± 0.01 mg/100 ml, 176 ± 3.1 mg/100ml and 280 ± 3.5 mg/100ml at over-ripe (CM), respectively. The antioxidant activity of cashew apple juice was determined based on the IC_{50} value of DPPH free radical scavenging method and the optical density value (OD) of reducing power method. The IC_{50} value of DPPH free radical scavenging capacity were 32.3 ± 2.3 µg dry matter/ml for green group (X), followed by VC ($IC_{50} = 172.4 \pm 2.5$ µg dry matter/ml), CV ($IC_{50} = 239.6 \pm 2.1$ µg dry matter/ml) and CM ($IC_{50} = 407.1 \pm 2.1$ µg dry matter/ml). Reducing power of the cashew apple juices decreased during ripening of cashew apple in the order: X > VC > CV > CM. Thus, the contents of tannin, vitamin C and polyphenols and antioxidant activity of the cashew apple juice decreased also in the order: X > VC > CV > CM. The results suggested that the cashew apple in ripe (CV) and over-ripe (CM) maturity stage are suitable to produce cashew wine or cashew juice.

Keywords: Tannin, polyphenol, vitamin C, antioxidant, cashew apple.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây điều (đào lộn hột) có tên khoa học *Anacardium occidentale*, là cây trồng sinh trưởng và phát triển tốt ở những quốc gia thuộc khu vực cận xích đạo, nơi có nhiệt độ và độ ẩm cao. Tại Việt Nam cây điều được trồng nhiều tại vùng Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Đông Nam Bộ. Các địa phương có diện tích trồng điều lớn như Bình Phước, Đồng Nai, Bình Định, Gia Lai, Đắk Lắk, Bình Thuận (QĐ579/BN-ĐT, 2015). Việt Nam đã vươn lên là nước xuất khẩu điều đứng đầu thế giới, ước tính năm 2017 lần đầu tiên tổng sản lượng xuất khẩu đạt hơn 360 nghìn tấn hạt điều và giá trị đạt hơn 3 tỷ đô la Mỹ (Sơn Trang, 2018).

Quả điều khi thu hoạch gồm hạt điều và cùi điều (hay còn gọi là quả điều giả, trong dân gian gọi là quả điều, ở bài báo này gọi chung là quả điều). Để thu hoạch được một tấn hạt điều thì có khoảng 8-10 tấn quả điều bị vứt đi (Trần Nhật Nam và cs., 2014). Theo các nghiên cứu tại Ấn Độ, Braxin, Nigeria hàm lượng vitamin C trong dịch ép quả điều đạt tới 219 mg/100 ml dịch ép quả tươi, cao gấp 5 lần cam, 12 lần so với dứa (Attri, 2009; Talasila *et al.*, 2012). Dịch ép quả điều còn chứa hàm lượng cao các hợp chất tanin, polyphenol là các hợp chất kháng oxy hóa tự nhiên rất có lợi cho sức khỏe con người. Thế nhưng hiện tại quả điều bị vứt bỏ vừa lãng phí, vừa gây ô nhiễm môi trường.

Mục tiêu nghiên cứu này là xác định hàm lượng tanin, polyphenol, vitamin C và hoạt tính kháng oxy hóa của dịch ép quả điều ở các giai đoạn chín khác nhau để từ đó hiểu rõ hơn về giá trị của dịch ép quả điều, nhằm tận dụng nguồn quả điều dồi dào này làm nguyên liệu để chế biến thành rượu vang, nước ép điều..., đây là những sản phẩm có ích phục vụ cho nhu cầu đời

sống con người đồng thời góp phần làm gia tăng giá trị kinh tế cho người trồng điều.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Quả điều được thu hái trong khoảng thời gian từ tháng 1 đến tháng 5 tại tỉnh Bình Phước, sau đó được vận chuyển ở trạng thái tươi về phòng thí nghiệm. Quả điều được phân loại thành 4 độ chín khác nhau dựa vào màu sắc quả (Hình 1 và Bảng 1). Quá trình phân loại được lặp lại 3 lần ở mỗi độ chín.

