

Nghiên cứu một số biến đổi sinh lý, hóa sinh theo tuổi phát triển của quả thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*) trồng tại Thanh Hóa

Study of some biochemical and physiological metabolism of red flesh dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) grown in Thanh Hoa

Lê Văn Trọng^{a*}, Hà Thị Phương^a
Le Van Trong^{a*}, Ha Thi Phuong^a

^aKhoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức, Thanh Hóa, Việt Nam

^aFaculty of Natural Sciences, Hong Duc University, Thanh Hoa, Vietnam

(Ngày nhận bài: 21/02/2022, ngày phân biện xong: 20/3/2022, ngày chấp nhận đăng: 25/4/2022)

Tóm tắt

Nghiên cứu xác định thời điểm chín của quả là cơ sở khoa học cho việc thu hoạch và bảo quản quả được tốt hơn. Kết quả cho thấy quả thanh long đạt kích thước gần như tối đa khi được 32 đến 33 ngày tuổi, lúc này các chỉ số như chiều dài, đường kính, khối lượng tươi, thể tích quả ít thay đổi. Tỷ lệ hàm lượng chất khô giảm xuống cho đến khi quả chín trong khi hàm lượng nước, tỷ lệ thịt quả tăng dần từ khi quả mới hình thành đến khi quả chín. Hàm lượng tinh bột tăng dần và đạt cực đại khi quả 18 ngày tuổi, sau đó giảm dần. Hàm lượng đường khử và vitamin C tăng lên trong suốt những giai đoạn đầu và đạt giá trị cao nhất ở 32 ngày tuổi, sau đó giảm xuống. Kết quả này cho thấy quả thanh long ruột đỏ Đài Loan nên được thu hoạch ở độ chín sinh lý (32-33 ngày) để đảm bảo giá trị dinh dưỡng và chất lượng của quả.

Từ khóa: chỉ tiêu sinh lý; chỉ tiêu sinh hóa; chín sinh lý; quả thanh long.

Abstract

Research to determine the ripening time of the fruit is the scientific basis for better harvesting and preservation. The results showed that dragon fruit reached its maximum size when being 32 to 33 days, at this time the indicators such as length, diameter, fresh weight, and fruit volume changed little. The percentage of dry matter content decreased until fruit ripening while the water content, the percentage of pulp increased gradually from fruit formation to fruit ripening. The starch content gradually increased and reached the maximum when the fruit was 18 days old, then decreased gradually. Reducing sugars and vitamin C content increased during the early stages and peaked at 32 days, then decreased gradually. This result shows that red flesh dragon fruit should be harvested at physiological maturity (32-33 days) to ensure the fruit's high nutritional value and quality.

Keywords: Biochemical indexes; physiological indexes; physiological maturity; dragon fruit.

1. Đặt vấn đề

Cây thanh long thuộc họ xương rồng (Cactaceae) có nguồn gốc ở vùng sa mạc thuộc Mexico và Colombia. Phần lớn thanh long được trồng ở Việt Nam là loài *Hylocereus*

undatus có vỏ đỏ hay hồng, ruột trắng (95%), còn lại là loại ruột đỏ (5%). Việt Nam có diện tích và sản lượng thanh long lớn nhất châu Á và cũng là nước xuất khẩu thanh long hàng đầu thế giới [1]. Quả thanh long đóng góp đáng kể cho

* Corresponding Author: Le Van Trong; Faculty of Natural Sciences, Hong Duc University, Thanhhoa, Vietnam.
Email: levantrong@hdu.edu.vn

kim ngạch xuất khẩu quả tươi của Việt Nam và hiện nay được trồng nhiều ở các tỉnh Bình Thuận, Long An, Tiền Giang.

Thanh long ruột đỏ thuộc loại thân leo trườn dài, có thể dài tới 10m, đây là loại cây ưa ánh sáng và ưa cạn nên thích hợp trồng ở những nơi thông thoáng [1]. Thịt của quả thanh long ruột đỏ giàu chất dinh dưỡng, giá trị chữa bệnh cao, có tác dụng hạ huyết áp, hạ lipit máu, giải độc. Ngoài ra, thanh long ruột đỏ còn tác dụng phòng chống nhiễm độc kim loại nặng và tăng cường sức đề kháng, chống oxy hóa...[2].

