



Bài báo nghiên cứu

NGHIÊN CỨU SỰ CHUYỂN HÓA SINH LÝ, HÓA SINH THEO TUỔI PHÁT TRIỂN CỦA QUẢ NA (*Annona squamosa* L.) TRỒNG TẠI THANH HÓA

Lê Văn Trọng

Trường Đại học Hồng Đức, Việt Nam

Tác giả liên hệ: Lê Văn Trọng – Email: tronghongduc@gmail.com

Ngày nhận bài: 08-8-2019; ngày nhận bài sửa: 04-3-2020, ngày chấp nhận đăng: 08-6-2020

TÓM TẮT

Bài báo trình bày sự biến đổi một số chỉ tiêu sinh lý, hóa sinh theo tuổi phát triển của quả na từ khi hình thành cho đến khi quả chín. Hàm lượng diệp lục trong vỏ quả na đạt giá trị cao nhất khi được 13 tuần tuổi và giảm nhanh khi quả ở 15 tuần tuổi, hàm lượng carotenoid thấp từ khi hình thành quả đến 13 tuần tuổi sau đó tăng nhanh cho đến khi quả chín hoàn toàn. Hàm lượng vitamin C và hàm lượng đường khử tăng liên tục và đạt giá trị tối đa ở 15 tuần tuổi sau đó giảm nhẹ. Hàm lượng axit hữu cơ tổng số tăng đến 11 tuần tuổi sau đó giảm xuống. Hàm lượng tinh bột tăng dần từ những thời kì đầu và đạt cực đại khi quả 13 tuần tuổi, sau đó giảm dần. Hoạt độ của α -amylaza trong thịt quả na biến động phù hợp với sự biến động của tinh bột và đường khử theo tuổi phát triển của quả. Hoạt độ catalaza tăng dần và đạt cực đại khi quả 13 tuần tuổi rồi giảm dần. Hoạt độ peroxydaza tăng liên tục đến khi quả chín. Dựa trên kết quả nghiên cứu, chúng tôi nhận thấy rằng ở tuần thứ 15 giá trị dinh dưỡng của quả là tốt nhất, vì vậy quả na nên được thu hoạch ở thời điểm này để đảm bảo giá trị dinh dưỡng trong quá trình bảo quản.

Từ khóa: quả na; chỉ tiêu sinh lý; chỉ tiêu sinh hóa; chín sinh lý

1. Đặt vấn đề

Cây na có tên khoa học là *Annona squamosa* L. thuộc họ na (Annonaceae) có nguồn gốc ở vùng nhiệt đới châu Mỹ hiện đang được trồng phổ biến ở nhiều nước trên thế giới. Ở Việt Nam với lợi thế là loại cây dễ trồng, quả giàu dinh dưỡng và đem lại năng suất cao, cây na đã trở thành cây trồng quan trọng góp phần phát triển kinh tế và nâng cao đời sống của các hộ dân (Tran, 2018). Có nhiều giống na được nhập từ nước ngoài vào với chất lượng và sản lượng cao được trồng phổ biến ở nhiều tỉnh thành trên cả nước. Hiện nay, sản lượng và diện tích trồng na đang có xu hướng gia tăng do mang lại hiệu quả kinh tế cao

Cite this article as: Le Van Trong (2020). Study of physiological and biochemical changes for the age-related development of custard apple (*Annona Squamosa* L.) grown in Thanh Hoa. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 17(6), 999-1008.

hơn so với các loại cây trồng khác, điều này đã kích thích nhà làm vườn mạnh dạn đầu tư vào việc trồng cây na.

Trên thế giới, đã có nhiều công trình nghiên cứu trên thế giới về cây na. Syed và Pawar (2012), khi nghiên cứu về các đặc tính vật lý và hóa học của thịt quả na từ các địa điểm khác nhau cho thấy, quả na rất giàu dinh dưỡng và có giá trị cao. Đặc biệt sự sinh trưởng của quả na trong những vườn cây được chăm sóc có năng suất cao hơn và tính chất hóa học tốt hơn. Bakane et al. (2016) nghiên cứu về quá trình chín của quả na cho thấy, trọng lượng trung bình của quả na khi chín trong khoảng 105,7-161,6g. Quả na chín từ 3 đến 4 ngày ở điều kiện thường và 6 đến 7 ngày trong tủ lạnh. Felipe et al. (2018) khi nghiên cứu sản xuất bột dinh dưỡng từ quả na, kết quả chỉ ra rằng bột làm từ quả na có thể được kết hợp trong các công thức thực phẩm để cải thiện các đặc tính dinh dưỡng, là một biện pháp tăng giá trị của quả và giảm thiểu tổn thất trong quá trình chế biến quả na. Phần lớn các nghiên cứu trên thế giới tập trung nghiên cứu về dinh dưỡng của quả na mà chưa có những nghiên cứu về những biến đổi sinh lí, hóa sinh trong quá trình chín của quả.