Sau khi tiến hành xác định các chỉ tiêu về độ chín, quả điều được ngâm 1 giờ trong dung dịch nước muối NaCl nồng độ 5% nhằm diệt khuẩn, tiến hành rửa sạch để ráo, dùng máy ép trực vớt để ép thu lấy dịch quả ở các giai đoạn chín. Cuối cùng dịch ép quả được cho vào chai nhựa 5 lít đóng kín (đã chia theo độ chín) và bảo quản ở nhiệt độ -10°C trong tủ đông, khi cần sử dụng dịch ép được rã đông đưa về nhiệt độ phòng (25-30°C).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Xác định các chỉ tiêu độ chín

- Đường kính quả: được đo bằng thước kẹp, đo 30 quả/1 độ chín và lặp lại 3 lần để lấy giá trị trung bình.

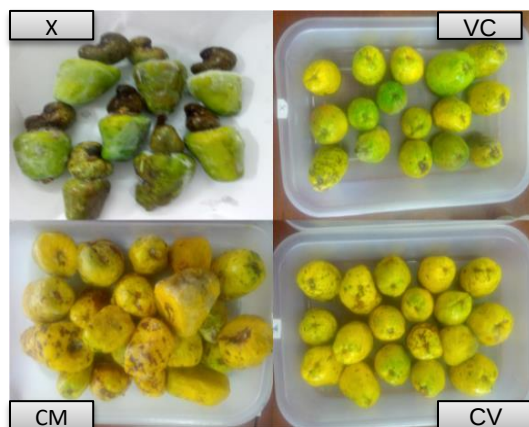
- Khối lượng quả: được cân bằng cân phân tích (Satorius - Đức), cân 30 quả/1 độ chín và lặp lại 3 lần để lấy giá trị trung bình.

2.2.2. Xác định hàm lượng vitamin C

Hàm lượng vitamin C trong dịch ép quả điều được xác định bằng dung dịch Iod 0,1 N có hồ tinh bột làm chỉ thị màu cho đến khi màu xanh xuất hiện (Nguyễn Thị Huyền Trang và cs., 2012).

Bảng 1. Phân loại độ chín

Mức độ chín	Đặc điểm	Ký hiệu
Xanh già	100% màu xanh	X
Vừa chín	50% màu xanh, 50% màu vàng	VC
Chín chuyển vàng	100% màu vàng và tươi sáng	CV
Chín mềm	100% màu vàng sẫm, mềm	CM



Hình 1. Sự biến đổi màu sắc qua các giai đoạn chín của quả điều

2.2.3. Xác định hàm lượng polyphenol tổng số

Hàm lượng polyphenol tổng số được xác định theo phương pháp Folin - Ciocalteu (Fu *et al.*, 2011) dựa trên nguyên tắc: Thuốc thử Folin - Ciocalteu chứa các chất oxy hóa là axit phospho-vonframic, trong quá trình khử các nhóm hydroxy phenol trong dịch ép quả điều dễ bị oxy hóa, chất oxy hóa này sinh ra màu xanh của vonfarm và molybden, có độ hấp thụ cực đại ở bước sóng 765 nm. Đường chuẩn gallic axit được xây dựng từ các dung dịch chuẩn gallic axit (0, 10, 20, 40, 60, 80, 100 µg/ml). Hàm lượng polyphenol được xác định dựa trên đường chuẩn gallic axit ($R^2 = 0,997$) tương đương (GAE)/100 ml dịch ép. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

2.2.4. Xác định hàm lượng tanin

Hàm lượng tanin được xác định theo phương pháp của Lowenthal (1877): chuẩn độ bằng dung dịch KMnO_4 0,1 N với chỉ thị màu sulfo-indigocarmine cho đến khi màu vàng kim xuất hiện.

2.2.5. Hoạt tính bắt gốc tự do DPPH của quả điều trong quá trình chín

Phương pháp DPPH (Thaipong *et al.*, 2006) được xây dựng dựa vào khả năng hoạt động các chất chống oxy hóa, trung hòa gốc tự do 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl thành sản phẩm phân tử, làm giảm độ hấp thụ tại bước sóng

517 nm, màu của dung dịch phản ứng nhạt dần chuyển thành màu tím sang vàng. Khả năng khử gốc tự do DPPH được xác định theo công thức (%): $100 \times (A_{MT} - A_{sd})/A_{MT}$. Trong đó, A_{MT} : Độ hấp thụ quang học của mẫu trắng không chứa dịch ép; A_{sd} : Độ hấp thụ quang học của mẫu có chứa dịch ép. Kết quả báo cáo bởi giá trị IC_{50} là nồng độ của dịch ép quả điều khử được 50% gốc tự do DPPH ở điều kiện xác định.