Trong những năm gần đây đã có một số nghiên cứu về biến đổi sinh lý, hoá sinh của quả thanh long, Ortiz và Takahashi (2015) [3] nghiên cứu đặc điểm sinh lý và đặc điểm hóa học trong quá trình trưởng thành của quả thanh long cho thấy sự trưởng thành sinh lý của quả thanh long được đánh giá bằng các đặc điểm như chiều dài, đường kính, độ dày lớp vỏ, độ dày cùi, khối lượng quả, khối lượng cùi, tỉ lệ thịt quả, chỉ số màu đậm nhạt... Nhóm tác giả đã xác định sự trưởng thành sinh lý của quả thanh long xảy ra từ ngày thứ 30 đến ngày thứ 32 sau khi kết trái, và đây được chứng minh là thời kỳ thu hoạch tối ưu. Nghiên cứu của Magallanes *et al.* (2020) [4] cho thấy các đặc tính hóa lý của quả thanh long ruột đỏ ở 38 ngày sau khi ra quả bị ảnh hưởng bởi năm mức kali khác nhau được áp dụng khi bón phân. Sự khác biệt đáng kể được quan sát thấy ở phần trăm cùi và vỏ, đường kính, nồng độ tổng chất rắn hòa tan trong thịt quả và độ axit của thịt quả. Như vậy những nghiên cứu đã cho thấy có sự thay đổi sinh lý hoá sinh khác nhau của quả thanh long từ những địa điểm nghiên cứu khác nhau, từ đó có sự khác nhau về thời gian thu hoạch và bảo quản. Trong khi đó ở Việt Nam chưa có nhiều những công trình nghiên cứu về vấn đề này nhằm xác định thời gian thu hái của quả thanh long, đặc biệt là thanh long ruột đỏ.

Tại Thanh Hóa, cây thanh long được trồng tương đối phổ biến, tuy nhiên, việc thu hái quả thanh long chưa thực sự có cơ sở khoa học làm cho phần lớn quả thanh long ngoài thị trường chưa đảm bảo chất lượng, ảnh hưởng tới sức khỏe của người tiêu dùng. Vì vậy việc phân tích các chỉ tiêu sinh lý, sinh hóa theo sự sinh trưởng và phát triển của quả là cần thiết để tìm ra thời điểm chín sinh lý giúp người tiêu dùng sử dụng quả tốt hơn.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Giống thanh long ruột đỏ có nguồn gốc từ Đài Loan, cây cho nhiều quả, ruột đỏ tím, ăn ngọt, hàm lượng dinh dưỡng cao, giàu vitamin và chất khoáng. Cây trồng được 4 năm tuổi, có khả năng sinh trưởng, phát triển tốt, không bị sâu bệnh.

Quả thanh long ruột đỏ được thu hái tại xã Yên Lâm, huyện Yên Định, tỉnh Thanh Hóa.

Thí nghiệm phân tích các chỉ tiêu được tiến hành tại Bộ môn Sinh học, Khoa Khoa học Tự nhiên, trường Đại học Hồng Đức.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu mẫu

Quả thanh long được thu vào buổi sáng, sau đó trộn đều, cho vào túi nylon và ghi phiếu để tiến hành thí nghiệm. Quả được thu theo phương pháp lấy mẫu hỗn hợp trên toàn diện tích vườn thí nghiệm theo sơ đồ đường chéo tại năm điểm: điểm giữa tâm và bốn điểm chính giữa của các đoạn thẳng nối tâm đến bốn góc của đỉnh. Khi quả mới hình thành, tiến hành đánh dấu hàng loạt quả trên các cây thí nghiệm, ghi chép theo ngày tháng, ở mỗi thời điểm tiến hành thu mẫu ở 10 cây, mỗi cây 2 quả.

2.2.2. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu

- Phương pháp xác định chiều dài, đường kính quả bằng thước kẹp Panme

Chiều dài và đường kính được đo bằng thước kẹp Panme với độ chính xác 0,1mm.

Các chỉ tiêu được đo trên 10 quả, các quả này được đánh dấu từ giai đoạn 1-2 ngày tuổi, cùng lứa tuổi và theo dõi từng thời điểm ngay trên cây.

- *Xác định thể tích quả bằng cách đo thể tích nước chiếm chỗ của quả trong các ống đong tương ứng*

Thể tích được xác định bằng các dụng cụ đong: ống đong 5ml, 10ml, 25ml, 50ml, 100ml, 200ml, 500ml tùy theo thời điểm. Cho nước vào ống đong đến một mức nhất định, sau đó thả quả vào, thể tích bình tăng lên phản ánh thể tích thực của quả.

- *Xác định khối lượng tươi của quả bằng cân điện tử với độ chính xác $10^{-4}g$*

Dùng cân chính xác, cân từng quả đã bỏ cuống, mỗi thời điểm cân 10 quả đánh số thứ tự, lấy số liệu trung bình.

- *Xác định độ dày vỏ, tỉ lệ vỏ quả và tỉ lệ thịt quả*

Bỏ 10 quả theo chiều dọc và chiều ngang, dùng kẹp Panme đo độ dày của vỏ, sau đó tính số liệu trung bình.

Cân khối lượng 10 quả, sau đó tách riêng phần vỏ và phần thịt. Tỉ lệ khối lượng vỏ quả và tỉ lệ thịt quả được xác định bằng cân điện tử với độ chính xác $10^{-4}g$.

- *Định lượng đường khử, tinh bột theo phương pháp Bertrand [5]*

Hàm lượng đường khử được tính theo công thức: $X = \frac{a.V_1.100}{V.b.1000}$. Trong đó: X là hàm lượng đường khử (%); a: Số mg glucose tìm được khi

tra bảng; 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 %.