Tại Việt Nam, cây na được trồng tương đối phổ biến với nhiều loại giống mới cho năng suất cao và ổn định. Tuy nhiên, việc thu hái và bảo quản quả na chưa thực sự có cơ sở khoa học mà chỉ dựa vào kinh nghiệm của nhà vườn, điều này làm cho phần lớn quả na ngoài thị trường chưa đảm bảo chất lượng làm giảm giá trị của quả na và có thể ảnh hưởng tới sức khỏe của người tiêu dùng. Mặt khác, vấn đề nghiên cứu về biến đổi sinh lí, hóa sinh của quả na ở trong nước và trên thế giới còn hạn chế. Vì vậy, chúng tôi đã tiến hành thu mẫu quả, phân tích các chỉ tiêu sinh lí, hóa sinh theo tuổi phát triển của quả để tìm ra thời điểm chín sinh lí giúp người tiêu dùng sử dụng và bảo quản quả tốt hơn.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu và địa điểm nghiên cứu

- Giống na dai trồng tại huyện Yên Định, tỉnh Thanh Hóa.
- Thí nghiệm phân tích các chỉ tiêu sinh lí, hóa sinh được phân tích tại bộ môn Sinh học, Trường Đại học Hồng Đức.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu mẫu

- Mẫu quả na được thu theo phương pháp lấy mẫu hỗn hợp. Trên toàn diện tích thí nghiệm, mẫu quả được thu tại nhiều điểm, trên nhiều cây, các cây này đều phát triển bình thường, không sâu bệnh, có tuổi và điều kiện chăm sóc khá đồng đều.
- Khi quả mới hình thành chúng tôi tiến hành đánh dấu hàng loạt quả trên các cây thí nghiệm và ghi chép theo ngày tháng. Mỗi thời điểm nghiên cứu chúng tôi thu mẫu ở tất cả các cây: mỗi cây 10-20 quả. Mẫu thu về được trộn đều, cho vào túi nilông, ghi phiếu.
- Các mẫu được thu vào buổi sáng, sau đó bảo quản lạnh và chuyển về phòng thí nghiệm. Một phần mẫu được dùng để phân tích ngay với các chỉ tiêu hàm lượng sắc tố, enzym, vitamin C. Phần mẫu còn lại được bảo quản ở - 80°C để phân tích các chỉ tiêu khác.

2.2.2. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu sinh lí

- Xác định hàm lượng sắc tố trong vỏ quả bằng phương pháp quang phổ theo công thức của Mac - Kinney (Nguyen et al., 2013)

Hàm lượng diệp lục được tính theo công thức:

$$C_a \text{ (mg/l)} = 9,784 \cdot E_{662} - 0,990 \cdot E_{644}$$

$$C_b \text{ (mg/l)} = 21,426 \cdot E_{644} - 4,650 \cdot E_{662}$$

$$C_{(a+b)} \text{ (mg/l)} = 5,134 \cdot E_{662} + 20,436 \cdot E_{644}$$

Hàm lượng carotenoid được tính theo công thức:

$$C_{\text{carotenoid}} \text{ (mg/l)} = 4,695 \cdot E_{440,5} - 0,268 \cdot C_{(a+b)}$$
 Sau đó tính lượng sắc tố trên 1g vỏ quả

tươi theo công thức:
$$A = \frac{C \cdot V}{P \cdot 1000}$$

Trong đó: E_{662} , E_{644} và $E_{440,5}$ - số đo mật độ quang ở bước sóng 662, 644 và 440,5 nm; C_a , C_b , C_{a+b} - Hàm lượng diệp lục a, b và tổng số; A - Hàm lượng diệp lục trong 1g vỏ quả tươi; C - Hàm lượng diệp lục trong dịch chiết sắc tố (mg/l); V - Thể tích dịch chiết sắc tố (10ml); P - Khối lượng mẫu (g).

