

**NGHIÊN CỨU MỘT SỐ CHỈ TIÊU SINH LÝ, SINH HÓA
THEO TUỔI PHÁT TRIỂN CỦA QUẢ CHUỐI TÂY
(*Musa paradisiaca* L.) TRỒNG TẠI THANH TRÌ, HÀ NỘI**

Lê Văn Trọng¹ và Nguyễn Như Khanh²

¹Trường Đại học Hồng Đức

²Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

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. Các phương pháp sinh lý, hóa sinh được sử dụng để phân tích sự biến đổi một số chỉ tiêu theo sự sinh trưởng và phát triển của quả chuối tây trồng tại xã Thanh Liệt, huyện Thanh Trì, Hà Nội từ khi hình thành cho đến khi quả chín. Kết quả cho thấy, quả chuối tây đạt kích thước tối đa khi 16 tuần tuổi, lúc này vỏ quả có màu vàng nhạt do sự giảm hàm lượng diệp lục và tăng hàm lượng carotenoid. Hàm lượng vitamin C và hàm lượng axit hữu cơ tổng số trong thịt quả đạt cực đại khi quả 12 tuần tuổi, sau đó giảm dần. Hàm lượng tinh bột tăng đến 14 tuần tuổi, sau đó giảm xuống. Hàm lượng đường khử tăng dần đến 16 tuần tuổi rồi giảm xuống. Hàm lượng protein giảm dần từ khi quả mới hình thành cho đến khi quả chín, hàm lượng lipid tăng dần đến 15 tuần tuổi, sau đó giảm xuống. Qua quá trình nghiên cứu chúng tôi xác định được thời điểm chín sinh lý của quả chuối tây là 16 tuần tuổi, đây là thời điểm quả ngừng sinh trưởng và tích lũy nhiều chất dinh dưỡng.

Từ khóa: quả chuối tây, chỉ tiêu sinh lý, chỉ tiêu sinh hóa, chín sinh lý.

1. Mở đầu

Chuối (*Musa paradisiaca* L.) là loại thực vật thuộc họ Musa, có nguồn gốc từ Đông Nam Á [1]. Nó là một trong những loại cây lương thực quan trọng nhất trên thế giới và đứng thứ tư về tổng giá trị sản xuất. Cây chuối được trồng ở hơn 100 quốc gia trên khắp vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, với sản lượng hàng năm trên thế giới khoảng 98 triệu tấn, trong đó phần lớn được sản xuất ở các nước thuộc châu Phi, châu Á - Thái Bình Dương, Châu Mỹ Latinh và vùng Caribe [2]. Ở nhiều nước, chuối là một loại cây lương thực phổ biến cung cấp cho con người, ngoài ra nó có thể được lên men để sản xuất rượu. Chuối là loại thực phẩm tốt cho sức khỏe vì nó chứa một số chất dinh dưỡng thiết yếu, có lợi cho tiêu hóa, tốt cho tim và có thể làm giảm cân. Chuối là một nguồn chất xơ lành mạnh, giàu kali, chất chống oxy hóa, magiê vitamin B6 và vitamin C. Đã có nhiều nghiên cứu về những thay đổi sinh lý và sinh hóa trong trái cây tại các giai đoạn phát triển khác nhau. Rajkumar và các cộng sự (2012) [3] đã nghiên cứu chất lượng quả chuối và các giai đoạn chín bằng cách sử dụng hình ảnh siêu kính. Maduwanthi và Marapana (2017) [4] kết luận rằng việc làm mềm kết cấu, vàng vỏ, tăng vị ngọt là những thay đổi cảm quan chính có thể được ghi nhận trong quá trình chín của chuối, những thay đổi này xảy ra do một loạt các thay đổi sinh hóa

Ngày nhận bài: 12/1/2021. Ngày sửa bài: 15/3/2021. Ngày nhận đăng: 22/3/2021.