Hàm lượng tinh bột được tính theo công thức: $Y = \frac{a.V_1.100.0,9}{V_2.b}$. 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 vitamin C theo phương pháp chuẩn độ [7]:* Hàm lượng vitamin C được tính theo công thức: $X = \frac{V.V_1.0,00088.100}{V_2.b}$. Trong

đó: X là 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.

- *Phương pháp xử lý số liệu:* Số liệu được xử lý và phân tích phương sai ANOVA bằng phần mềm IRRISTAT 5.0.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Sự biến đổi về đường kính và chiều dài theo tuổi phát triển của quả thanh long ruột đỏ trồng tại Thanh Hóa

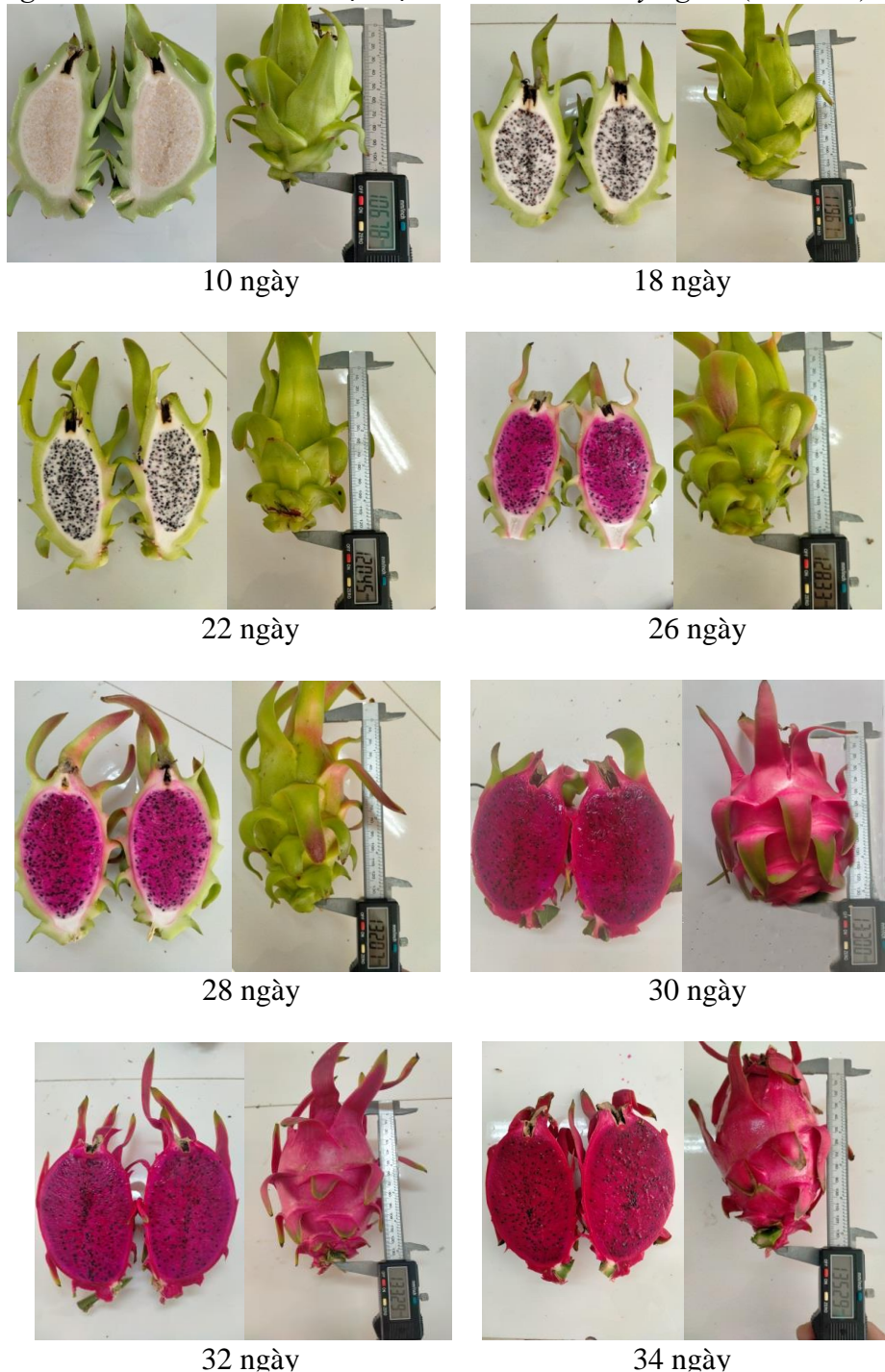
Kết quả nghiên cứu sự thay đổi về chiều dài và đường kính quả được thể hiện qua Bảng 3.1 và Hình 3.1.

