

ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ ĐẾN SỰ BIẾN ĐỔI SINH LÝ, HÓA SINH CỦA QUẢ CHUỐI TIÊU (*MUSA AAA*) TRONG THỜI GIAN BẢO QUẢN

Effect of temperature on physiological and biochemical changes of banana (*Musa AAA*) during storage

Nguyễn Thị Bích Thủy¹

SUMMARY

Research on the effect of temperature on physiological and biochemical changes of bananas cv. Klui Hom Thong (Musa AAA Group) during cold storage was carried out at Kasetsart University, Thailand. Chilling injury in banana fruits were scored visually. The result showed that bananas were susceptible to chilling injury (CI) when stored at 6° and 10°C, but the symptoms were more severe at 6°C. Chilling injury resulted in several physical and biochemical changes such as the discolouration of peel and pulp, abnormal changes of peel and pulp texture, low content of titratable acidity and total soluble solids. Storage of bananas at 14°C for 3 weeks did not show CI symptoms.

Key words: *Banana, chilling injury, low temperature, storage*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chuối là một trong những loại quả nhiệt đới quan trọng và có ý nghĩa kinh tế. Quả chuối có chứa một hàm lượng đường cao cùng với một lượng axit thích hợp, với các khoáng chất và vitamin, tạo nên một hương vị thơm ngon và hấp dẫn. Về giá trị kinh tế, chuối được xếp vị trí thứ tư sau lúa gạo, sữa và lúa mì (Schoofs và cộng sự, 1999). Chuối cũng là loại quả được thương mại hóa rộng rãi, đứng vị trí thứ hai trên thế giới, chỉ sau nhóm quả có múi (FAO, 2001). Khoảng 10% tổng sản lượng chuối trên thế giới được dành cho xuất khẩu hàng năm (Sharock và Frison, 1998; FAO, 1999).

Để phục vụ cho việc thương mại hóa các loại quả nói chung và quả chuối nói riêng, điều quan trọng là phải đảm bảo cho quả có được độ chín thích hợp và chất lượng cao khi đến tay người tiêu dùng. Tuy nhiên có rất nhiều vấn đề khó khăn khi quản lý chất lượng quả chuối sau thu

hoạch như tốc độ quả chín quá nhanh, quả bị rụng ra khỏi buồng và nải, hiện tượng đốm nâu trên vỏ khi quả chín. Quả chuối thu hoạch để tiêu thụ tại địa phương có tuổi thọ rất ngắn, chỉ vài ngày cho đến một tuần, mặc dù được chăm sóc trong điều kiện tốt. Để vận chuyển chuối đi tiêu thụ ở các thị trường nội địa xa hơn hoặc xuất khẩu, quả chuối cần được thu hoạch sớm hơn và cách tốt nhất để duy trì trạng thái sinh lý, làm chậm chín quả là bảo quản ở nhiệt độ thấp. Tuy nhiên, quả chuối rất mẫn cảm với nhiệt độ thấp. Việc bảo quản quả chuối ở nhiệt độ không phù hợp có thể gây ra những tổn thương lạnh như hiện tượng trương nước của tế bào, sự biến màu và hóa nâu trên vỏ quả, sự chín không bình thường, hiện tượng cứng lõi quả, mất hương vị đặc trưng và tăng tính mẫn cảm với bệnh (Wang, 1990). Mặc dù đã có rất nhiều nghiên cứu về vấn đề này, nhưng việc tiến hành các thực nghiệm bảo quản trên các giống chuối khác nhau ở các điều kiện nhiệt độ khác nhau nhằm xác định và lựa chọn một chế độ nhiệt bảo

¹ Khoa Công nghệ Thực phẩm, Đại học Nông nghiệp I

quản thích hợp vẫn hết sức cần thiết. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu về biến đổi sinh lý, hóa sinh của chuối tiêu bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành tại trường Đại học Kasetsart, Thái Lan. Giống chuối được sử dụng cho nghiên cứu này là giống chuối tiêu (*Musa AAA*). Chuối được thu hoạch ở độ chín 85% vào buổi sáng sớm rồi làm sạch sơ bộ. Sau đó, chuối được xếp vào hộp carton đục lỗ và được chuyển về phòng thí nghiệm bằng xe mét (nhiệt độ 25°C) trong thời gian 3 giờ sau thu hoạch. Tại phòng thí nghiệm, chuối được lựa chọn đồng đều về kích thước, màu sắc, sau đó rửa bằng dung dịch MgSO₄ 0.5% để loại bỏ nhựa mù, xử lý thuốc diệt nấm Thiabendazole 500ppm trong 2 phút, rồi để ráo tại nhiệt độ phòng.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo kiểu CRD với 4 lần lặp lại. Các nải chuối được xếp ngẫu nhiên vào các hộp carton đục lỗ có kích thước 40x48x22cm, mỗi hộp 4 nải, sau đó được bảo quản ở các ngưỡng nhiệt độ khác nhau là T1 (6°C); T2 (10°C) và T3 (14°C). Công thức đối chứng được bố trí tại nhiệt độ phòng, ký hiệu là T4 (28°C). Độ ẩm của môi trường bảo quản là 85%. Chuối đã bảo quản được lấy ngẫu nhiên để theo dõi và phân tích định kỳ 3 ngày một lần và công việc này được thực hiện trong vòng 18 ngày.