Tác giả liên hệ: Lê Văn Trọng. Địa chỉ e-mail: levantrong@hdu.edu.vn

trong vỏ và thịt quả chuối. Kanellis và các cộng sự (1989) [5] quan sát thấy sự suy giảm pectin methylesterase trong quả chuối chín bị làm chậm khi sử dụng O₂ 2,5% kết hợp với 500 µl ethylene. Nghiên cứu của Kulkarni và các cộng sự (2011) [6] cho thấy quả chuối được xử lí ethrel cho chất lượng tốt về cảm quan màu sắc bên ngoài, mùi vị, hương vị và chất lượng tổng thể. Nguyễn Thị Bích Thủy (2006) [7] cho rằng khi bảo quản chuối tiêu ở nhiệt độ cao hơn (14 °C), chuối tiêu vẫn có thể bảo quản dài ngày mà không có những biến đổi xấu. Nguyễn Thiên Lương và các cộng sự (2013) [8] đã nghiên cứu tuyển chọn được giống chuối tiêu GL3-1 cho năng suất cao và chống chịu rét, chịu hạn ở mức khá. Nhìn chung những kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước về quả chuối tập trung chủ yếu vào việc chọn giống mới, xác định thành phần hóa học, tính chất dược liệu, chất lượng của quả cũng như các biện pháp tăng năng suất cây chuối. Trong khi đó ở Việt Nam chưa có nhiều những nghiên cứu liên quan đến sự biến đổi sinh lí, hóa sinh trong quá trình sinh trưởng của quả chuối.

Ở Việt Nam, cây chuối được trồng ở nhiều nơi vì chuối là loại cây dễ trồng, có thể sống trên nhiều loại đất và quả chứa nhiều chất dinh dưỡng, vì vậy trồng chuối mang lại lợi ích kinh tế cao cho người dân. Cây chuối tây được trồng từ lâu tại Thanh Trì, Hà Nội và cho đến nay đã được trồng ở nhiều khu vực rộng hơn. Quả chuối thuộc loại quả có hô hấp bột phát, sau khi thu hái quả vẫn tiếp tục chín, khi quả chuối chín dễ bị dập nát gây khó khăn cho việc vận chuyển dẫn đến làm giảm chất lượng của quả. Vì vậy nghiên cứu sự biến đổi các chỉ tiêu sinh hóa theo tuổi phát triển của quả để tìm ra thời điểm chín sinh lí giúp người tiêu dùng thu hái và bảo quản quả tốt hơn là điều rất cần thiết hiện nay.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

* *Vật liệu, thời gian và địa điểm nghiên cứu*

- Quả chuối tây (*Musa paradisiaca* L.) được thu hái tại xã Thanh Liệt, huyện Thanh Trì, Hà Nội.

- Thời gian thực hiện thí nghiệm được tiến hành từ tháng 01 đến tháng 10 năm 2009.

- Thí nghiệm phân tích các chỉ tiêu được tiến hành tại bộ môn Sinh lí Thực vật và Ứng dụng, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.

* *Phương pháp thu mẫu*

Quả chuối tây 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. Các cây lấy mẫu đều phát triển bình thường, không sâu bệnh, có tuổi và điều kiện chăm sóc khá đồng đều. Quả chuối được thu vào buổi sáng, sau đó bảo quản lạnh và chuyển về phòng thí nghiệm để phân tích các chỉ tiêu sinh lí, hóa sinh. Các chỉ tiêu sinh lí, hóa sinh được nghiên cứu ở các thời điểm quả được 2 tuần, 6 tuần, 10 tuần, 12 tuần, 14 tuần, 15 tuần, 16 tuần, 17 tuần. Mỗi thời điểm nghiên cứu đều thu mẫu ở 20 cây, mỗi cây 05 quả trên cùng một tầng.

* *Phương pháp phân tích các chỉ tiêu*

- Xác định hàm lượng sắc tố trong vỏ quả bằng phương pháp quang phổ [9].

- Định lượng đường khử theo phương pháp Bertrand [10].

- Định lượng tinh bột theo phương pháp Bertrand [10].

- Định lượng axit hữu cơ tổng số [11].

- Định lượng vitamin C theo phương pháp chuẩn độ [12].

- Xác định hàm lượng protein bằng phương pháp Lowry [12].

- Xác định hàm lượng lipid bằng phương pháp Soxlet [12].

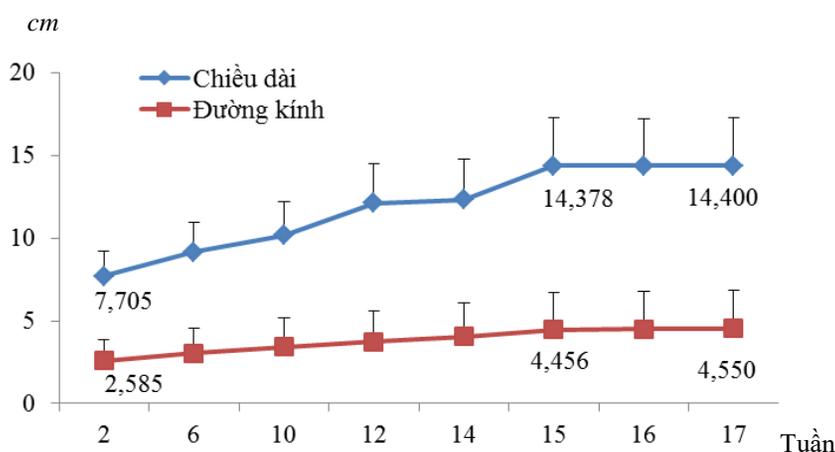
*** Phương pháp xử lí số liệu**

Số liệu được xử lí bằng phần mềm IRRISTAT 5.0.