2.2.3. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu sinh hóa

- Định lượng đường khử, tinh bột theo phương pháp Bertrand (Pham et al., 1996)

Hàm lượng đường khử được tính theo công thức:
$$X = \frac{a \cdot V_1 \cdot 100}{V \cdot b \cdot 1000}$$

Trong đó: X: hàm lượng đường khử (%); a: số mg glucose tìm được khi tra bảng ứng với số ml KMnO_4 1/30N dùng để chuẩn độ mẫu thí nghiệm trừ đi số ml KMnO_4 1/30N chuẩn độ ở mẫu đối chứng; V: Số ml dung dịch mẫu pha loãng; V_1 : Số ml dung dịch mẫu đem phân tích; b: lượng mẫu thí nghiệm (g); 100: hệ số tính chuyển thành %; Hệ số chuyển đổi g thành m.

Hàm lượng tinh bột được tính theo công thức:
$$Y = \frac{a \cdot V_1 \cdot 100 \cdot 0,9}{V_2 \cdot b}$$

Trong đó: Y: Hàm lượng tinh bột tính theo %; a: Lượng đường khử; V_1 : Số ml dung dịch mẫu đem phân tích; V_2 : Số ml dung dịch mẫu pha loãng; b: Khối lượng mẫu đem phân tích; 100: Hệ số tính chuyển %; 0,9: Hệ số chuyển glucose thành tinh bột.

- Định lượng axit hữu cơ tổng số (Nguyen, 2001)

Hàm lượng axit hữu cơ tổng số được tính theo công thức:
$$X = \frac{a \cdot V_1 \cdot 100}{V_2 \cdot P}$$

Trong đó: X: Lượng axit tổng số có trong dịch chiết; P: Lượng mẫu phân tích (g); V_1 : Tổng thể tích dịch chiết (ml); V_2 : Thể tích đem chuẩn độ (ml); a: Lượng NaOH 0,1N chuẩn độ (ml).

- Định lượng vitamin C theo phương pháp chuẩn độ (Nguyen, 2001)

$$\text{Hàm lượng vitamin C được tính theo công thức: } X = \frac{V.V_1.0,00088.100}{V_2.b}$$

Trong đó: X: hàm lượng vitamin C có trong nguyên liệu (%); V: thể tích dung dịch mẫu pha loãng (ml); V_1 : số ml dung dịch I_2 0,01N chuẩn độ; V_2 : số ml dung dịch đem phân tích; b: số gam nguyên liệu đem phân tích; 0,00088: số gam vitamin C tương đương với 1ml I_2 0,01N.

- *Xác định hoạt độ α - amylaza trên máy quang phổ ở bước sóng 656 nm* (Nguyen, 2001)

$$\text{Hoạt độ enzym } \alpha \text{ - amylaza được tính theo công thức: } HdA = \frac{6,889.C - 0,029388}{W}$$

$$\text{Trong đó: } C = \frac{OD_1 - OD_2}{OD_1} \times 0,1$$

C: Lượng tinh bột bị thủy phân OD_1 : Mật độ quang ở bình đối chứng; OD_2 : Mật độ quang ở bình thí nghiệm; 0,1: Lượng tinh bột phân tích; W: Lượng chế phẩm enzym đem phân tích (g).

- *Xác định hoạt độ enzym catalaza theo phương pháp của A.N.Bac và A.I.Oparin* (Nguyen, 2001)

$$\text{Hoạt độ enzym catalaza được tính theo công thức: } X = \frac{(V_1 - V_2).1,7.V_x}{V_c.30.0,034.a}$$

Trong đó: X. Hoạt độ catalaza được tính bằng số micromol H_2O_2 bị phân giải trong 1 phút dưới tác động của enzym catalaza trong 1g mẫu ở $30^\circ C$; V_1 : Số ml $KMnO_4$ 0,1N đã dùng để chuẩn độ H_2O_2 ở bình đối chứng; V_2 : Số ml $KMnO_4$ 0,1N đã dùng để chuẩn độ H_2O_2 ở bình thí nghiệm; V: Tổng thể tích dịch chiết enzym (ml); V_c : Thể tích dịch chiết đem phân tích (ml); a: Số gam mẫu nghiền; 1,7: Hệ số chuyển đổi từ ml $KMnO_4$ 0,1N chuẩn độ ra mg H_2O_2 bị phân giải; 30: Thời gian enzym tác động (phút); 0,034: Hệ số chuyển đổi mg thành micromol.