Nồng độ 9,6 µg/ml là giá trị IC_{50} của vitamin C được khảo sát tại điều kiện phòng thí nghiệm. Giá trị IC_{50} là nồng độ mà tại đó vitamin C khử 50% gốc tự do DPPH. Giá trị IC_{50} càng thấp thì hoạt tính khử gốc tự do DPPH càng cao.

2.2.6. Xác định năng lực khử

Quy trình khảo sát năng lực khử được dựa trên nguyên tắc: Dịch mẫu thử sẽ khử ion Fe^{3+} trong phân tử kali ferricyanid ($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) thành ion Fe^{2+} trong phân tử ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$). Khi bổ sung FeCl_3 , Fe^{3+} phản ứng với ion ferrocyanid tạo thành phức hợp ferris ferrocyanid ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$) có màu xanh dương. Sau đó đo độ hấp thụ bước sóng 700 nm, giá trị mật độ quang OD phản ánh khả năng khử của dịch mẫu. Giá trị mật độ quang OD càng cao chứng tỏ năng lực khử của mẫu càng mạnh (Nguyễn Thị Hằng và cs., 2016). Khi nồng độ dịch mẫu cho giá trị tại độ hấp phụ quang là 0,5 được gọi là EC_{50} . Khi EC_{50} càng thấp thể hiện khả năng kháng oxy hóa càng mạnh.

2.3. Xử lý số liệu

Số liệu được biểu diễn bằng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn (mean $\pm$ SD). Sử dụng phần mềm Statgraphics centurion XV và Microsoft Excel để xử lý thống kê và vẽ đồ thị, kiểm định Tukey được thực hiện sau phân tích ANOVA để đánh giá sự khác nhau của các giá trị với mức ý nghĩa $P < 0,05$.

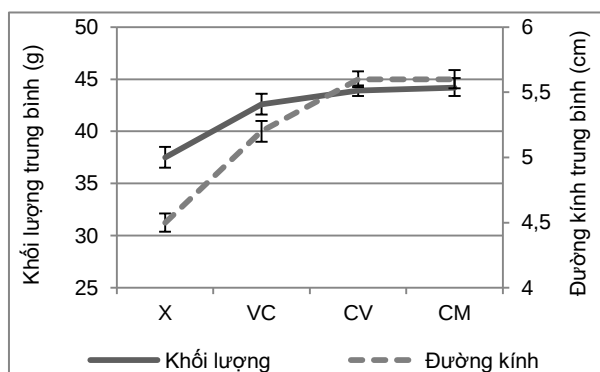
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đường kính và khối lượng của quả điều ở các giai đoạn chín

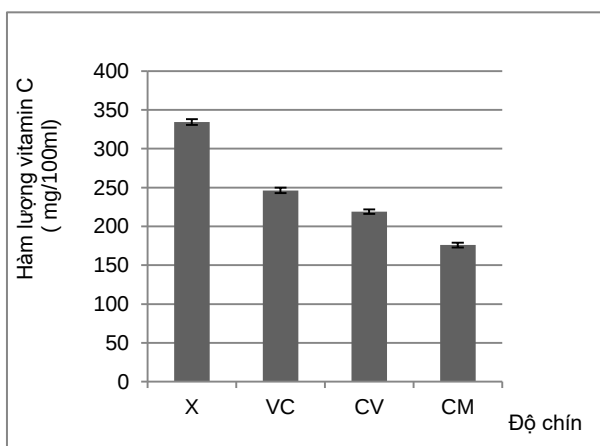
Kết quả nghiên cứu cho thấy đường kính và khối lượng phụ thuộc vào độ chín lúc thu hái quả điều (Hình 2). Theo quy luật phát triển chung của quả, trong suốt quá trình chín sự phân bào luôn diễn ra đồng thời tích lũy nhiều chất dinh dưỡng từ cây. Khi đó dưới tác dụng của hệ enzyme amylase, tinh bột chuyển dần