2.2. Kết quả và thảo luận

2.2.1. Động thái chiều dài và đường kính của quả chuối tây

Xác định sự thay đổi về chiều dài và đường kính của quả chuối tây trong suốt quá trình sinh trưởng và phát triển cho phép xác định được thời điểm quả ngừng sinh trưởng và đạt kích thước tối đa, đây là tiền đề để tìm ra thời điểm chín sinh lí của quả. Kết quả nghiên cứu được thể hiện qua Hình 1.

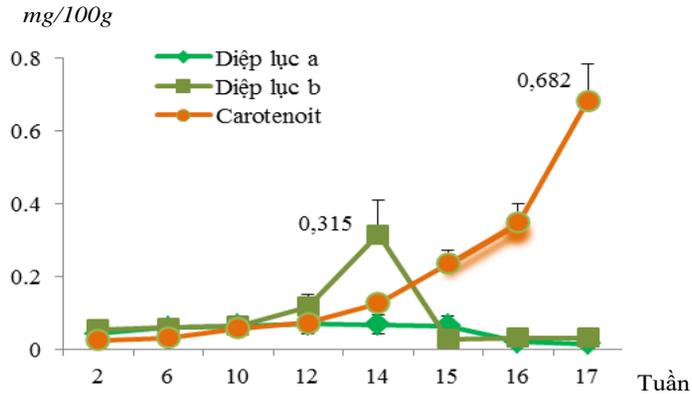


Hình 1. Sự biến đổi về chiều dài và đường kính của quả chuối tây trồng tại Thanh Trì, Hà Nội

Chiều dài và đường kính của quả chuối tây tăng dần theo tuổi phát triển của quả. Khi mới hình thành (2 tuần tuổi) quả chuối tây có chiều dài đạt 7,705 cm và đường kính đạt 2,585 cm. Chiều dài và đường kính quả tăng lên rõ rệt ở giai đoạn từ 2 tuần tuổi đến 15 tuần tuổi, điều này là do ở giai đoạn này quả có sự gia tăng cả số lượng và kích thước tế bào làm cho quả tăng lên về kích thước [13], ban đầu là do sự phân chia tế bào diễn ra mạnh mẽ, về sau là sự sinh trưởng kéo dài của tế bào, đến 15 tuần tuổi quả có chiều dài đạt 14,378 cm và đường kính đạt 4,456 cm. Giai đoạn từ 15 đến 17 tuần tuổi, quả gần như đạt kích thước tối đa, ở 17 tuần tuổi quả có chiều dài 14,400 cm và đường kính 4,550 cm, ở giai đoạn này sự chênh lệch về chiều dài và đường kính của quả là không nhiều và đây chính là thời điểm quả đã chuẩn bị đủ tiền chất để bước vào giai đoạn chín.

2.2.2. Sự biến đổi hệ sắc tố theo tuổi phát triển của quả chuối tây

Sự biến đổi trong hệ sắc tố vỏ quả là chỉ tiêu quan trọng cho phép xác định được những biến đổi màu sắc bên ngoài vỏ quả [14], từ đó làm căn cứ để xác định thời điểm thu hái quả thích hợp. Kết quả nghiên cứu về động thái hàm lượng diệp lục và carotenoid cho thấy, ở những tuần tuổi đầu tiên, hàm lượng diệp lục trong vỏ quả chuối chiếm tỉ lệ thấp sau đó tăng dần theo tuổi phát triển. Hàm lượng diệp lục tăng nhanh ở giai đoạn từ 10 đến 14 tuần tuổi, đến 14 tuần tuổi hàm lượng diệp lục *a* đạt giá trị cao nhất là 0,315 mg/g vỏ tươi, trong khi đó hàm lượng diệp lục *b* cũng tăng lên cao đến 14 tuần tuổi nhưng với tốc độ chậm hơn. Hàm lượng diệp lục cao trong giai đoạn này phù hợp với sự tăng trưởng về chiều dài, đường kính và tỉ lệ thịt của quả, đây là giai đoạn quả cần nguồn cung cấp cacbonhidrat bổ sung từ vỏ quả để tổng hợp các chất cần thiết cho sự sinh trưởng của quả. Sau 14 tuần tuổi hàm lượng diệp lục *a* và diệp lục *b* giảm xuống nhanh chóng cho đến 17 tuần tuổi (Hình 2).