- *Xác định hoạt độ enzym peroxydaza theo phương pháp A.N. Boiarkin trên máy quang phổ* (Nguyen, 2001)

$$\text{Hoạt độ enzym peroxydaza được tính theo công thức: } A = \frac{E(a.b)}{pdt}$$

Trong đó: A: Hoạt độ peroxydaza trên 1g mẫu; E: Số đo mật độ quang; a: Tổng thể tích dịch chiết (ml); b: Mức độ pha loãng dịch chiết; p: Khối lượng mẫu thực vật (g); d: Độ dày cốc (cm); t: Thời gian (s)

2.2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được xử lý bằng phần mềm IRRISTAT 5.0.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Sự biến đổi hệ sắc tố trong vỏ quả na theo tuổi phát triển của quả na

Kết quả phân tích sự biến đổi hàm lượng diệp lục a, diệp lục b, diệp lục tổng số a+b và hàm lượng carotenoid theo tuổi phát triển của quả na được thể hiện qua Bảng 1.

Bảng 1. Sự biến đổi hàm lượng của hệ sắc tố trong vỏ quả na theo tuổi phát triển của quả

Tuổi phát triển của quả	Diệp lục a (mg/g vỏ quả tươi)	Diệp lục b (mg/g vỏ quả tươi)	Diệp lục a+b (mg/g vỏ quả tươi)	Hàm lượng carotenoid (mg/g vỏ quả tươi)
1 tuần	0,075 ^f ± 0,001	0,294 ^f ± 0,003	0,369 ^g ± 0,001	0,105 ^f ± 0,003
3 tuần	0,112 ^f ± 0,002	0,376 ^c ± 0,002	0,488 ^f ± 0,002	0,148 ^f ± 0,002
5 tuần	0,216 ^c ± 0,002	0,251 ^f ± 0,002	0,467 ^f ± 0,004	0,162 ^e ± 0,002
7 tuần	0,284 ^d ± 0,002	0,764 ^c ± 0,002	1,048 ^d ± 0,002	0,179 ^e ± 0,003
9 tuần	0,362 ^c ± 0,003	0,742 ^c ± 0,002	1,104 ^c ± 0,003	0,184 ^e ± 0,001
11 tuần	0,418 ^b ± 0,001	0,863 ^b ± 0,001	1,281 ^b ± 0,001	0,213 ^d ± 0,003
13 tuần	0,463 ^a ± 0,001	0,954 ^a ± 0,002	1,417 ^a ± 0,002	0,267 ^c ± 0,001
14 tuần	0,405 ^b ± 0,001	0,617 ^d ± 0,003	1,022 ^d ± 0,003	0,518 ^b ± 0,005
15 tuần	0,259 ^d ± 0,001	0,513 ^d ± 0,003	0,772 ^e ± 0,001	0,650 ^a ± 0,002
16 tuần	0,218 ^e ± 0,002	0,206 ^g ± 0,004	0,424 ^f ± 0,002	0,693 ^a ± 0,004

Ghi chú: Trong cùng một cột số liệu, các giá trị mang cùng chữ cái thể hiện sự khác nhau không ý nghĩa, các giá trị mang chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

Số liệu Bảng 1 cho thấy, ở những tuần tuổi đầu tiên, hàm lượng diệp lục (dl) trong vỏ quả tươi có tỉ lệ khác nhau, vào thời điểm quả 1 tuần tuổi hàm lượng dl a là 0,075 mg/g vỏ quả tươi, dl b là 0,294 mg/g vỏ quả tươi và diệp lục tổng số là 0,369 mg/g vỏ quả tươi. Hàm lượng dl trong vỏ quả tươi đạt giá trị cao nhất vào thời điểm 13 tuần tuổi (dl a là 0,463 mg/g thịt quả tươi, dl vỏ quả tươi, vào thời điểm này quả có màu xanh sẫm. Sau 13 tuần tuổi, hàm lượng diệp lục giảm dần và giảm nhanh ở thời điểm 15 và 16 tuần tuổi, điều này là do quả bắt đầu chuyển sang giai đoạn chín, sắc tố diệp lục bị phân hủy và sắc tố carotenoid được tổng hợp.

Hàm lượng carotenoid trong vỏ quả na tăng dần theo tuổi phát triển của quả. Trong những tuần đầu tiên của quả, hàm lượng carotenoid có giá trị thấp đạt 0,105 mg/g vỏ quả tươi ở 1 tuần tuổi. Thời kì quả từ 1 đến 13 tuần tuổi hàm lượng carotenoid tăng chậm, sau đó tăng nhanh theo sự chín của quả và khi quả 16 tuần tuổi thì hàm lượng carotenoid đạt 0,693 mg/g vỏ quả tươi.