Bảng 3.1. Sự biến đổi về chiều dài và đường kính theo tuổi phát triển của quả thanh long ruột đỏ trồng tại Thanh Hóa

Tuổi phát triển của quả (ngày)	Chiều dài (cm)	Đường kính (cm)
6	9,78 ^f ± 0,24	4,95 ^e ± 0,12
10	10,65 ^e ± 0,32	5,25 ^d ± 0,15
14	11,56 ^d ± 0,18	5,41 ^d ± 0,23
18	12,04 ^c ± 0,35	5,76 ^d ± 0,14
22	12,59 ^{bc} ± 0,46	6,43 ^c ± 0,35
24	12,60 ^{bc} ± 0,21	6,52 ^c ± 0,18

26	$12,75^b \pm 0,15$	$6,77^c \pm 0,14$
28	$12,83^b \pm 0,11$	$6,89^{bc} \pm 0,05$
30	$13,14^{ab} \pm 0,18$	$7,02^{bc} \pm 0,03$
31	$13,34^a \pm 0,09$	$7,35^b \pm 0,07$
32	$13,45^a \pm 0,21$	$7,82^a \pm 0,18$
33	$13,46^a \pm 0,32$	$7,85^a \pm 0,15$
34	$13,49^a \pm 0,36$	$7,93^a \pm 0,03$

Ghi chú: Trong cùng một cột số liệu, các giá trị mang cùng chữ cái không thể hiện sự sai khác, các giá trị mang chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau ở mức ý nghĩa ($\alpha = 0.05$).



Hình 3.1. Hình thái quả thanh long ruột đỏ ở một số giai đoạn sinh trưởng

Thời điểm 6 ngày tuổi chiều dài quả đạt 9,78cm và đường kính đạt 4,95cm. Giai đoạn từ 6 đến 22 ngày tuổi chiều dài quả biến đổi rõ rệt thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa qua phân tích thống kê, giai đoạn này, quả có tốc độ sinh trưởng nhanh do sự phân chia và giãn dài mạnh mẽ của tế bào [8]. Sau đó, chiều dài và đường kính quả tiếp tục tăng lên nhưng với tốc độ chậm hơn, khi quả được 32 ngày tuổi chiều dài quả đạt 13,45cm và đường kính quả đạt 7,82cm, giai đoạn này tốc độ sinh trưởng của quả gần như ít thay đổi. Khi quả được 34 ngày tuổi chiều dài quả vẫn tăng nhưng không đáng kể, lúc này các giá trị không thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê. Như vậy sự tăng trưởng về chiều dài và đường kính của quả thanh long có liên quan mật thiết với nhau, sự liên quan này được điều khiển bởi các quá trình trao đổi chất trong cây trong đó có sự tăng số lượng và kích thước của tế bào cộng với sự điều hòa, chi phối của phức hệ các hormone nội sinh trong tế bào như auxin và gibberellin làm cho tế bào giãn theo chiều ngang và chiều dọc,

từ đó thúc đẩy quả thanh long tăng kích thước cả về chiều dài và đường kính [9].

3.2. Sự biến đổi khối lượng tươi và thể tích theo tuổi phát triển của quả thanh long ruột đỏ trồng tại Thanh Hóa

Tương ứng với sự sinh trưởng chiều dài và đường kính, thể tích quả thanh long ruột đỏ tăng từ 6 đến 34 ngày tuổi, trong đó tăng nhanh từ thời kì 6 đến 28 ngày, đặc biệt là thời kì 14 đến 28 ngày tuổi, đây là thời kì diễn ra mạnh mẽ sự sinh trưởng của tế bào. Tế bào tăng hút nước do thể tích không bào tăng nhanh kèm theo sự giãn vách sơ cấp. Sự giãn vách này do tác động của H^+ - ATPase làm đứt các liên kết hidro giữa các vi sợi cellulose. Quá trình này có sự tham gia điều hòa của phytohormone auxin [10]. Sau 27 tuần tuổi thể tích của quả vẫn tiếp tục tăng nhưng với tốc độ chậm và quả đạt thể tích cực đại ở thời kì 32 đến 34 ngày tuổi, ở thời kì này thể tích của quả tăng nhưng rất chậm và kết quả không thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê.

Bảng 3.2. Sự biến đổi khối lượng quả tươi và thể tích theo tuổi phát triển của quả thanh long ruột đỏ trồng tại Thanh Hóa

Tuổi phát triển của quả (ngày)	Khối lượng quả tươi (g)	Thể tích quả (ml)
6	119,92 ^f ± 1,12	145,26 ^e ± 1,54
10	153,48 ^e ± 1,36	182,14 ^{de} ± 1,05
14	203,72 ^d ± 2,34	220,92 ^d ± 2,49
18	243,88 ^c ± 2,05	286,31 ^c ± 1,15
22	289,90 ^{bc} ± 1,94	325,64 ^c ± 1,82
24	305,16 ^b ± 2,65	369,42 ^b ± 3,14
26	342,37 ^b ± 2,54	425,38 ^b ± 3,05
28	365,99 ^b ± 3,27	443,25 ^{ab} ± 2,26
30	382,38 ^b ± 3,27	479,45 ^a ± 2,15
31	394,19 ^{ab} ± 1,25	480,77 ^a ± 3,11
32	436,11 ^a ± 4,41	492,23 ^a ± 4,37
33	438,05 ^a ± 2,35	497,36 ^a ± 3,18
34	439,67 ^a ± 3,29	498,19 ^a ± 5,12

Ghi chú: Trong cùng một cột số liệu, các giá trị mang cùng chữ cái không thể hiện sự sai khác, các giá trị mang chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau ở mức ý nghĩa ($\alpha = 0.05$).