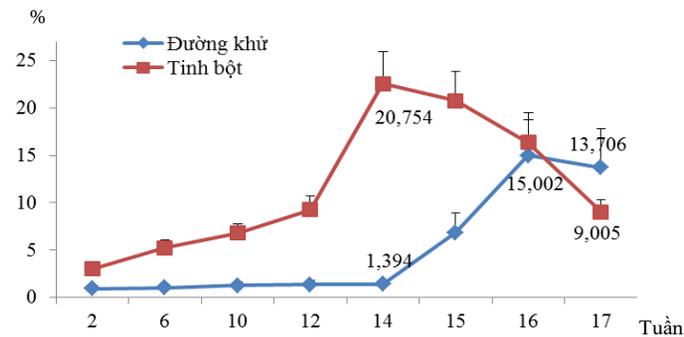


Hình 2. Động thái hàm lượng sắc tố của vỏ quả chuối tây trồng tại Thanh Trì, Hà Nội

Hàm lượng carotenoid trong vỏ quả chuối tây tăng dần theo tuổi phát triển của quả. Trong những tuần đầu tiên của quả, hàm lượng carotenoid có giá trị thấp, sau đó tăng chậm đến 12 tuần tuổi. Sau 12 tuần tuổi, hàm lượng carotenoid tăng lên nhanh hơn đến 17 tuần tuổi, ở thời điểm này hàm lượng carotenoid đạt 0,682 mg/g vỏ quả tươi. Sự giảm hàm lượng diệp lục cùng với sự gia tăng lượng carotenoid là do quả bắt đầu chuyển sang giai đoạn chín, sắc tố diệp lục bị phân hủy và sắc tố carotenoid được tổng hợp [15,16]. Kết quả sự thay đổi hàm lượng sắc tố trong quả cũng phù hợp với một số nghiên cứu đã mô tả rằng sự phân hủy chất diệp lục có liên quan đến sự trưởng thành của một số loại quả [17-19].

2.2.3. Sự biến đổi hàm lượng đường khử và tinh bột của quả chuối tây

Quả chuối tây có chứa nguồn cacbonhidrat phong phú, nó chủ yếu xuất hiện dưới dạng tinh bột trong quả chuối chưa chín và dạng đường trong quả chuối đã chín. Trong quá trình quả chuối chín các thành phần cacbonhidrat sẽ thay đổi mạnh. Nghiên cứu sự thay đổi hàm lượng đường khử và tinh bột theo tuổi của quả cho phép đánh giá một phần chất lượng của quả khi chín. Kết quả được thể hiện trong Hình 3.



Hình 3. Sự biến đổi hàm lượng đường khử và tinh bột của quả chuối tây trồng tại Thanh Trì, Hà Nội

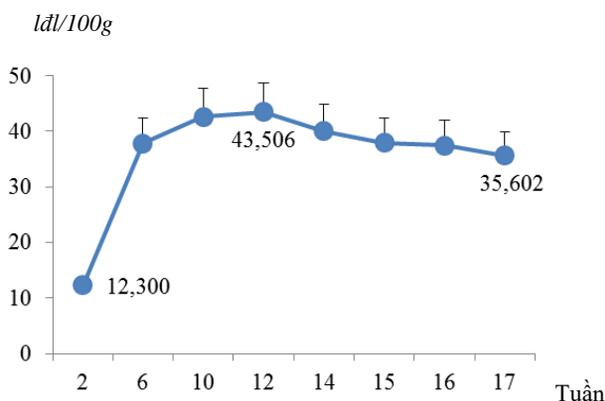
Các loại đường phổ biến nhất có trong quả chuối chín là fructose và glucose, nó biến đổi theo sự sinh trưởng của quả. Hàm lượng đường khử ở giai đoạn đầu (2 tuần tuổi) trong quả chuối tây chiếm tỉ lệ tương đối thấp, từ 2 đến 14 tuần tuổi, hàm lượng đường khử tăng chậm (hàm lượng đường khử ở thời điểm 14 tuần tuổi đạt 1,394%). Sau giai đoạn này thể tích và khối lượng của quả tăng nhanh, các tế bào tiếp tục tăng sinh trưởng dần, do vậy tăng sự tổng hợp năng lượng và các thành phần cấu thành nên tế bào dẫn tới hàm lượng đường khử tăng lên nhanh chóng. Giai đoạn quả từ 14 đến 16 tuần tuổi, hàm lượng đường khử tăng nhanh và đạt 15,002% khi quả ở 16 tuần tuổi. Tuy nhiên sau 16 tuần tuổi hàm lượng đường khử giảm xuống,