Như vậy, có thể thấy sự giảm hàm lượng diệp lục cùng với sự gia tăng lượng carotenoid theo tuổi phát triển của quả là phù hợp với quá trình phát triển của quả na và phản ánh đúng màu sắc quả khi chín.

3.2. Động thái một số chỉ tiêu hóa sinh trong thịt quả na theo tuổi phát triển của quả

3.2.1. Động thái hàm lượng đường khử và tinh bột

Bảng 2. Động thái hàm lượng đường khử và tinh bột trong thịt quả na theo tuổi phát triển của quả

Tuổi phát triển của quả	Hàm lượng đường khử (% khối lượng thịt quả tươi)	Hàm lượng tinh bột (% khối lượng thịt quả tươi)
3 tuần	0,730 ^d ± 0,042	1,143 ^d ± 0,029
5 tuần	1,275 ^{cd} ± 0,050	2,112 ^d ± 0,025
7 tuần	1,280 ^{cd} ± 0,082	2,468 ^d ± 0,012
9 tuần	1,633 ^c ± 0,087	3,149 ^c ± 0,036
11 tuần	1,783 ^c ± 0,034	6,023 ^b ± 0,094
13 tuần	2,075 ^c ± 0,023	9,012 ^a ± 0,121
14 tuần	5,136 ^b ± 0,017	8,792 ^a ± 0,305
15 tuần	10,836 ^a ± 0,058	4,826 ^c ± 0,245
16 tuần	10,675 ^a ± 0,061	4,795 ^c ± 0,142

Ghi chú: Trong cùng một cột số liệu, các giá trị mang cùng chữ cái thể hiện sự khác nhau không ý nghĩa, các giá trị mang chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

Kết quả Bảng 2 cho thấy, hàm lượng đường khử ở thời kì đầu trong quả na (3 tuần) tương đối thấp đạt 0,730% khối lượng thịt quả tươi. Từ 3 đến 13 tuần tuổi, hàm lượng đường khử tăng chậm và đạt 2,075% khi quả được 13 tuần tuổi. Sau giai đoạn này khối lượng thịt quả tăng nhanh, các tế bào tiếp tục tăng sinh trưởng dẫn do tăng sự tổng hợp năng lượng và các thành phần cấu thành nên tế bào. Thời kì quả từ 13 đến 16 tuần tuổi, hàm lượng đường khử tăng nhanh và đạt 10,836% khi quả 15 tuần tuổi, lúc này một lượng axit hữu cơ và tinh bột chuyển hóa thành đường. Đây là thời điểm quả có vị đặc trưng, có mùi thơm và được thu hoạch ở giai đoạn này là thích hợp nhất, nếu được thu hái sớm hơn sẽ làm giảm phẩm chất của quả. Ở thời điểm quả 16 tuần tuổi, hàm lượng đường khử giảm xuống đến mức 10,675% khối lượng thịt quả tươi do đó chất lượng của quả giảm dần.

Khi quả mới hình thành hàm lượng tinh bột thấp chỉ đạt 1,143% khối lượng thịt quả tươi (3 tuần tuổi). Sau đó saccarozơ từ lá và vỏ quả chuyển vào quả cung cấp nguyên liệu cho việc tổng hợp tinh bột nên hàm lượng tinh bột trong quả tăng dần. Hàm lượng tinh bột cao nhất đạt 9,012% lúc quả 13 tuần tuổi, sau 13 tuần hàm lượng tinh bột trong quả giảm dần do sự trao đổi chất trong quả diễn ra mạnh mẽ, dưới tác dụng của enzym α - amylaza, tinh bột được phân giải thành đường làm nguyên liệu cho hô hấp tạo năng lượng. Khi quả bước vào thời kì chín, tinh bột phân giải thành đường làm tăng lượng đường khử tạo độ ngọt cho quả. Trong giai đoạn này, hoạt độ của enzym α - amylaza cũng tăng lên.

3.2.2. Động thái hàm lượng axit hữu cơ tổng số, hàm lượng vitamin C

Bảng 3. Động thái hàm lượng axit hữu cơ tổng số, hàm lượng vitamin C trong thịt quả na theo tuổi phát triển của quả