Kết quả Bảng 3.2 cho thấy khối lượng tươi của quả biến đổi tỉ lệ thuận theo tuổi phát triển của quả và sự biến đổi này phù hợp với sự biến đổi về thể tích, chiều dài và đường kính của quả trong quá trình sinh trưởng. Thời điểm 6 ngày tuổi, khối lượng quả đạt 119,92 g, sau đó khối lượng quả tăng nhanh và đạt 394,19 g ở thời điểm 31 ngày tuổi, đến 32 ngày khối lượng đạt 436,11 g. Sau giai đoạn này khối lượng quả vẫn tăng nhưng với tốc độ chậm hơn. Đến thời điểm quả 34 ngày tuổi, khối lượng quả đạt 439,67 g. Kết quả này phù hợp với những nghiên cứu trước đó về sự tăng khối lượng của quả thanh long ruột đỏ. Chẳng hạn, Ortiz và Takahashi (2015) cho rằng khối lượng tươi của quả thanh long tăng tuyến tính từ 293,1 g lên 416,2 g trong khoảng thời kỳ từ 21 đến 32 ngày sau thụ tinh [3], trong khi đó Centurion Yah *et al.* (2008) cũng nhận thấy rằng khối lượng tươi của quả thanh long tăng tuyến tính lên 469,2 g ở 31 ngày sau khi thụ tinh [11].

3.3. Sự biến đổi hàm lượng nước và hàm lượng chất khô theo tuổi phát triển của quả thanh long ruột đỏ trồng tại Thanh Hóa

Từ số liệu Bảng 3.3 cho thấy, quả thanh long ruột đỏ ngay từ những thời kì đầu đã chứa một hàm lượng nước tương đối lớn tới 82,50% (6 ngày tuổi). Quả từ 6 đến 28 ngày tuổi hàm lượng nước tăng nhanh nhất từ 82,50% đến 89,18% và thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê. Hàm lượng nước tiếp tục tăng lên cho tới 32 ngày tuổi đạt 90,04%, sau 32 ngày tuổi hàm lượng nước tăng chậm lại và đạt 90,18% ở thời điểm quả 34 ngày tuổi, lúc này sự sai khác không có ý nghĩa so với thời điểm quả 32 ngày tuổi. Đồng thời với sự tăng hàm lượng nước, hàm lượng chất khô lại giảm dần. Lượng chất khô chiếm tỉ lệ cao nhất vào thời điểm quả 6 ngày tuổi với 17,50%, sau đó giảm dần và giảm mạnh nhất ở thời kì từ 6 đến 28 ngày tuổi từ 17,50% xuống còn 10,82%. Sự tăng sinh trưởng của tế bào làm cho hàm lượng nước trong quả tăng nhanh từ 6 đến 28 ngày tuổi kéo theo lượng chất khô giảm dần và đến 34 ngày tuổi lượng chất khô chỉ đạt 9,82%.

Bảng 3.3. Sự biến đổi hàm lượng nước và hàm lượng chất khô theo tuổi phát triển của quả thanh long ruột đỏ trồng tại Thanh Hóa

Tuổi phát triển của quả (ngày)	Hàm lượng nước (%)	Hàm lượng chất khô (%)
6	82,50 ^g ± 0,26	17,50 ^a ± 0,15
10	83,47 ^f ± 0,15	16,53 ^a ± 0,14
14	85,97 ^e ± 0,19	14,03 ^b ± 0,18
18	86,81 ^d ± 0,31	13,19 ^b ± 0,09
22	87,79 ^c ± 0,11	12,21 ^{bc} ± 0,07
24	88,35 ^b ± 0,06	11,56 ^c ± 0,08
26	89,06 ^b ± 0,02	10,94 ^c ± 0,09
28	89,18 ^{ab} ± 0,03	10,62 ^c ± 0,16
30	89,32 ^{ab} ± 0,09	10,43 ^c ± 0,18
31	89,65 ^{ab} ± 0,15	10,35 ^d ± 0,12
32	90,04 ^a ± 0,19	9,96 ^d ± 0,02
33	90,09 ^a ± 0,13	9,91 ^d ± 0,04
34	90,18 ^a ± 0,27	9,82 ^d ± 0,05

Ghi chú: Trong cùng một cột số liệu, các giá trị mang cùng chữ cái không thể hiện sự sai khác, các giá trị mang chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau ở mức ý nghĩa ($\alpha = 0.05$).

