

XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG CÀ CHUA SAU THU HOẠCH

Nguyễn Minh Thủy và Nguyễn Thị Kim Quyên¹

ABSTRACT

Tomatoes were harvested twice around optimum maturity for preservation and the experiments were carried out to determine whether storage of tomatoes under different temperatures (10-12°C and 25-27°C) may influence the fruit firmness, color and quality attributes (ascorbic acid, total carotenoids, acidity, Brix degree). The color and firmness of tomatoes were varied by further storage at those temperatures for various periods. The relationship of fruit firmness and ground color with quality attributes were analyzed to find out their relationship. Regression analysis with polynomial model ($y = ax^2 + bx + c$) was applied to describe the relationship between texture, color and other quality factors. High correlations between colour and texture parameters and quality attributes were found. The a value alone could be used to predict the firmness and quality attributes of tomatoes at different temperatures during storage.

Keywords: Texture, Color, Quality attributes, Storage conditions

Title: Modelling of quality evaluation of post-harvest tomato

TÓM TẮT

Với mục tiêu thiết lập mô hình dự đoán tương đối chính xác chất lượng cà chua ở các thời điểm khác nhau sau thu hoạch dựa vào màu sắc và cấu trúc, đề tài thực hiện phân tích chất lượng của cà chua sau thu hoạch (cấu trúc, màu sắc và các chỉ tiêu chất lượng bên trong) theo thời gian tồn trữ (nhiệt độ phòng 25-27°C và nhiệt độ thấp 10-12°C). Trên cơ sở đó xây dựng các mô hình tương quan giữa màu sắc và cấu trúc đến chất lượng trái (vitamin C, carotenoid, hàm lượng acid, °Brix) ở các thời điểm khác nhau sau thu hoạch.

Kết quả thí nghiệm cho thấy mô hình $y = ax^2 + bx + c$ (với giá trị r^2 cao) có thể được áp dụng để dự đoán tương đối chính xác chất lượng cà chua dựa vào màu sắc (chỉ với giá trị a) và cấu trúc ở các thời điểm tồn trữ khác nhau sau thu hoạch khi tồn trữ ở nhiệt độ phòng (25-27°C) và nhiệt độ thấp (10-12°C).

Từ khóa: Cấu trúc, màu sắc, thuộc tính chất lượng, điều kiện tồn trữ

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Cà chua là loại rau dạng quả được sử dụng phổ biến ở dạng tươi hoặc chế biến đa dạng. Tuy nhiên các biến đổi sinh lý sinh hoá xảy ra liên tục trong cà chua ở các điều kiện tồn trữ sau thu hoạch ảnh hưởng lớn đến sự biến đổi chất lượng của cà chua. Quá trình tiêu thụ cà chua sau thu hoạch còn phụ thuộc vào yêu cầu thị trường, có thể là dạng quả còn xanh hoàn toàn hoặc chín một phần, hay chín hoàn toàn. Cho đến nay chưa có bất kỳ thước đo nào thể hiện mối tương quan giữa các yếu tố bên ngoài như màu sắc, cấu trúc đến chất lượng bên trong của cà chua để

¹ Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng

người tiêu dùng có thể biết tương đối chính xác chất lượng cà chua mà mình chọn lựa cho các mục đích khác nhau...

Mục tiêu nghiên cứu nhằm thiết lập mô hình dự đoán tương đối chính xác chất lượng cà chua ở các thời điểm sau thu hoạch dựa vào sự biến đổi màu sắc bên ngoài vỏ và cấu trúc quả để nhà tiêu thụ chỉ cần nhìn vào màu sắc hoặc chỉ xác định cấu trúc mà biết được các chỉ tiêu chất lượng bên trong quả mà không cần phải qua quá trình phân tích lại. Bảng thay đổi màu của cà chua sau thu hoạch được xây dựng từ các điều kiện bảo quản (nhiệt độ, thời gian) thể hiện sự thay đổi đồng thời chất lượng của quả sau thu hoạch. Trên cơ sở đó sẽ đề xuất chọn lựa chất lượng cà chua dựa vào màu sắc, cấu trúc hoặc dựa vào các chế độ bảo quản thích hợp để có độ chín của trái theo yêu cầu. Điều này cũng giúp cho các nhà máy sản xuất trái cây hoặc người tiêu dùng có thể chọn được nguồn nguyên liệu thích hợp cho mục đích sử dụng: dạng tươi, chế biến, buôn bán trong nước hoặc cho mục đích xuất khẩu... Ở bất kỳ giai đoạn nào sau khi thu hái và tồn trữ ở các điều kiện nhiệt độ khác nhau.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Chuẩn bị nguyên liệu và bố trí thí nghiệm: Giống cà chua *Trang Nông 607* (<http://agriviet.com>) được thu hoạch khi quả còn xanh (nhưng đã đạt độ chín thuận thực) tại vườn (Bình Minh, Vĩnh Long). Đây là giống lai F1, kháng bệnh héo xanh rất tốt, chịu nhiệt, trồng được quanh năm. Trái có dạng trứng, ngắn, hơi vuông. Khi chín có màu đỏ tươi, trọng lượng trung bình 100- 120 gr/trái. Sau khi thu nhận, cà chua được chọn lựa, phân loại và xử lý, sau đó bảo quản ở nhiệt độ phòng (25-27°C) và nhiệt độ lạnh (10- 12°C) trong bao PE có đục lỗ (2% so với diện tích bao bì). Các thí nghiệm được lặp lại 2 lần.