Tuổi phát triển của quả	Hàm lượng axit tổng số (lđl/100g thịt quả tươi)	Hàm lượng vitamin C (mg/100g thịt quả tươi)
3 tuần	37,915 ^c ± 1,102	12,437 ^d ± 0,890
5 tuần	38,333 ^c ± 1,105	14,135 ^{cd} ± 0,084
7 tuần	46,167 ^b ± 0,835	18,537 ^c ± 0,172
9 tuần	49,583 ^a ± 0,462	20,482 ^c ± 0,624
11 tuần	51,752 ^a ± 0,822	24,218 ^b ± 0,230
13 tuần	45,350 ^b ± 0,715	26,125 ^b ± 0,435
14 tuần	36,520 ^c ± 0,722	27,258 ^b ± 0,417
15 tuần	29,558 ^e ± 0,832	36,205 ^a ± 0,132
16 tuần	22,750 ^f ± 0,730	35,530 ^a ± 0,279

Ghi chú: Trong cùng một cột số liệu, các giá trị mang cùng chữ cái thể hiện sự khác nhau không ý nghĩa, các giá trị mang chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Kí hiệu: lđl (li đương lượng).

Số liệu Bảng 3 cho thấy, ở giai đoạn đầu khi quả mới hình thành đã tích lũy lượng tổng số axit hữu cơ lớn đạt 37,915 lđl/100g thịt quả tươi. Thời kì quả từ 3 đến 11 tuần tuổi, hàm lượng axit hữu cơ tổng số tăng dần và đạt giá trị cao nhất là 51,752 lđl/100g thịt quả tươi ở 11 tuần tuổi, điều này là do ở trong quả, các quá trình trao đổi protein, trao đổi hydratcacbon, lipid diễn ra mạnh mẽ tạo ra nhiều sản phẩm trung gian như các aminoaxit, xetoaxit... làm hàm lượng axit hữu cơ tăng lên.

Từ giai đoạn 11 tuần đến 16 tuần, hàm lượng axit hữu cơ giảm do axit hữu cơ được sử dụng trong quá trình hô hấp tạo năng lượng cung cấp cho các quá trình tổng hợp tinh bột. Mặt khác, năng lượng lại tiếp tục cần cho sự sinh tổng hợp các chất đặc trưng cho thời kì chín của quả như các enzym thủy phân, este tạo mùi thơm cho quả ở thời kì chín và tổng hợp đường tạo vị ngọt cho quả dẫn tới sự giảm dần của lượng axit tổng số (Prasanna et al., 2007).

Hàm lượng vitamin C trong thịt quả từ 3 tuần đến 13 tuần tăng nhanh, đây là thời kì thịt quả phát triển mạnh và có sự tích lũy vitamin C cùng với các chất dinh dưỡng khác trong quả. Sau 13 tuần, hàm lượng vitamin C vẫn tiếp tục tăng nhưng với tốc độ chậm hơn, đến tuần 15 đạt giá trị cao nhất là 36,205 mg/100g thịt quả tươi, sau đó hàm lượng vitamin C giảm dần.

3.2.3. Động thái hoạt độ enzym α - amylaza, catalaza, peroxydaza

Bảng số liệu 4 cho thấy, khi quả mới hình thành ở thời điểm 3 tuần tuổi, hoạt độ enzym α - amylaza thấp (đạt 0,031 UI/g/phút) và tăng chậm trong khoảng thời gian từ 3 đến 7 tuần, thời kì này, quả tăng cường tích lũy tinh bột dự trữ.

Bảng 4. Động thái hoạt độ enzym α - amylaza, catalaza, peroxydaza trong thịt quả na theo tuổi phát triển của quả

Tuổi phát triển của quả	Hoạt tính α -amylaza (UI/g/phút)	Hoạt độ catalaza (μ M H ₂ O ₂ /g/phút)	Hoạt độ peroxydaza (UI/g/giây)
3 tuần	0,031 ^c ± 0,002	2,080 ^f ± 0,014	0,094 ^d ± 0,004
5 tuần	0,035 ^c ± 0,001	2,925 ^{ef} ± 0,023	0,134 ^{cd} ± 0,008
7 tuần	0,036 ^c ± 0,002	3,692 ^e ± 0,062	0,172 ^c ± 0,015
9 tuần	0,042 ^b ± 0,004	4,815 ^d ± 0,067	0,196 ^c ± 0,006
11 tuần	0,046 ^b ± 0,002	5,547 ^d ± 0,161	0,293 ^c ± 0,005
13 tuần	0,047 ^b ± 0,001	9,965 ^a ± 0,132	0,405 ^b ± 0,002
14 tuần	0,049 ^{ab} ± 0,001	8,927 ^b ± 0,053	0,517 ^b ± 0,003
15 tuần	0,056 ^a ± 0,002	7,215 ^c ± 0,152	0,792 ^a ± 0,011
16 tuần	0,053 ^a ± 0,003	7,173 ^c ± 0,108	0,863 ^a ± 0,016