điều này là do quả chuối là một trong những loại quả có quá trình hô hấp bột phát [14], vì vậy trong quá trình chín của quả có sự gia tăng về cường độ hô hấp, sự tăng nhanh quá trình hô hấp ở thời điểm này là nguyên nhân gây ra sự giảm hàm lượng đường khử vốn là nguyên liệu trực tiếp sử dụng trong quá trình hô hấp. Sự biến động hàm lượng đường khử theo tuổi phát triển của quả chuối tây phù hợp với sự biến động của hợp chất cacbohidrat trong quả dứa Cayen trồng tại Ninh Bình, đó là hàm lượng đường khử thấp lúc quả còn non, sau đó tăng liên tục đến khi quả bước vào giai đoạn chín [20].

Quả chuối chưa chín có thành phần chính là tinh bột. Khi quả mới hình thành (2 tuần tuổi) quả chuối tây có hàm lượng tinh bột thấp, sau đó hàm lượng tinh bột trong quả tăng dần, tuy nhiên mức độ tăng chậm, đến 12 tuần tuổi hàm lượng tinh bột chỉ đạt 9,269%. Hàm lượng tinh bột đạt giá trị cao nhất khi quả được 14 tuần tuổi (20,754%), sau 14 tuần hàm lượng tinh bột giảm xuống còn 9,005% khi quả 17 tuần tuổi. Ở giai đoạn từ sau 14 tuần tuổi sự trao đổi chất trong quả diễn ra mạnh mẽ, đặc biệt là quá trình hô hấp, do vậy tinh bột trong quả được sử dụng nhiều hơn dẫn tới hàm lượng của chúng giảm dần theo sự chín của quả. Sự biến đổi hàm lượng tinh bột và hàm lượng đường khử trong quả phù hợp với sự biến động về hoạt tính của enzym α -amylaza vốn xúc tác phản ứng chuyển hóa tinh bột thành đường.

2.2.4. Sự biến đổi hàm lượng axit hữu cơ tổng số, hàm lượng vitamin C của quả chuối tây

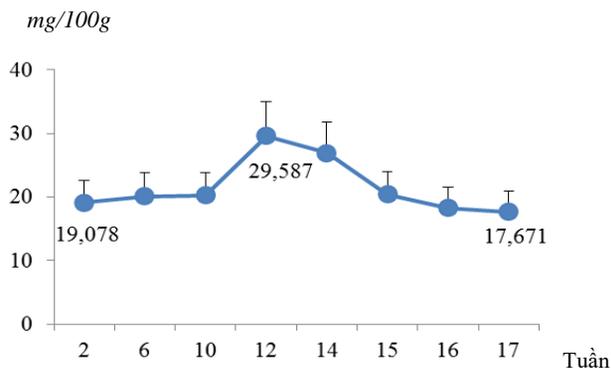
Các axit hữu cơ trong quả xuất hiện như là sản phẩm trung gian của các quá trình trao đổi chất, vốn đóng vai trò quan trọng như là nguyên liệu cho các quá trình sinh tổng hợp mới các chất cần thiết của quả [21]. Các axit hữu cơ trong quả rất cần thiết cho quá trình trao đổi hiệu khí và đóng góp quan trọng vào chất lượng và độ chua của quả [22]. Kết quả nghiên cứu sự biến đổi hàm lượng axit hữu cơ tổng số được thể hiện qua Hình 4.



Hình 4. Sự biến đổi hàm lượng axit hữu cơ tổng số của quả chuối tây trồng tại Thanh Trì, Hà Nội

Khi quả mới hình thành đã tích lũy lượng axit hữu cơ lớn đạt 12,3 lđl/100g thịt quả tươi (lđl: mili đương lượng), sau đó hàm lượng axit hữu cơ tổng số tăng nhanh và đạt giá trị cao nhất là 43,506 lđl/100g thịt quả tươi ở 12 tuần tuổi. Kết quả của sự tăng nhanh hàm lượng axit hữu cơ tổng số trong giai đoạn này là do ở trong quả, các quá trình trao đổi cacbohidrat, trao đổi protein và lipit diễn ra mạnh mẽ tạo ra nhiều sản phẩm trung gian như các aminoaxit, xetoaxit,... Từ 12 tuần đến 17 tuần, hàm lượng axit hữu cơ giảm xuống, đến 17 tuần tuổi chỉ còn 35,602 lđl/100g thịt quả tươi. 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 kỳ chín của quả như các enzym thủy phân, este tạo mùi thơm cho quả ở thời kỳ chín và tổng hợp đường tạo vị ngọt cho quả dẫn tới sự giảm dần của lượng axit tổng số [23].