Chụp hình mẫu sau khi thu hoạch và các thời gian khác nhau sau thu hoạch nhằm xây dựng bảng màu nguyên liệu. Đồng thời phân tích các chỉ tiêu vật lý (cấu trúc, màu sắc) và các chỉ tiêu chất lượng bên trong trái (hàm lượng vitamin C, hàm lượng carotenoid, °Brix, hàm lượng acid) ở thời điểm mới thu hoạch và các thời gian sau thu hoạch. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu chất lượng được thể hiện ở **bảng 1**.

Bảng 1: Phương pháp phân tích các chỉ tiêu vật lý và hóa học

STT	Chỉ tiêu chất lượng	Phương pháp phân tích
1	Màu sắc	Sử dụng colorimeter. Màu sắc được biểu thị bằng các giá trị L, a, b.
2	Độ cứng (g lực hoặc kg lực)	Đo bằng dụng cụ cầm tay và máy đo Rheotex
3	Độ Brix	Sử dụng chiết quang kế
4	Hàm lượng acid (tính theo acid citric, %)	Chuẩn độ bằng NaOH 0,1N với chỉ thị màu phenolphthalein.
5	Hàm lượng vitamin C (mg%)	Phương pháp Muri
6	Hàm lượng carotenoid (µg/g thịt quả)	Phương pháp cải biến AOAC 941.15 (Trần Hoàng Thảo và cộng sự, 2007).

Phân tích số liệu

Kết quả thu nhận được phân tích bằng phần mềm Excel. Phương trình hồi quy ($y = ax^2 + bx + c$) được áp dụng nhằm xây dựng mối tương quan giữa thời gian tồn trữ ở các nhiệt độ khác nhau đến các chỉ tiêu chất lượng bên ngoài (màu sắc, cấu trúc) hoặc mối tương quan giữa cấu trúc hoặc màu sắc đến chất lượng bên trong (vitamin C, tổng carotenoid, hàm lượng acid) của cà chua ở các chế độ bảo quản khác nhau.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Sự thay đổi màu sắc và cấu trúc của cà chua là hàm của thời gian tồn trữ ở các nhiệt độ tồn trữ khác nhau

3.1.1 Sự thay đổi màu sắc

Màu sắc quả chuyển từ xanh sang đỏ hồng và đỏ sáng sau 11 ngày (tồn trữ ở nhiệt độ 25-27°C) và 42 ngày (10-12°C).

Sự thay đổi màu sắc (giá trị a) theo thời gian tồn trữ được thể hiện qua mô hình chung: $y = ax^2 + bx + c$, với x là thời gian tồn trữ (ngày), y là giá trị a.

Cà chua thuộc nhóm quả có hô hấp đột phát với đặc tính là tăng tốc độ hô hấp trong suốt quá trình chín đồng thời với sự sản sinh ethylene đã cho thấy các thay đổi chủ yếu về sinh lý học trong quá trình sau thu hoạch quả, biểu hiện rõ là sự thay đổi rõ ràng về màu sắc do sự phân hủy của các lục lạp và sự biến mất của chlorophyll cùng với sự tổng hợp của chất màu mới carotenoid. Đồ thị biểu diễn ở **hình 1** cho thấy giá trị a tăng theo thời gian tồn trữ (thể hiện màu quả chuyển từ xanh lá cây sang đỏ). Màu cà chua thay đổi nhanh trong giai đoạn đầu do quả đang trong giai đoạn hô hấp đột phát, quá trình chín xảy ra nhanh. Từ ngày thứ 10 màu sắc quả ít thay đổi do quả chuyển sang thời kỳ chín đỏ. Sự thay đổi giá trị a theo thời gian tồn trữ ở nhiệt độ phòng và nhiệt độ lạnh thể hiện bởi **phương trình 1** và **2**, tương ứng.