thành đường, khiến cho nồng độ đường bên trong tế bào tăng lên. Sự chênh lệch nồng độ đường trong và ngoài tế bào tạo nên một áp suất thẩm thấu, nước từ bên ngoài môi trường đi vào bên trong tế bào, các tế bào luôn ở căng nước (Quách Đình và cs., 1996). Do vậy, đường kính và khối lượng của quả tăng để đạt giá trị tối đa.

Quả xanh già (X) có đường kính trung bình 4,5 cm, khối lượng trung bình 37,5 g; khi chuyển sang quả vừa chín (VC) đường kính tăng 15,6% và khối lượng tăng 13,6%; đường kính gần như không đổi ở quả chín vàng (CV) và quả chín mềm (CM) đạt 5,6 cm, khối lượng quả tăng 17,3% ở quả chín vàng (CV) và 17,7% ở quả chín mềm (CM) so với quả xanh (X) ban đầu. Như vậy, đường kính và khối lượng quả điều tăng dần trong quá trình chín theo thứ tự từ $X < VC < CV < CM$ ($P < 0,05$). Kết quả này tương tự ở quả ổi (*Psidium guajava*), trong quá trình chín đường kính tăng dần từ độ chín 1 lên độ chín 4 (Nguyễn Thị Huyền Trang và cs., 2012).



Hình 2. Sự biến đổi đường kính và khối lượng ở các giai đoạn chín của quả điều



Hình 3. Sự biến đổi hàm lượng vitamin C của dịch ép quả điều ở các giai đoạn chín

3.2. Hàm lượng vitamin C ở các giai đoạn chín của dịch ép quả điều

Kết quả nghiên cứu (Hình 3) cho thấy dịch ép quả điều xanh già (X) cho thấy hàm lượng vitamin C đạt giá trị cao nhất 334 mg/100 ml dịch ép, quả vừa chín (VC) 246 mg/100 ml dịch ép, quả chín vàng (CV) là đạt 211 mg/100 ml dịch ép, đạt giá trị thấp nhất ở quả chín mềm (CM) 176 mg/100 ml dịch ép. Kết quả này chỉ ra rằng trong quá trình chín ở quả điều hàm lượng vitamin C giảm dần theo độ chín ($P < 0,05$).

Trong quá trình chín ở quả, dưới tác dụng của acid hữu cơ và xúc tác của enzyme protopectinase, protopectin bị thủy phân thành các sản phẩm như acid pectic, glucose, acid polygalacturonic, galactose, arabinose, methanol... làm giảm cường lực liên kết giữa các tế bào, vỏ tế bào trở nên mỏng, tế bào mềm dần ra, làm cho trái bị nhũn và cấu trúc trái bị phá hủy (Quách Đình và cs., 1996). Hàm lượng vitamin C có xu hướng giảm dần theo độ cứng ở quả do các quá trình khử trong các mô bị phá hủy khi không khí xâm nhập vào. Quá trình oxy hóa và cường độ hô hấp cũng là nguyên nhân chủ yếu làm giảm hàm lượng vitamin C theo mức độ chín của quả (Nguyễn Thị Thủy và Nguyễn Thị Kim Quyên, 2009). Kết quả nghiên cứu ở quả điều tương tự như ở giống cà chua Trang Nông 607, hàm lượng vitamin C giảm dần trong quá trình chín quả (Nguyễn Thị Thủy và Nguyễn Thị Kim Quyên, 2009).