Vitamin C hay còn gọi là sinh tố C (axit ascorbic) là một loại vitamin tan trong nước, đóng vai trò thiết yếu trong việc duy trì sức khỏe của các mô liên kết trong cơ thể và hoạt động như một chất chống oxy hóa. Giống như hầu hết các loại quả khác, quả chuối tây cũng là nguồn cung cấp vitamin C khá phong phú. Hàm lượng vitamin C trong quả chuối tây cũng thay đổi trong quá trình sinh trưởng và phát triển (Hình 5).

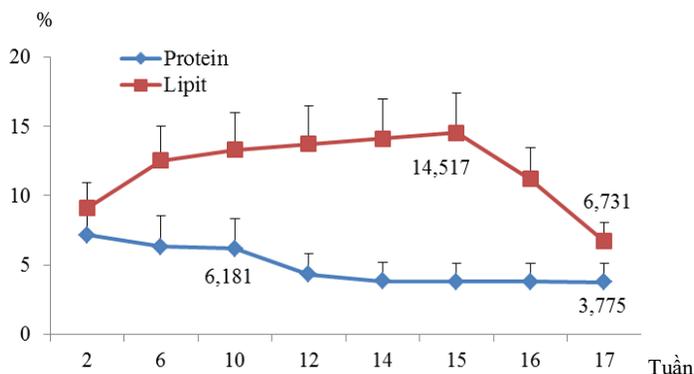


Hình 5. Sự biến đổi hàm lượng vitamin C của quả chuối tây trồng tại Thanh Trì, Hà Nội

Hàm lượng vitamin C trong quả chuối tây ở 2 tuần tuổi chiếm tỉ lệ khá cao đạt 19,078 mg/100g thịt quả tươi, sau đó tăng chậm đến thời điểm 10 tuần tuổi. Từ 10 tuần đến 12 tuần tuổi hàm lượng vitamin C trong quả tăng nhanh và đạt giá trị cao nhất ở 12 tuần tuổi với giá trị là 29,587 mg/100g thịt quả tươi. Đây là giai đoạn quả tăng quá trình tổng hợp các thành phần hữu cơ trong quả, đồng thời hàm lượng thịt quả tăng nhanh và có sự tích lũy vitamin C cùng với các chất dinh dưỡng khác trong quả. Sau 12 tuần hàm lượng vitamin C giảm dần, đến 17 tuần tuổi chỉ còn 17,671 mg/100g thịt quả tươi, lúc này phẩm chất của quả bị giảm đi đáng kể. Sự biến động hàm lượng vitamin C trong quả chuối tây phù hợp với sự biến động của hàm lượng vitamin C theo sự sinh trưởng và phát triển của quả cam trồng tại Thanh Hóa [21].

2.2.5. Sự biến đổi hàm lượng protein và lipid của quả chuối tây

Quả chuối tây chứa hàm lượng protein và lipid không cao, tuy nhiên đây là hai thành phần không thể thiếu tạo nên phẩm chất dinh dưỡng của quả khi chín. Trong quả chuối, protein có hàm lượng thấp nhưng đóng vai trò quan trọng trong cấu trúc và chức năng sinh lí của quả. Nó được hình thành do sự trao đổi chất tạo nên và do các cơ quan dinh dưỡng vận chuyển đến. Trong khi đó lipid chủ yếu có trong tế bào thịt quả có vai trò cung cấp năng lượng cho các hoạt động trao đổi chất. Kết quả nghiên cứu sự thay đổi hàm lượng protein và lipid trong quả chuối tây được thể hiện qua Hình 6.



Hình 6. Sự biến đổi hàm lượng lipid và protein của quả chuối tây trồng tại Thanh Trì, Hà Nội

Khi mới hình thành hàm lượng protein có giá trị tương đối cao (ở thời điểm 2 tuần tuổi), ở thời điểm này quá trình phân chia tế bào và quá trình sinh trưởng dần dần của tế bào tăng nhanh thúc đẩy quá trình sinh trưởng của quả dẫn tới quá trình sinh tổng hợp protein diễn ra mạnh hơn. Sau 2 tuần tuổi, hàm lượng protein trong quả giảm dần, đến 10 tuần tuổi hàm lượng protein trong quả đạt 6,181%, sau đó hàm lượng protein tiếp tục giảm cho đến khi quả chín hoàn toàn, trong đó giai đoạn giảm nhanh nhất là từ 10 tuần đến 12 tuần tuổi, đây là giai đoạn enzym proteaza trong quả chuối tăng cường phân giải protein cung cấp năng lượng cho quá trình hô hấp. Đến 17 tuần tuổi, hàm lượng protein trong quả chuối chỉ đạt 3,775%.