3.4. Sự biến đổi độ dày vỏ, tỉ lệ vỏ quả và tỉ lệ thịt quả theo tuổi phát triển của quả thanh long ruột đỏ trồng tại Thanh Hóa

Bảng 3.4 cho thấy, ở 6 ngày tuổi vỏ quả có độ dày là 0,81cm. Đây là thời điểm quả có độ dày vỏ lớn nhất do quả mới hình thành nên kích thước quả còn nhỏ và thịt quả còn ít. Độ dày vỏ giảm xuống theo sự sinh trưởng và phát triển của quả, trong đó giảm mạnh từ thời kì 10 đến 28 ngày, sự giảm này tới 2,79 lần từ 0,75cm xuống 0,28cm, điều này là do theo sự sinh trưởng tỉ lệ thịt quả tăng lên, chiếm tỉ lệ lớn dẫn tới vỏ quả mỏng hơn và giảm nhanh về độ dày. Độ dày vỏ quả đạt 0,22cm ở giai đoạn quả 32 ngày tuổi và 0,21cm ở 34 ngày tuổi. Lúc này sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê, quả ngừng sinh trưởng và bước sang giai đoạn chín sinh lý.

Theo sự biến đổi về độ dày vỏ thì tỉ lệ vỏ quả và tỉ lệ thịt/quả cũng biến đổi theo. Ở thời điểm 6 ngày tuổi tỉ lệ vỏ quả đạt 86,74% trong khi tỉ lệ thịt quả chiếm 13,26%, lúc này do quả mới hình thành nên tỉ lệ thịt quả thấp, sau 6 ngày tuổi các tế bào thịt quả tăng sinh làm quả tăng trưởng mạnh hơn dẫn tới tỉ lệ thịt/quả tăng dần và đạt 64,39% ở 28 ngày tuổi, trong khi tỉ lệ vỏ quả giảm dần và đạt 35,61% ở 28 ngày tuổi. Từ 28 đến 34 ngày tuổi tỉ lệ thịt/quả vẫn tiếp tục tăng và tỉ lệ vỏ quả giảm xuống nhưng với tốc độ chậm lại, đến 34 ngày tuổi tỉ lệ thịt quả đạt cực đại và chiếm 76,12%, trong khi tỉ lệ vỏ quả đạt giá trị thấp nhất là 23,88%. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với nghiên cứu của Ortiz và Takahashi (2015), đó là sự gia tăng tỉ lệ thịt quả và giảm tỉ lệ vỏ quả vào thời kỳ quả thanh long ruột đỏ đạt 21 đến 32 ngày tuổi sau khi thụ tinh [3].

Bảng 3.4. Sự biến đổi độ dày vỏ quả, tỉ lệ vỏ quả và tỉ lệ thịt quả theo tuổi phát triển của quả thanh long ruột đỏ trồng tại Thanh Hóa

Tuổi phát triển của quả (ngày)	Độ dày vỏ (cm)	Tỉ lệ vỏ quả (%)	Tỉ lệ thịt quả (%)
6	0,81 ^a ± 0,06	86,74 ^a ± 0,56	13,26 ^g ± 0,25
10	0,75 ^a ± 0,03	81,04 ^a ± 0,34	18,96 ^g ± 0,21
14	0,61 ^b ± 0,05	74,95 ^b ± 0,28	25,05 ^f ± 0,42
18	0,53 ^c ± 0,02	68,22 ^b ± 0,37	31,78 ^e ± 0,53
22	0,42 ^c ± 0,02	57,34 ^c ± 0,18	42,66 ^d ± 0,22
24	0,40 ^{cd} ± 0,05	49,37 ^d ± 0,25	47,38 ^d ± 0,11
26	0,34 ^d ± 0,01	40,54 ^{de} ± 0,28	59,45 ^c ± 0,22
28	0,28 ^d ± 0,05	35,61 ^e ± 0,52	64,39 ^b ± 0,15
30	0,26 ^{de} ± 0,04	29,02 ^f ± 0,32	69,42 ^{ab} ± 0,12
31	0,25 ^{de} ± 0,03	27,03 ^f ± 0,14	72,97 ^a ± 0,19
32	0,22 ^e ± 0,01	24,82 ^f ± 0,15	75,18 ^a ± 0,31
33	0,21 ^e ± 0,01	24,03 ^f ± 0,21	75,97 ^a ± 0,22
34	0,21 ^e ± 0,02	23,88 ^f ± 0,11	76,12 ^a ± 0,24

Ghi chú: Trong cùng một cột số liệu, các giá trị mang cùng chữ cái không thể hiện sự sai khác, các giá trị mang chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau ở mức ý nghĩa ($\alpha = 0.05$).