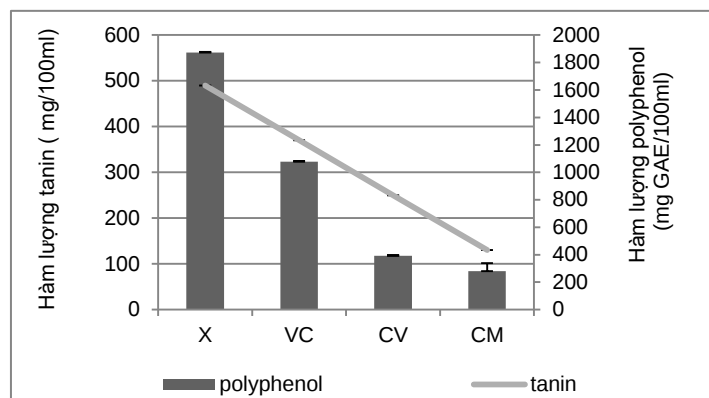
3.3. Sự biến đổi hàm lượng tanin và polyphenol trong quá trình chín ở dịch ép quả điều

Kết quả cho thấy hàm lượng polyphenol giảm dần qua các giai đoạn chín (Hình 4), ở quả xanh già (X) đạt 1.863 mg GAE/100 ml dịch ép, quả vừa chín (VC) là 1.078 mg GAE/100 ml dịch ép, quả chín vàng 391,4 mg GAE/100ml dịch ép, quả chín mềm (CM) 279,5 mg GAE/100 ml dịch ép. Kết quả phân tích hàm lượng tanin ở dịch ép quả điều cũng giảm dần trong quá trình chín, quả xanh già (X) hàm lượng tanin 470 mg/100 ml, quả vừa chín (VC) 370 mg/100 ml và giảm

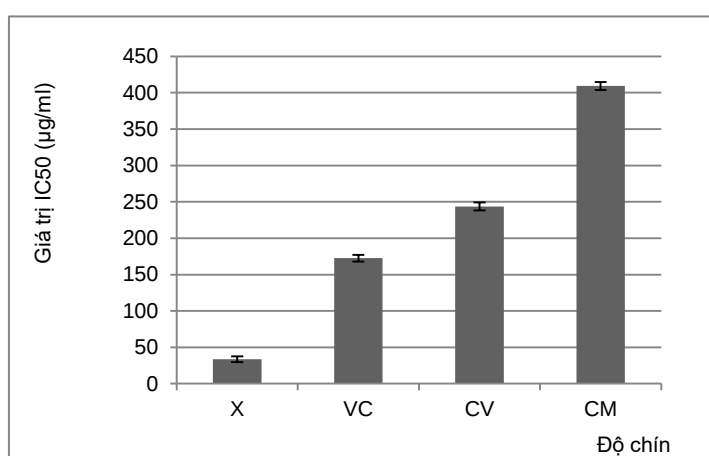
mạnh ở quả chín vàng (CV) còn 250 mg/100 ml, quả chín mềm (CM) 130 mg/100 ml.

Tanin là những hợp chất tự nhiên thuộc nhóm polyphenol phổ biến có ở thực vật. Khi quả điều chuyển từ giai đoạn quả xanh sang quả chín, enzyme polyphenol oxydase xúc tác phản ứng oxy hóa hợp chất polyphenol thành quinon, khi đó các o-quinon được tạo thành kết hợp với các axit amin tạo các hợp chất màu (Nguyễn Hồ Thu, 2012). Đồng thời tác giả Bùi Trang Việt (2000) đã chỉ ra rằng: “Thịt trái là nơi chịu nhiều thay đổi biến dưỡng rất quan trọng liên quan đến các tính chất sinh lý, sinh hóa làm ảnh hưởng mạnh đến chất lượng trái như tăng nước, độ mềm (tăng sự thủy giải vách tế bào), ngọt (tăng đường), thay đổi màu sắc (các flavonoid) nhưng bớt dần vị chua (giảm acid hữu cơ) và chát (giảm tanin)” (trích dẫn Nguyễn Nữ Thảo Trân, 2014).