$$y = -0,02 x^2 + 3,73 x - 12,42 \quad r^2 = 0,98 \quad (1)$$

$$y = -0,01 x^2 + 1,37 x - 12,71 \quad r^2 = 0,99 \quad (2)$$

Trong đó: x là thời gian tồn trữ (ngày), y là giá trị a.

Phương trình 1 và **2** có hệ số tương quan r^2 cao ($r^2 \geq 0,98$) cho phép sử dụng tốt phương trình này để dự đoán mức độ chín (theo giá trị a) và cấu trúc cà chua theo thời gian tồn trữ ở các nhiệt độ khác nhau.

3.1.2 Sự thay đổi cấu trúc

Cùng với sự thay đổi màu sắc, cấu trúc quả cũng thay đổi theo độ chín. Trong suốt quá trình chín là sự gia tăng hoạt động của enzyme protopectinase, thủy phân protopectin thành pectin hòa tan làm cho khả năng liên kết giữa tế bào và mô yếu và quả mềm. Hơn nữa do quả được thu hoạch ở giai đoạn thuần thực, trong giai đoạn này hệ keo liên kết của tế bào rất bền vững làm tăng tính háo nước vì vậy quả có cấu trúc giòn, độ cứng cao. Suốt quá trình bảo quản quả chín dần và chuyển sang giai đoạn lão hóa, lúc này màng protein bị phân giải, hệ keo liên kết yếu làm giảm độ cứng quả.

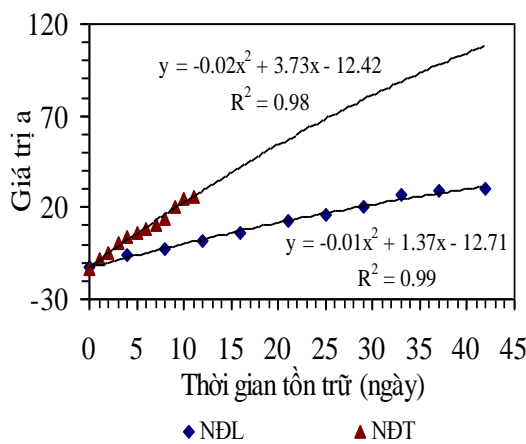
Sự thay đổi cấu trúc của quả được thể hiện bằng mô hình tương tự như mô hình biểu diễn sự thay đổi giá trị a theo thời gian tồn trữ. **Hình 2** cho thấy theo thời gian tồn trữ, độ cứng (tính theo g lực) của quả giảm dần. Sự thay đổi cấu trúc theo thời gian tồn trữ ở nhiệt độ phòng thể hiện bởi **phương trình 3** và **4**, tương ứng.

$$y = -0,56 x^2 - 14,09 x + 323,67 \quad r^2 = 0,99 \quad (3)$$

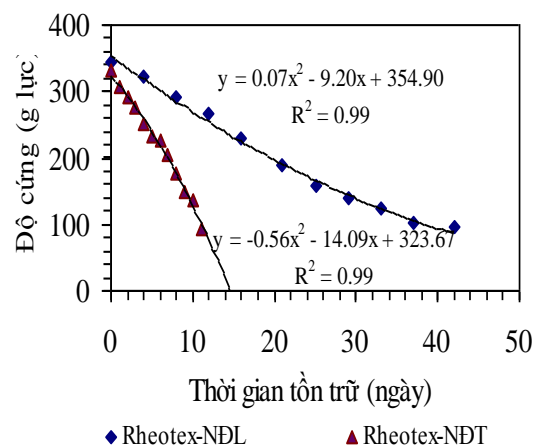
$$y = 0,07 x^2 - 9,20 x + 354,90 \quad r^2 = 0,99 \quad (4)$$

Trong đó: x là thời gian tồn trữ (ngày), y là cấu trúc (g lực).