3.5. Sự biến đổi hàm lượng đường khử, tinh bột và vitamin C theo tuổi phát triển của quả thanh long ruột đỏ trồng tại Thanh Hóa

Kết quả nghiên cứu sự thay đổi hàm lượng đường khử, tinh bột và vitamin C trong quả

thanh long được thể hiện qua Bảng 3.5. Kết quả cho thấy hàm lượng đường khử ở trong quả thanh long ở 6 ngày tuổi chỉ đạt 1,02% khối lượng thịt quả tươi. Từ 6 đến 18 ngày tuổi, hàm lượng đường khử tăng chậm do giai đoạn này

thịt quả tăng nhanh, các tế bào tiếp tục tăng sinh trưởng giãn, do vậy tăng sự tổng hợp năng lượng và các thành phần cấu thành nên tế bào [8]. Giai đoạn quả từ 18 đến 32 ngày tuổi, hàm lượng đường khử tăng nhanh và đạt 12,18% khi quả 32 ngày tuổi, lúc này một lượng acid hữu cơ và tinh bột chuyển hóa thành đường, giá trị tại thời điểm này thể hiện sự sai khác ở mức ý nghĩa thống kê. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với nghiên cứu của Patel *et al.* (2011), đó là hàm lượng đường tổng số tăng nhanh ở giai đoạn sau trong quá trình phát triển của quả [12]. Ở thời điểm 34 ngày tuổi hàm lượng đường khử giảm xuống còn 12,05% khối lượng thịt quả tươi và không thể hiện sự sai khác thống kê so với thời điểm 32 ngày tuổi.

Khi quả 6 ngày tuổi hàm lượng tinh bột thấp chỉ đạt 3,03% khối lượng thịt quả tươi, sau đó, sản phẩm của quang hợp 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 [13]. Khi quả được 18 ngày tuổi hàm lượng tinh bột có giá trị cao nhất đạt 17,28% và

có sự sai khác có ý nghĩa thống kê, sau 18 ngày hàm lượng tinh bột trong quả giảm dần, điều này là do dưới tác dụng của enzyme α - amylase, tinh bột phân giải thành đường làm nguyên liệu trực tiếp cho quá trình hô hấp. Thời điểm 34 ngày tuổi, hàm lượng tinh bột chỉ còn 6,12%.

Hàm lượng vitamin C khi quả được 6 ngày tuổi đạt 11,47 mg/100g thịt quả tươi, sau đó tăng dần từ ngày thứ 6 đến ngày 32, lúc này hàm lượng vitamin C đạt giá trị cao nhất là 26,18 mg/100g thịt quả tươi. Khi quả được 34 ngày tuổi hàm lượng vitamin C giảm xuống còn 24,81 mg/100g thịt quả tươi. Sự giảm hàm lượng vitamin C có liên quan đến hoạt động của một số nhóm enzyme tham gia vào quá trình phân hủy ascorbic acid như ascorbate oxidase, cytochrome oxidase, ascorbate peroxidase [14]. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Evellyn *et al.* (2012), đó là hoạt động của enzyme ascorbate peroxidase trong thịt quả tăng liên tục trong quá trình chín của quả [15].

Bảng 3.5. Sự biến đổi hàm lượng đường khử, tinh bột và vitamin C theo tuổi phát triển của quả thanh long ruột đỏ trồng tại Thanh Hóa

Tuổi phát triển của quả (ngày)	Đường khử (%)	Tinh bột (%)	Vitamin C (mg/100g thịt quả tươi)
6	1,02 ^f ± 0,06	3,03 ^h ± 0,05	11,47 ^e ± 0,06
10	1,35 ^f ± 0,08	8,26 ^{ef} ± 0,11	12,54 ^e ± 0,09
14	1,69 ^{ef} ± 0,05	11,79 ^d ± 0,72	14,26 ^d ± 0,15
18	2,19 ^e ± 0,12	17,28 ^a ± 0,61	15,41 ^d ± 0,07
22	4,67 ^d ± 0,26	16,41 ^b ± 0,55	19,35 ^c ± 0,12
24	5,35 ^c ± 0,19	15,21 ^c ± 0,49	20,64 ^b ± 0,16
26	8,32 ^b ± 0,14	12,65 ^d ± 0,24	21,92 ^b ± 0,08
28	9,54 ^b ± 0,32	10,26 ^{de} ± 0,34	22,37 ^b ± 0,06
30	10,36 ^b ± 0,27	9,86 ^{de} ± 0,18	24,32 ^{ab} ± 0,14
31	11,78 ^a ± 0,15	9,54 ^e ± 0,21	25,13 ^a ± 0,22
32	12,18 ^a ± 0,63	7,61 ^f ± 0,15	26,18 ^a ± 0,17
33	12,11 ^a ± 0,37	6,95 ^f ± 0,19	25,27 ^a ± 0,15
34	12,05 ^a ± 0,46	6,12 ^g ± 0,17	24,81 ^a ± 0,08

Ghi chú: Trong cùng một cột số liệu, các giá trị mang cùng chữ cái không thể hiện sự sai khác, các giá trị mang chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau ở mức ý nghĩa ($\alpha = 0.05$).