Ghi chú: Trong cùng một cột số liệu, các giá trị mang cùng chữ cái thể hiện sự khác nhau không ý nghĩa, các giá trị mang chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

Từ 7 tuần tuổi trở đi, hoạt độ enzym α - amylaza trong quả tăng nhanh và đạt cực đại ở 15 tuần tuổi là 0,056 UI/g/giờ, lúc này quả bước vào giai đoạn chín nên có sự phân giải mạnh mẽ tinh bột dưới tác dụng của enzym α - amylaza tạo đường làm nguyên liệu cung cấp cho hô hấp bùng phát và tạo vị ngọt cho quả, vì vậy giai đoạn này hàm lượng đường khử tăng lên và có sự giảm lượng tinh bột trong quả. Sau 15 tuần, hoạt động enzym α - amylaza giảm dần.

Từ khi quả mới hình thành hoạt độ catalaza đã rất cao đạt 2,080 μ M H₂O₂/g/phút ở thời điểm 3 tuần tuổi. Hoạt độ catalaza tăng dần từ 3 tuần đến 13 tuần tuổi, đạt cực đại tại 13 tuần với 9,965 μ M H₂O₂/g/phút. Trong thời kì này trao đổi chất diễn ra mạnh mẽ, quả tăng nhanh về khối lượng, các phản ứng oxi hóa diễn ra mạnh mẽ, H₂O₂ được tạo ra nhiều. Hoạt độ catalaza cao, tăng cường phân giải H₂O₂, giải độc cho tế bào. Thời kì từ 13 tuần đến 16 tuần hoạt độ catalaza giảm, quả thiên về tích lũy chất đường, tinh bột, nước, các phản ứng oxi hóa chậm lại, H₂O₂ tạo ra ít hơn.

Thời kì quả từ 3 tuần đến 11 tuần tuổi, hoạt độ enzym peroxydaza thấp và tăng chậm (từ 0,094 UI/g/giây đến 0,293 UI/g/giây) vì lúc này quá trình oxi hóa các chất diễn ra mạnh mẽ thải ra lượng H₂O₂ lớn, sự phân giải H₂O₂ thuộc về catalaza. Thời kì từ 11 tuần đến 16 tuần tuổi hoạt độ của enzym peroxydaza tăng nhanh (từ 0,293 UI/g/giây đến 0,863 UI/g/giây), điều này là do sự oxi hóa các chất giảm, nồng độ H₂O₂ trong quả thấp hơn, quá trình phân giải H₂O₂ do peroxydaza đảm nhận, lúc này enzym peroxydaza xúc tác cho phản ứng phân giải tanin để quả bước vào giai đoạn chín nên tạo ra nhiều các hợp chất vòng,

ngoài ra enzym này còn xúc tác cho các phản ứng chuyển hóa các hợp chất vòng, các indol, các amin vòng (Ku et al., 1970).

Kết quả nghiên cứu về động thái hoạt độ enzym α - amylaza, catalaza, peroxydaza trong quả na phù hợp với nghiên cứu của Nguyen và Le (2012) khi nghiên cứu về động thái chỉ tiêu sinh lí, hóa sinh theo tuổi phát triển của quả cam.

4. Kết luận

Hệ sắc tố trong vỏ quả na có hàm lượng diệp lục a thấp, diệp lục b cao và tăng dần từ khi quả mới hình thành đến 13 tuần tuổi, sau đó giảm nhanh đến khi quả chín hoàn toàn. Ngược lại, hàm lượng carotenoid thấp từ đầu đến 13 tuần tuổi, sau đó tăng mạnh đến khi quả chín hoàn toàn.

Trong thịt quả na, hàm lượng tinh bột tăng dần từ những thời kỳ đầu và đạt cực đại khi quả 13 tuần tuổi, sau đó giảm dần. Hàm lượng đường khử thấp đến khi quả đạt 13 tuần tuổi, sau đó tăng nhanh đến 15 tuần tuổi rồi giảm dần. Hàm lượng vitamin C tăng liên tục và đạt cực đại ở 15 tuần tuổi, sau đó giảm nhẹ. Hàm lượng axit hữu cơ tổng số tăng đến 11 tuần tuổi sau đó giảm xuống.

Hoạt độ của α - amylaza trong thịt quả na biến động phù hợp với sự biến động của tinh bột và đường khử theo tuổi phát triển của quả. Hoạt độ cactalaza tăng dần và đạt cực đại khi quả 13 tuần tuổi rồi giảm dần. Hoạt độ peroxydaza tăng liên tục đến khi quả chín.