Cả hai **phương trình 3** và **4** đều cho hệ số tương quan r^2 cao cho phép sử dụng tốt các mô hình này để dự đoán độ cứng của quả theo thời gian tồn trữ ở các nhiệt độ khác nhau.



Hình 1 : Giá trị a là hàm của thời gian ở các nhiệt độ tồn trữ khác nhau



Hình 2: Độ cứng là hàm của thời gian ở các nhiệt độ tồn trữ khác nhau

Ghi chú: NDL: Nhiệt độ lạnh, NDT: Nhiệt độ thường

3.2 Tương quan giữa màu sắc với các chỉ tiêu chất lượng bên trong quả

Mối tương quan giữa màu sắc quả và các chỉ tiêu chất lượng bên trong được thể hiện qua mô hình chung $y = ax^2 + bx + c$, với x là giá trị a (thể hiện màu sắc đo được) và y là các chỉ tiêu chất lượng bên trong.

3.2.1 Tương quan giữa giá trị a và vitamin C

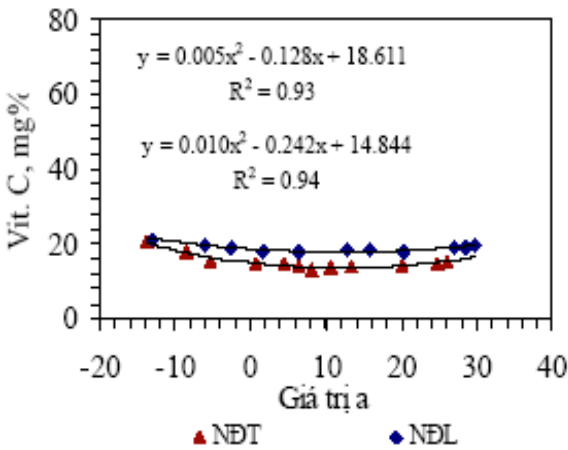
Vitamin C là thành phần dinh dưỡng quan trọng trong quả cà chua. Trải qua các giai đoạn chín sau thu hoạch, vitamin C có xu hướng giảm do các quá trình khử trong các mô bị phá hủy khi không khí thâm nhập. Quá trình oxy hóa và sự tăng cường độ hô hấp cũng là các nguyên nhân chủ yếu làm giảm hàm lượng vitamin C theo mức độ chín của quả khi bảo quản.

Đồ thị biểu diễn ở **hình 3** cho thấy với sự tăng mức độ chín quả (chỉ số a tăng) hàm lượng vitamin C trong quả có nhiều biến động. Giai đoạn 7 ngày đầu hàm lượng vitamin C giảm đáng kể, chủ yếu là do quá trình tự oxy hóa. Ở nhiệt độ phòng, sự mất ẩm tự nhiên và cường độ hô hấp cao, sự mất nước làm tăng quá trình oxy hóa vitamin C, tăng tổn hao vitamin C hơn nhiệt độ tồn trữ lạnh. Các giai đoạn sau đó hàm lượng vitamin C trong quả không giảm mà còn tăng, có thể là do sự mất ẩm làm tăng nồng độ chất khô kéo theo sự tăng hàm lượng vitamin C. Mô

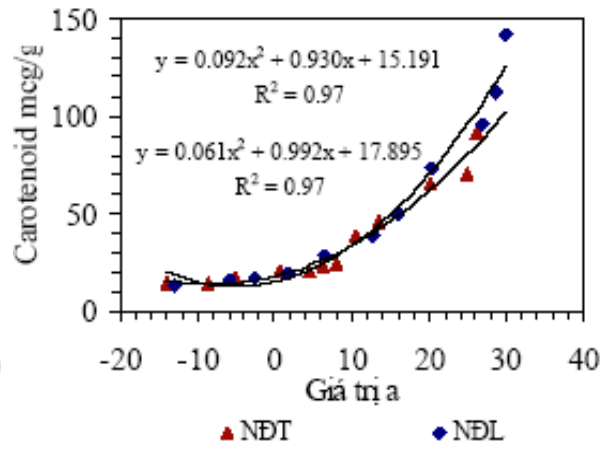
hình $y = 0,01 x^2 - 0,242 x + 14,84$ (5) và $y = 0,005 x^2 - 0,128 x + 18,611$ (6) có thể được áp dụng để tính toán hàm lượng vitamin C của cà chua theo giá trị a đo được ở nhiệt độ phòng và nhiệt độ lạnh tương ứng. Tính tương quan cao giữa các giá trị được tìm thấy ($r^2 \geq 0,93$).