4. Kết luận

Quả thanh long ruột đỏ vào thời điểm 32 đến 33 ngày tuổi đạt kích thước gần như tối đa cả về chiều dài, đường kính, khối lượng tươi và thể tích. Ở thời điểm này vỏ quả mỏng hơn, quả có giá trị lớn về một số chỉ tiêu như tỉ lệ thịt quả, hàm lượng nước trong quả, đường khử, vitamin C, lipid, trong khi đó các thành phần khác như hàm lượng chất khô, tinh bột biến đổi theo sự sinh trưởng và sự chín của quả. Sau 32 ngày tuổi, một số thành phần chính của quả như hàm lượng đường khử và vitamin C giảm xuống. Do vậy, thời điểm quả được 32 đến 33 ngày tuổi là thời điểm thu hái thích hợp nhất, nếu thu hái sớm hơn hay muộn hơn sẽ ảnh hưởng đến chất lượng của quả.

Lời cảm ơn: Xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Hồng Đức đã tạo điều kiện về kinh phí, cơ sở vật chất để nhóm tác giả hoàn thành nghiên cứu này. Nghiên cứu này thuộc đề tài cấp cơ sở năm học 2021-2022. Mã số đề tài: DT-2021-16.

Tài liệu tham khảo

- [1] Trần Danh Sứ, Nguyễn Văn Hòa, Võ Hữu Thoại, Trần Thị Oanh Yên, Phạm Thị Xuân, Nguyễn Ngọc Thi, Nguyễn Văn Sơn, Nguyễn Thành Hiếu, Đặng Thị Kim Uyên, Lê Quốc Điền, Trần Thị Mỹ Hạnh, Đặng Thùy Linh, Nguyễn Văn Phong, Nguyễn Thanh Tùng (2017), *Kỹ thuật trồng và chăm sóc thanh long*, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam.
- [2] Joshi, M., & Prabhakar, B. (2020), Phytoconstituents and pharmaco-therapeutic benefits of pitaya: A wonder fruit, *J Food Biochem.* 44(7), e13260.
- [3] Ortiz, T. A., Takahashi, L. (2015), Physical and chemical characteristics of pitaya fruits at physiological maturity, *Genet. Mol. Res.* 14 (4): 14422-14439.
- [4] Magallanes, J.N., Gonzaga, A.B. & Gonzaga, N. R. (2020), Physico-chemical evaluation of red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus* Britton and Rose) as influenced by potassium fertilization, *Acta Horticulturae.* Doi:10.17660/ActaHortic.2021.1312.47.
- [5] Phạm Thị Trân Châu, Nguyễn Thị Hiền, Phùng Gia Tường (1996), *Thực hành hóa sinh học*, Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội.
- [6] Ermakov, A. I., Arasimovich, V. E., Smirnova-Ikonnikova, M. I., Yarosh, N. P., & Lukovnikova, G. A. (1972), *The methods of biochemical study of the plants*. Leningrad: Kolos.
- [7] Nguyễn Văn Mùi (2001), *Thực hành hóa sinh học*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
- [8] Heller, R., Esnault, R., & Lance, C. (1995), *Physiologie végétale, Développement*, 15e e'dition. Masson II. Paris Milan Baccelone. French.
- [9] Quinet, M., Angosto, T., Yuste-Lisbona, F. J., Blanchard-Gros, R., Bigot, S., Martinez, J. P., & Lutts, S. (2019), Tomato fruit development and metabolism, *Frontiers in plant science*, 10, 1554.
- [10] Nguyễn Như Khanh, Nguyễn Văn Đính (2013), *Giáo trình các chất điều hoà sinh trưởng thực vật*, Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội.
- [11] Centurion, Y.A.R., Solís, Pereira.S, Saucedo, V. C., Baéz S.R, et al. (2008), Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo [Physical, chemical and sensory changes in pitahaya fruits (*Hylocereus undatus*) during their development], *Rev. Fitotecnia Mex.* 31: 1-5.
- [12] Patel, P. R., Gol, N. B. & Rao, T. V. R. (2011), Physiochemical changes in sunberry (*Physalis minima* L.) fruit during growth and ripening, *Fruits*, 66(1), 37-46.
- [13] Nguyễn Như Khanh, Lê Văn Trọng (2012), Một số chuyển hoá sinh lý hoá sinh theo tuổi phát triển của quả cam (*Citrus sinensis* Linn.Osbeck) giống cam Sông con trồng tại Yên Định, Thanh Hoá, *Tạp chí Khoa học*, Đại học Sư phạm Hà Nội, 57(3), 89-98.
- [14] Maria Luiza P. A. G., & Franco M, L. (2008), Ascorbic acid metabolism in fruits: activity of enzymes involved in synthesis and degradation during ripening in mango and guava, *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 88(5), 756-762.
- [15] Evellyn, C. O. R., Paula, F. M., Ricardo, A. A., Angelo, P.J., & Ilana, U. B. (2012), Oxidative processes during “Golden” papaya fruit ripening, *Braz. J. Plant Physiol.* 24(2), 85-94.