Kết quả nghiên cứu cho thấy quả na đạt phẩm chất tốt nhất khi quả được 15 tuần tuổi. Do đó, đây là thời điểm thu hái quả thích hợp nhất. Nếu thu hái sớm hơn hay muộn hơn thì phẩm chất của quả bị giảm đáng kể.

❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bakane, P. H., Gajabe, M. H., Khakare, M. M., Khedkar, M. B., Dange, M. M., & Prem Manjeet. (2016). Study on ripening of custard apple fruit (*Annona squamosa* L.). *International Journal of Agriculture Sciences*, 8(42), 1844-1846.
- Felipe, T., Caldeira, S., Elenilson, R. S., Jeisiely, C. S., Iara, B. V., Thalyta, C. B. R., Nicole, R. F. A., & Leane, K. S. S. (2018). Production of Nutritious Flour from Residue Custard Apple (*Annona squamosa* L.) for the Development of New Products. *Journal of Food quality*, (2), 1-10.
- Ku, H. S., Yang, S. F., & Pratt, H. K. (1970). Ethylene production and peroxidase activity during tomato fruit ripening. *Plant and cell physiology*, 11(2), 241-246.
- Nguyen, N. K., & Le, V. T. (2012). Một số chuyển hóa sinh lí, hóa sinh theo tuổi phát triển của quả cam (*Citrus sinensis* Linn.Osbeck) giống cam Song con trong tại Yên Định, Thanh Hoá [Some physiological, biochemical conversions along the development

- ages of Song Con variety orange (*Citrus sinensis* Linn.osbeck) cultivated in Yen Dinh, Thanh Hoa province]. *Journal of Science*, Hanoi National University of Education, 57(3), 89-98.
- Nguyen, V. M., La, V. H., & Ong, X. P. (2013). *Phuong phap nghien cuu sinh li thuc vat [Methods in plant physiology]*. Hanoi: Vietnam Education Publishing House.
- Nguyen, V. M. (2001). *Thuc hanh hoa sinh hoc [Biochemistry practice]*. Technology and Science Publishing House, Hanoi.
- Pham, T. T. C., Nguyen, T. H., & Phung, G. T. (1996). *Thuc hanh hoa sinh hoc [Biochemistry practice]*. Hanoi: Vietnam Education Publishing House.
- Prasanna V, Prabha, T. N., & Tharanathan, R. N. (2007). Fruit ripening phenomena-an overview. *Critical reviews in food science and nutrition*, 47(1), 1-19.
- Syed, I. H., & Pawar, V. N. (2012). Studies on physical and chemical characteristics of custard apple fruit pulp from different locations. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, (31), 117-120.
- Tran, T. T. (2008). *Ki thuat trong va cham soc na - thanh long [Planting and tending techniques custard apple, dragon fruit]*. Hanoi: Agricultural Publishing House.

**STUDY OF PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHANGES
FOR THE AGE-RELATED DEVELOPMENT
OF CUSTARD APPLE (*ANNONA SQUAMOSA* L.) GROWN IN THANH HOA
*Le Van Trong***

Hong Duc University, Vietnam

Corresponding author: Le Van Trong – Email: tronghongduc@gmail.com

Received: August 08, 2019; Revised: March 04, 2020; Accepted: June 08, 2020

ABSTRACT

The paper presents the changes in physiological and biochemical indicators according to the age of development of custard apple fruit from the time they are formed until they enter the ripening stages. The content of chlorophyll in custard apple peel reaches the highest value at 13 weeks old and decreases rapidly when the fruit is 15 weeks old. The content of carotenoids is low from the early stage of development to 13 weeks old, then increases rapidly until the fruit is fully ripening. The content of vitamin C and reducing sugars increase continuously and reach the maximum value at 15 weeks old and then decrease slightly. The total organic acid content increases to 11 weeks old then decreases. Starch content gradually increases from the early stages and reaches its maximum at 13 weeks old, then decreases. The activity of α - amylase in pulp fluctuates in line with the fluctuation of starch and reducing sugars according to the age of fruit development. Catalase activity increases and peaks at 13 weeks of age and then decreases. Peroxydaza activity increases continuously until the fruit ripens. Based on the results of the research, it was found that at the week of 15 the nutritional value of the fruit is the best, so custard apple fruit should be harvested at this time to ensure the nutritional value during storage.

Keywords: custard apple; physiological indexes; biochemical indexes; physiological maturity