Như vậy, khi quả điều chuyển từ màu xanh sang màu vàng thì hàm lượng polyphenol và hàm lượng tanin ($R^2 = 0,906$ chỉ ra mối tương quan chặt chẽ) trong dịch ép giảm theo thứ tự: $X > VC > CV > CM$ ($P < 0,05$). Kết quả nghiên cứu này cũng tương tự như kết quả nghiên cứu ở quả đu đủ (*Carica papaya*) trong quá trình chín, hàm lượng polyphenol trong vỏ quả và thịt quả giảm dần, lần lượt từ 418 mg GAE/100 g chất tươi đến 358,7 mg GAE/100 g chất tươi và 1,9 đến 0,9 mg GAE/100g chất tươi (Sancho *et al.*, 2010). Quả điều hiện đang bỏ đi với nguyên nhân chính là do hàm lượng tanin cao gây chất sít lưỡi, khô rất vòm họng khi sử dụng. Qua kết quả khảo sát nhận thấy quả chín vàng (CV) và chín mềm (CM) phù hợp để chọn làm nguyên liệu chế biến rượu vang điều, nước ép điều vì có hàm lượng tanin trong khoảng từ 130-250 mg/100 ml và polyphenol cao. Tanin ở mức này không quá chất. Lựa chọn này phù hợp với kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng tanin đến chất lượng rượu vang Sim Phú Quốc của Nguyễn Minh Thủy và cs. (2011) cho rằng để có màu sắc và vị chất tốt nhất cần phải bổ sung 0,23% tanin (tương đương 230 mg/100 g) vào trong rượu. Tanin ở mức này cho đánh giá cảm quan tốt.



Hình 4. Sự biến đổi hàm lượng tanin và polyphenol của dịch ép quả điều ở các giai đoạn chín



Hình 5. Khả năng thu gốc tự do DPPH của dịch ép quả điều ở các giai đoạn chín

Bảng 2. Khả năng kháng oxy hóa theo năng lực khử

Nồng độ (µg/ml)	Mật độ quang OD			
	X	VC	CV	CM
200	1,001 ^{ah} ± 0,007	0,608 ^{ax} ± 0,006	0,298 ^{ay} ± 0,006	0,247 ^{ay} ± 0,008
400	1,410 ^{bh} ± 0,006	0,842 ^{bx} ± 0,008	0,337 ^{by} ± 0,009	0,301 ^{by} ± 0,010
600	1,863 ^{ch} ± 0,012	1,180 ^{cx} ± 0,010	0,458 ^{cy} ± 0,011	0,377 ^{cz} ± 0,011
800	2,223 ^{dh} ± 0,009	1,497 ^{dx} ± 0,012	0,577 ^{dy} ± 0,008	0,436 ^{dz} ± 0,009
1000	2,413 ^{eh} ± 0,011	1,805 ^{ex} ± 0,011	0,662 ^{ey} ± 0,007	0,504 ^{dz} ± 0,010

Ghi chú: a,b,c,d,e thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê theo hàng dọc; h,x,y,z thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê theo hàng ngang.

3.4. Khả năng kháng oxy hóa trong quá trình chín ở dịch ép quả điều

3.4.1. Khả năng khử gốc tự do DPPH

Kết quả nghiên cứu khả năng khử gốc tự do DPPH ở dịch ép quả điều trong quá trình chín

có xu hướng giảm dần (Hình 5): X > VC > CV > CM (P < 0,05). Dịch ép ở quả xanh già (X) có giá trị IC₅₀ (32,3 µg chất khô/ml) đạt giá trị thấp nhất. Như vậy, khả năng bắt gốc tự do của dịch ép quả này là cao nhất. Ở quả chín mềm (CM) có giá trị IC₅₀ (407,1 µg chất khô/ml), đạt giá trị

cao nhất nên thể hiện khả năng kháng oxy hóa thấp nhất.

Ở quả điều chín vàng (CV) và chín mềm (CM), khả năng loại bỏ gốc tự do thông qua giá trị IC_{50} (239,6 μ g chất khô/ml và 407,1 μ g chất khô/ml), khả năng kháng oxy hóa cao hơn một số loại rau quả và thảo dược đã nghiên cứu trước đây như: cây Cà dây leo (*Solanum hainanense* Hance) có IC_{50} = 1.734 μ g/ml (Nguyễn Xuân Duy và Hồ Bá Vương, 2013); ở quả xanh của cây Nhàu (*Morinda citrifolia*) IC_{50} = 1.025,2 μ g/ml (Đái Thị Xuân Trang và cs., 2012). Kết quả này chỉ ra rằng lựa chọn quả chín vàng (CV) và quả chín mềm (CM) để làm nguyên liệu cho chế biến thực phẩm là rất tốt cho sức khỏe.