3.2.2 *Tương quan giữa giá trị a và hàm lượng carotenoid*

Màu đỏ của cà chua có quan hệ tỉ lệ thuận với hàm lượng carotenoid trong quả, trong đó lycopene là thành phần chiếm 80-90% trong carotenoid. Cùng với sự gia tăng tốc độ chín, hàm lượng lycopene trong quả tăng lên (Barrett, 2001; Ruiz và cộng sự, 2001). Trải qua các giai đoạn chín của quả, giá trị a tăng chứng tỏ màu sắc quả chuyển từ xanh sang đỏ hồng và đỏ hoàn toàn, chlorophyll bị phá hủy và màu carotenoid dần dần được thể hiện. Đồ thị biểu diễn hình 4 cho thấy cùng với sự tăng mức độ chín của quả là sự tăng hàm lượng carotenoid. Trong 6 ngày đầu (ở nhiệt độ phòng) hoặc 21 ngày (ở nhiệt độ lạnh) hàm lượng carotenoid tăng nhẹ, từ ngày thứ 8 (ở nhiệt độ phòng) hoặc ngày 25 (ở nhiệt độ lạnh) trở đi quá trình tổng hợp diễn ra mạnh, sắc tố carotenoid thể hiện rõ, quả chuyển sang giai đoạn chín hồng và chín đỏ hoàn toàn. Các phương trình $y = 0,061 x^2 + 0,992 x + 17,895$ (7) và $y = 0,092 x^2 + 0,93 x + 15,191$ (8) cho thấy sự tương quan cao giữa màu sắc và hàm lượng carotenoid trong quả được tìm thấy. Giá trị r^2 ở các trường hợp đều có giá trị cao ($r^2=0,97$) cho phép sử dụng các phương trình này để dự đoán hàm lượng carotenoides theo giá trị a ở các thời gian bảo quản ở nhiệt độ phòng và nhiệt độ lạnh, tương ứng.



Hình 3: Tương quan giữa vitamin C và giá trị a của quả ở các nhiệt độ bảo quản



Hình 4: Tương quan giữa carotenoides và giá trị a của quả ở các nhiệt độ bảo quản

3.3 *Tương quan giữa cấu trúc và các chỉ tiêu chất lượng bên trong quả*

Mối tương quan giữa cấu trúc và các chỉ tiêu chất lượng bên trong được thể hiện theo mô hình tương tự như mô hình biểu diễn mối tương quan giữa màu sắc và các chỉ tiêu chất lượng bên trong quả: $y = ax^2 + bx + c$, với x là cấu trúc (g lực), y là các chỉ tiêu chất lượng bên trong quả (vitamin C và carotenoid).

3.3.1 *Tương quan giữa độ cứng và vitamin C*

Đồ thị biểu diễn hình 5 cho thấy hàm lượng vitamin C trong quả có xu hướng giảm theo độ cứng. Ở các thời kỳ chín của quả sau thu hoạch, hàm lượng vitamin

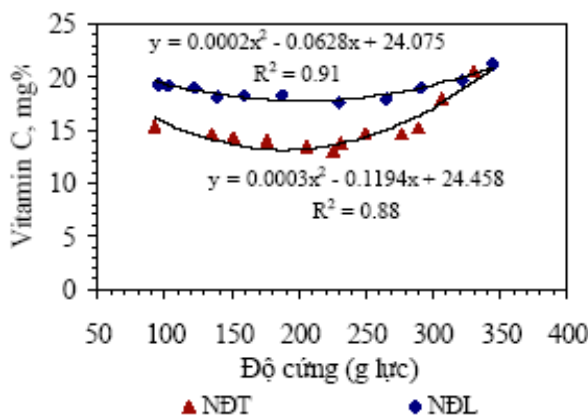
C trong quả giảm do quá trình khử trong các mô bị phá hủy khi không khí thâm nhập. Các phương trình biểu diễn mối quan hệ giữa độ cứng và vitamin C của quả bảo quản ở nhiệt độ phòng và nhiệt độ lạnh được cho ở các **phương trình (9)** và **(10)**, tương ứng.