Hàm lượng lipid trong quả chuối tăng dần từ 2 tuần tuổi đến 15 tuần tuổi, lúc này hàm lượng lipid trong quả có giá trị cao nhất đạt 14,517%. Đây là giai đoạn quả sinh trưởng mạnh, quá trình tích lũy các chất hữu cơ trong quả tăng nhanh, quả tăng cường tích lũy lipid song song với quá trình tổng hợp các chất. Sau 15 tuần tuổi hàm lượng lipid trong quả giảm xuống, khi quả được 17 tuần tuổi, hàm lượng lipid chỉ còn 6,731%, sự giảm hàm lượng lipid giai đoạn này là do quả chuyển sang giai đoạn chín, quá trình hô hấp trong quả tăng nhanh, lipid tham gia vào các phản ứng trong quả cung cấp nguyên liệu và năng lượng cho quá trình hô hấp. Ở chuối tây, tuy hàm lượng lipid không cao nhưng vẫn chiếm một tỉ lệ nhất định, nó có vai trò quan trọng trong quá trình phát triển của quả và cùng với các chất dinh dưỡng khác tạo nên hương vị đặc trưng cho quả, vì vậy nên thu hoạch quả khi quả bước vào giai đoạn chín và có hàm lượng lipid trong quả tương đối cao.

3. Kết luận

Kết quả phân tích sự biến đổi một số chỉ tiêu sinh lí, hóa sinh theo sự sinh trưởng và phát triển của quả chuối tây cho thấy, quả chuối tây ở thời điểm 16 tuần tuổi đạt kích thước gần như tối đa cả về chiều dài và đường kính. Màu sắc quả lúc này có sự biến đổi từ màu xanh sang màu vàng nhạt do sự giảm hàm lượng diệp lục và tăng hàm lượng carotenoid. Các chỉ tiêu sinh hóa trong quả biến đổi từ khi quả mới hình thành đến khi quả chín, đến 16 tuần tuổi quả chuối tây có giá trị cực đại về hàm lượng đường khử và có hàm lượng cao về các thành phần như vitamin C, protein, lipid. Sau thời điểm 16 tuần tuổi một số thành phần chính của quả như đường khử, vitamin C giảm xuống, do vậy thời điểm quả chuối tây được 16 tuần 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.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J. Marriott, J. K. Palmer, 1980. Bananas-physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 13(1), pp. 41-88.
- [2] E. A. Frison, S. L. Sharrock, 1999. The economic, nutritional and social importance of bananas in the world. *Bananas and Food Security*. INIBAP, Montpellier, France, pp. 21-35.
- [3] P. Rajkumar, N. Wang, G. Eimasry, G. S. V. Raghavan, Y. Garipey, 2012. Studies on banana fruit quality and maturity stages using hyperspectral imaging. *Journal of Food Engineering*, 108(1), pp. 194-200.
- [4] S. D. T. Maduwanthi, R. A. U. J. Marapana, 2017. Biochemical changes during ripening of banana: A review. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 2(5), pp. 166-169.