3.4.2. Khả năng kháng oxy hóa theo năng lực khử

Kết quả đánh giá năng lực khử ở dịch ép quả điều qua quá trình chín (Bảng 2) cho thấy theo chiều tăng nồng độ giá trị mật độ quang OD của các mẫu tăng dần. Cụ thể khi tăng từ 200 μ g/ml lên 1.000 μ g/ml, giá trị mật độ quang OD của dịch ép quả điều tăng từ 1,001 lên 2,413 ở quả xanh già (X); từ 0,608 lên 1,805 của quả vừa chín (VC); từ 0,298 lên 0,662 ở quả chín vàng (CV) và quả chín mềm (CM) từ 0,247 lên 0,504. Khi so sánh dịch ép điều ở các độ chín khác nhau, trong cùng một điều kiện và nồng độ phân tích, quả xanh già (X) thể hiện khả năng khử Fe^{3+} thành Fe^{2+} mạnh nhất. Quả chín mềm thể hiện năng lực khử yếu nhất. Như vậy, khả năng kháng oxy hóa ở quả điều giảm dần trong quá trình chín theo thứ tự $X > VC > CV > CM$ ($P < 0,05$).

Kết quả ở bảng 2 cho thấy dịch ép quả chín mềm (CM) có giá trị EC_{50} là 1 mg/ml. Một số kết quả nghiên cứu trước đây cho thấy với dịch chiết yến sào Khánh Hòa có giá trị EC_{50} là 20,4 mg/ml (Lê Hữu Hoàng và cs., 2017); hoặc 6 loại nấm ăn được nghiên cứu tại Bồ Đào Nha đó là: *Lactarius deliciosus*, *T. portentosum*, *L. deliciosus* (stipe), *T. portentosum* (stipe), *Tricholoma portentosum*, *T. portentosum*, *L. deliciosus* (cap) có giá trị EC_{50} từ 3,12 đến 6,69 mg/ml (Isabel et al., 2007). So sánh với các kết quả trên cho thấy dịch ép quả điều chín mềm (CM) cao gấp 20 lần so với dịch chiết yến sào và gấp từ 3 đến 6 lần so với nấm

trồng tại Bồ Đào Nha. Qua đó cho thấy rằng dịch ép quả điều có năng lực khử cao, thể hiện tính kháng oxy hóa cao, rất tốt khi được chọn làm nguyên liệu chế biến.

4. KẾT LUẬN

Dịch ép quả điều được thu hái tại tỉnh Bình Phước có hàm lượng vitamin C, polyphenol và khả năng kháng oxy hóa cao nhưng giảm dần qua các giai đoạn chín theo thứ tự quả xanh già > vừa chín > chín vàng > chín mềm. Dịch ép quả chín vàng (CV) và quả chín mềm (CM) có hàm lượng vitamin C, polyphenol và tanin cũng như hoạt tính chống oxy hóa phù hợp để chọn làm nguyên liệu sản xuất rượu vang điều hay nước ép quả điều.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Attri B.L. (2009). Effect of initial sugar concentration on the physico-chemical characteristics and sensory qualities of cashew apple wine. *Natural Product Radiance*, 8(4): 374-379.
- Bộ Nông nghiệp và PTNN (2015). Quyết định phê duyệt quy hoạch phát triển ngành điều đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030.
- Bùi Trang Việt (2000). Giáo trình Sinh lý thực vật đại cương. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.
- Đái Thị Xuân Trang, Nguyễn Thị Mai Phương, Võ Thị Ngọc Diễm và Quách Tú Huệ (2012). Khảo sát hiệu quả hạ đường huyết và chống oxy hóa của cao chiết cây Nhàu (*Morinda citrifolia* L.) ở chuột bệnh tiểu đường. *Tạp chí Khoa học Trường đại học Cần Thơ*, 23b: 115-124.
- Fu L., Xu X.-R., Gan R.-Y., Zhang Y., Xia E.-Q. and Li H.-B. (2011). Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chemistry*, 129(2): 345-350.
- Lê Hữu Hoàng, Lương Công Bình, Nguyễn Xuân Duy, Nguyễn Thế Hân (2017). Khả năng chống oxy hóa và ức chế enzyme tyrosinase của yến sào. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Việt Nam*, 10: 28-30.
- Isable C.F.R. Ferreira, Paula Baptista, Miguel Vilas-Boas, Lillian Barros (2007). Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: Individual cap and stipe activity. *Food Chemistry*, 100: 1511-1516.
- Lowenthal J. (1877). Über die bestimmung des gerbstoffs. *Z. Anal. Chem.*, 16: 33-48.