$$y = 0,0003 x^2 - 0,1194 x + 24,458 \text{ (9); } r^2 = 0,88 \quad \text{(9)}$$

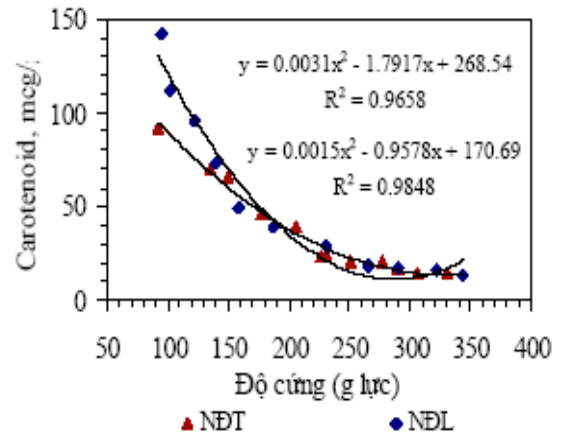
$$y = 0,0002 x^2 - 0,0628 x + 24,075 \text{ (10); } r^2 = 0,91 \quad \text{(10)}$$

3.3.2 Tương quan giữa độ cứng và hàm lượng carotenoid

Đồ thị biểu diễn **hình 6** cho thấy trong quá trình chín cùng với sự giảm độ cứng của quả theo mức độ chín là sự tăng hàm lượng carotenoid. Sắc tố carotenoid được tổng hợp và tăng dần. Độ cứng quả giảm dần do protopectin chuyển hóa thành pectin hòa tan.



Hình 5: Vitamin C là hàm của độ cứng quả cà chua ở các điều kiện tồn trữ



Hình 6: Hàm lượng carotenoides là hàm của độ cứng quả cà chua ở các điều kiện tồn trữ

4 KẾT LUẬN

- Kết quả nghiên cứu cho thấy có thể xây dựng mối tương quan tốt giữa cấu trúc và màu sắc của cà chua với các chỉ tiêu chất lượng bên trong quả (hàm lượng vitamin C, hàm lượng carotenoid) khi tồn trữ cà chua ở nhiệt độ phòng (25-27°C) và nhiệt độ lạnh (10-12°C).
- Dạng mô hình chung $y = ax^2 + bx + c$ với giá trị r^2 cao cho thấy có thể dự đoán tương đối chính xác chất lượng cà chua (vitamin C, carotenoid..) sau thu hoạch dựa vào màu sắc và cấu trúc.
- Bảng màu thể hiện sự thay đổi màu của cà chua được xây dựng ở các điều kiện nhiệt độ phòng (25-27°C) và nhiệt độ thấp (10-12°C) (**hình 7** và **hình 8**), tương ứng. Ứng với sự thay đổi màu là sự thay đổi chất lượng bên trong của cà chua và có thể dự đoán được dựa vào các mô hình đã được xây dựng. Điều này có ý nghĩa quan trọng trong quá trình sau thu hoạch, có thể giúp người tiêu thụ chọn lựa chất lượng cà chua theo yêu cầu (có thể sử dụng tươi, bảo quản hoặc chế biến sản phẩm) với cách đơn giản và dễ dàng nhất là chỉ cần dựa vào màu sắc (bằng cách đo giá trị a rất nhanh hoặc dựa vào bảng màu) hoặc chỉ cần đo cấu trúc nhanh (dễ dàng) để xác định các giá trị chất lượng mà không cần qua phân tích hoá học (khó, phức tạp và tốn kém). Do vậy yếu tố đơn giản hóa công việc

và tiết kiệm chi phí dựa vào các chỉ tiêu vật lý để xác định nhanh và tương đối chính xác các giá trị dinh dưỡng trong từng giai đoạn sau thu hoạch của trái cũng là vấn đề được quan tâm trên toàn thế giới.