- [5] A. K. Kanellis, T. Solomos, A. K. Mattoo, 1989. Changes in Sugars, Enzymic Activities and Acid Phosphatase Isoenzyme Profiles of Bananas Ripened in Air or Stored in 2.5% O₂ with and without Ethylene. *Plant Physiol*, 90(1), pp. 251-8.
- [6] S. G. Kulkarni, V. B. Kudachikar, M. N. K. Prakash, 2011. Studies on physico-chemical changes during artificial ripening of banana (*Musa* sp) variety 'Robusta'. *J. Food. Sci. Technol*, 48(6), pp. 730-4.
- [7] Nguyễn Thị Bích Thủy, 2006. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự biến đổi sinh lí, hoá sinh của quả chuối tiêu (*MUSA AAA*) trong thời gian bảo quản. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp*, 4-5, tr. 1-9.
- [8] Nguyễn Thiên Lương, Ngô Hồng Bình, Trịnh Khắc Quang, Nguyễn Văn Nghiêm, Võ Văn Thắng, Triệu Tiến Dũng, 2013. Kết quả nghiên cứu tuyển chọn giống chuối tiêu GL3-1. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, 6, tr. 124-129
- [9] Nguyễn Duy Minh, Nguyễn Như Khanh, 1982. *Thực hành sinh lí thực vật*. NXB Giáo dục.
- [10] Phạm Thị Trân Châu, Nguyễn Thị Hiền & Phùng Gia Tường, 1996. *Thực hành Hóa sinh học*. NXB Giáo dục Việt Nam.
- [11] Ermakov A. I., Arasimovich V. E., Smirnova-Ikonnikova M. I., Yarosh N. P. and Lukovnikova G. A., 1972. *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rastenii (Methods in Plant Biochemistry)*. Leningrad: Kolos.
- [12] Nguyễn Văn Mùi, 2001. *Thực hành Hóa sinh học*. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
- [13] L. T. Thuy, N. T. T. H. Hien, T. T. T. Huyen, N. N. Khanh, 2018. *Study on some of biochemical changes during growth and development of Taiwanese papaya fruit grown in Quoc Oai, Hanoi. HNUE Journal of Science*, Hanoi National University of Education, Vol. 63, No. 11, pp. 135-141.
- [14] Nguyễn Như Khanh, Cao Phi Bằng, 2008. *Sinh lí học Thực vật*. NXB Giáo dục Việt Nam.
- [15] Y. Wang, W. J. Lu, J. G. Li, Y. M. Jiang, 2006. Differential expression of two expansin genes in developing fruit of cracking-susceptible and -resistant litchi cultivars. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 131, pp. 118-21.
- [16] B. Lai, B. Hu, Y. H. Qin, 2015. *Transcriptomic analysis of Litchi chinensis pericarp during maturation with a focus on chlorophyll degradation and flavonoid biosynthesis*. *BMC Genomics*, (16) 225. Doi: 10.1186/s12864-015-1433-4.
- [17] L. Du, X. Yang, J. Song, Z. Ma, Z. Zhang, X. Pang, 2014. Characterization of the stage dependency of high temperature on green ripening reveals a distinct chlorophyll degradation regulation in banana fruit. *Sci. Hort*, 180, pp. 139-146.
- [18] J. Gross, M. Flugel, 1982. Pigment changes in peel of the ripening banana (*Musa cavendishi*). *Gartenbauwissenschaft*, 47(2), pp. 62-64.
- [19] G. B. Seymour, A. K. Thompson, P. John, 1987. Inhibition of degreening in the peel of bananas ripened at tropical temperatures. *Annals of Applied Biology*, 10(1), pp. 145-151.
- [20] Nguyễn Như Khanh, Nguyễn Bảo Châu, 2008. So sánh một số chỉ tiêu hóa sinh theo pha phát triển của quả dứa Cayen *Bromelia ananas* L phát triển từ chồi ngọn và chồi nách. Hội nghị toàn quốc lần thứ IV. Hóa sinh và sinh học phân tử phục vụ nông, sinh, y học và công nghệ thực phẩm. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, tr. 194-197.
- [21] Nguyễn Như Khanh, Lê Văn Trọng, 2012. Một số chuyển hóa sinh lí, hóa sinh theo tuổi phát triển của quả cam (*Citrus sinensis* Linn.Osbeck) giống cam Sông con trồng tại Yên Định, Thanh Hóa. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*, Vol. 57, No. 3, tr. 89-98.

- [22] J. G. Vallarino, S. Osorio, 2019. *Organic acids* in “Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables”. Switzerland, Elsevier, p. 207-224.
- [23] V. Prasanna, T. N. Prabha, R. N. Tharanathan, 2007. Fruit ripening phenomena-an overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(1), pp. 1-19.

ABSTRACT

Study on some of the physiological and biochemical indexes under the age of development of banana fruit (*Musa paradisiaca* L.) grown in Thanh Tri, Hanoi

Le Van Trong¹ and Nguyen Nhu Khanh²

¹*Faculty of Natural Sciences, Hong Duc University*

²*Faculty of Biology, Hanoi National University of Education*

Research to determine the ripening time of the fruit is the scientific basis for better harvesting and preservation. Physiological and biochemical methods were used to analyze the changes of some indicators according to the growth and development of banana fruit grown in Thanh Liet commune, Thanh Tri district, Hanoi from the time of its formation until the fruit ripening. The results showed that the banana reached the maximum size at 16 weeks old, at this time the peel was yellow due to the decrease in chlorophyll and increased carotenoid content. The content of vitamin C and total organic acid content reached their maximum when the fruit at 12 weeks old, then decreased gradually. Starch content increased to 14 weeks old, then decreased. Reduced sugar content increased gradually to 16 weeks old and then decreased. Protein content decreased gradually from fruit formation until fruit ripening, lipid content increased gradually to 15 weeks old, then decreased. Through the research process, we have determined that the physiological ripe time of banana fruit was 16 weeks old, this is the time when the fruit stops growing and accumulates many nutrients.

Keywords: banana, physiological indicators, biochemical indicators, physiological maturity.