- Nguyễn Hồ Thu (2012). Nghiên cứu các đặc tính, ứng dụng và biện pháp kiểm chế tác hại của enzyme polyphenol oxidase từ thực vật. Luận văn thạc sĩ sinh học, Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG thành phố Hồ Chí Minh, tr. 7.
- Nguyễn Nữ Thảo Trân (2014). Khảo sát quá trình chín trái ở cây cà phê chè (*Coffea arabica* L.). Luận văn thạc sĩ, Trường đại học Sư phạm thành phố Hồ Chí Minh, tr. 4.
- Nguyễn Thị Hằng, Nguyễn Thị Thanh Tâm, Mai Hữu Phương (2016). Khả năng bắt gốc tự do DPPH và năng lực khử của Nam sâm bò ở Cần Giờ, thành phố Hồ Chí Minh. Tạp chí Khoa học Trường đại học Sư phạm thành phố Hồ Chí Minh, 12(90): 112-12.
- Nguyễn Thị Huyền Trang, Lê Thị Thu Thủy, Nguyễn Văn Lâm, Nguyễn Hương Thủy (2012). Nghiên cứu sự biến đổi hàm lượng vitamin C, polyphenol và hoạt tính kháng oxy hóa của quả ôi trong quá trình chín. Tạp chí Khoa học và Phát triển, 10(5): 805-811.
- Nguyễn Minh Thủy, Nguyễn Chí Dũng, Nguyễn Phú Cường, Nguyễn Thị Mỹ Tuyền, Dương Kim Thanh (2011). Ảnh hưởng của nguồn nguyên liệu và hàm lượng tannin bổ sung đến chất lượng rượu vang sim (*Rhodomyrtus tomentosa* Wight). Tạp chí Khoa học Trường đại học Cần Thơ, 18b: 228-237.
- Nguyễn Thị Thủy và Nguyễn Thị Kim Quyên (2009). Xây dựng mô hình đánh giá chất lượng cà phê sau thu hoạch. Tạp chí Khoa học Trường đại học Cần Thơ, 11: 246-253.
- Nguyễn Xuân Duy, Hồ Bá Vương (2013). Hoạt tính chống oxy hóa và ức chế enzyme polyphenoloxidase của một số loại thực vật ăn được ở Việt Nam. Tạp chí Khoa học và Phát triển, 11(3): 364-372.
- Quách Đình, Nguyễn Văn Tiếp, Nguyễn Văn Thoà (1996). Công nghệ sau thu hoạch và chế biến rau quả. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
- Sancho L., Yahia E., Gonzalez-Aguilar G. (2010). Identification and quantification of phenols, carotenoids, and vitamin C from papaya (*Carica papaya* L., cv. Maradol) fruit determined by HPLC-ĐA-MS/MS-ESI. Food Research International, 44(5): 1284-1291.
- Sơn Trang (2018). Điều-Ngoạn mục đạt mức 3.5 tỷ đô. Báo Nông nghiệp Việt Nam, <http://nongnghiep.vn/dieu-ngoan-muc-vuot-moc-35-ty-do-post209336.html>.
- Thaipong K., Boonprakob U., K. Crosby, L. Cisneros-Zevallo, D.H. Byrne (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of Food Composition and Analysis, 19: 669-675.
- Trần Nhật Nam, Nguyễn Phước Minh, Đồng Thị Anh Đào (2014). Investigation of processing conditions for dietary fiber production from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) residue. International Journal of Scientific & Technology Research, 3(1): 2277-8616.
- Talasila U., Vechalapu R.R., Shaik K.B. (2012). Clarification, Preservation, and shelf life evaluation of cashew apple juice. Food Sci. Biotechnol., 21(3): 709-714.