Ngày 0. Xanh hoàn toàn



Ngày 1. Xanh với vết hồng



Ngày 2. Xanh với 10% hồng



Ngày 3. Chín hồng 50%



Ngày 4. Chín hồng khoảng 70%



Ngày 5. Đỏ hồng trên 80%



Ngày 6. Chín đỏ khoảng 80%



Ngày 7. Chín đỏ khoảng 90%



Ngày 8. Đỏ trên 90%



Ngày 9. Đỏ với vết vàng

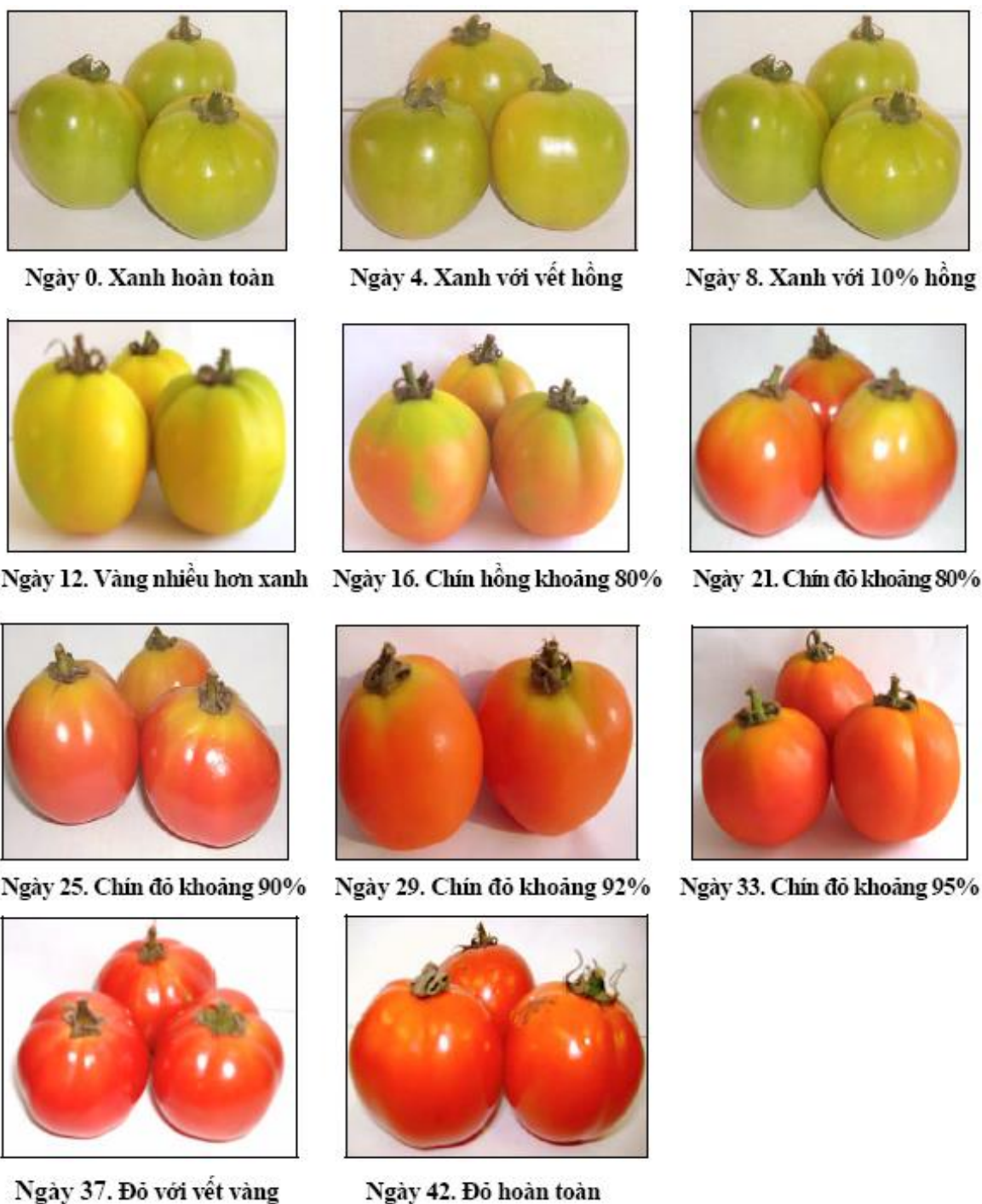


Ngày 10. Đỏ đậm với vết vàng



Ngày 11. Chín đỏ hoàn toàn

Hình 7: Bảng màu cà chua ở các thời điểm khác nhau sau thu hoạch khi bảo quản nhiệt độ phòng (25-27°C)



Hình 8: Bảng màu cà chua ở các thời điểm khác nhau sau thu hoạch khi bảo quản nhiệt độ lạnh (10-12°C)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Barrett, D.M. 2001. Tomato attributes and their correlation to peelability and product yield. Acta Hort. (ISHS) 542: 65-74.
- Ruiz, R.M., Mangut, V., González, C., de la Torre, R. and Latorre, A. 2001. Carotenoid extraction from tomato by-products. Acta Hort. (ISHS) 542: 83-90.
- http://agriviet.com/news_detail517-c37-s25-p2-CaY_Ca_CHUA.html