2.3. Các chỉ tiêu theo dõi

- Sự biến đổi màu sắc của vỏ và ruột quả chuối, xác định bằng máy đo màu Minolta. Mỗi quả chuối được đo hai giá trị

ở hai vị trí khác nhau. Các giá trị đo được thể hiện bằng hệ màu L, a, b trong đó L biểu thị cho cường độ màu có giá trị từ 0 (đen) đến 100 (trắng); a biểu thị cho dải màu từ xanh lá cây (-60) đến đỏ (+60); b biểu thị cho dải màu từ vàng (-60) đến xanh nước biển (+60).

- Sự biến đổi trạng thái kết cấu của quả, được thể hiện bằng độ cứng của vỏ và ruột quả, xác định bằng máy đo độ cứng. Giá trị đo được tính toán bằng đơn vị Newton.

- Hàm lượng axit tổng số của dịch quả chuối được xác định theo phương pháp của A.O.A.C (1984) bằng phương pháp chuẩn độ NaOH 0.1N.

- Nồng độ chất rắn hòa tan tổng số của dịch quả chuối được xác định bằng chiết quang kế cầm tay ATAGO

- Mức độ tổn thương do nhiệt độ được đánh giá bằng chỉ số tổn thương lạnh (CI) theo thang điểm từ 1-5 trong đó 1 là không bị tổn thương và 5 là mức độ tổn thương rất nghiêm trọng (có những vùng màu nâu sẫm rất lớn trên vỏ quả).

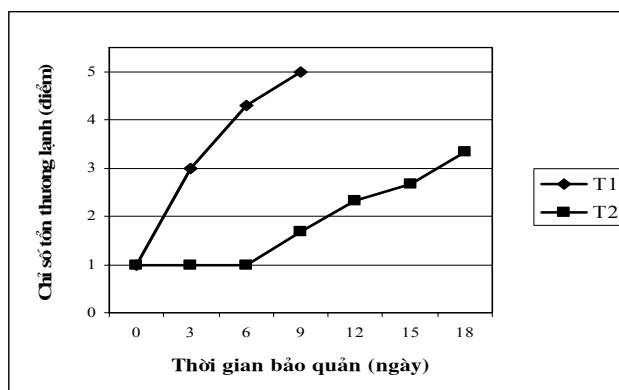
2.4. Xử lý thống kê

Sự sai khác giữa các công thức thí nghiệm được xác định bằng phân tích phương sai và phép thử Wilcoxon. Giá trị trung bình được so sánh theo phương pháp đa biên độ của Duncan. Số liệu được xử lý trên máy tính bằng phần mềm thống kê SAS.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Mức độ tổn thương lạnh của chuối tiêu bảo quản ở nhiệt độ thấp

Các triệu chứng tổn thương lạnh xuất hiện trên chuối bảo quản ở nhiệt độ 6 và 10°C nhưng ở các thời điểm khác nhau cũng như mức độ biểu hiện khác nhau (hình 1).



Hình 1. Triệu chứng tổn thương lạnh trên vỏ quả chuối bảo quản ở nhiệt độ thấp

Trên quả chuối bảo quản ở 6°C, sự biến màu trên vỏ quả xảy ra ngay từ ngày thứ hai sau khi đưa vào kho lạnh và mức độ tổn thương tiếp tục tăng mạnh trong những ngày sau. Sau 9 ngày bảo quản, trên vỏ chuối xuất hiện những vết nâu sẫm rất lớn, và nếu tiếp tục để thêm trong kho lạnh thì toàn bộ vỏ quả sẽ chuyển thành màu nâu đen và quả nhũn. Vì vậy chúng tôi quyết định ngừng theo dõi chuối bảo quản ở 6°C tại thời điểm này vì chúng không thể chín và không còn giá trị sử dụng. Trên quả chuối bảo quản ở nhiệt độ 10°C, triệu chứng tổn thương không hề

xuất hiện tại thời điểm ngày bảo quản thứ sáu. Nhưng sau đó thì có những biểu hiện tổn thương và triệu chứng tăng dần theo thời gian cho đến ngày bảo quản cuối. Tuy nhiên mức độ thể hiện nhẹ hơn so với chuối bảo quản ở 6°C. Không có các vết nâu trên bề mặt vỏ quả nhưng nếu gọt bỏ lớp mô biểu bì có thể quan sát thấy những sọc nâu ở lớp mô tiếp theo. Nếu cắt ngang bề mặt quả thì sẽ thấy những chấm nâu hình tròn (ảnh 1). Những triệu chứng này không được phát hiện thấy trên chuối bảo quản ở 14°C.

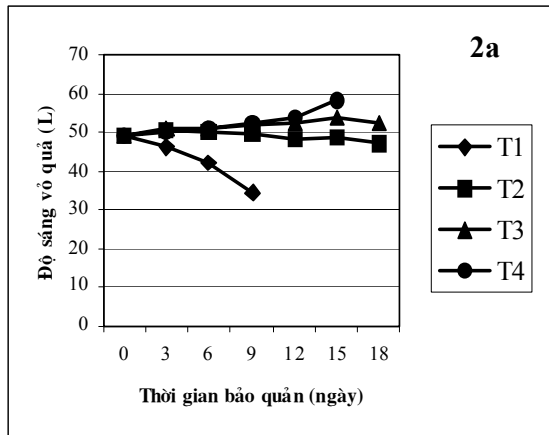


Ảnh 1. Triệu chứng tổn thương lạnh của chuối bảo quản ở nhiệt độ 6°C (a) và 10°C (b)

3.2. Màu sắc vỏ và ruột quả chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau

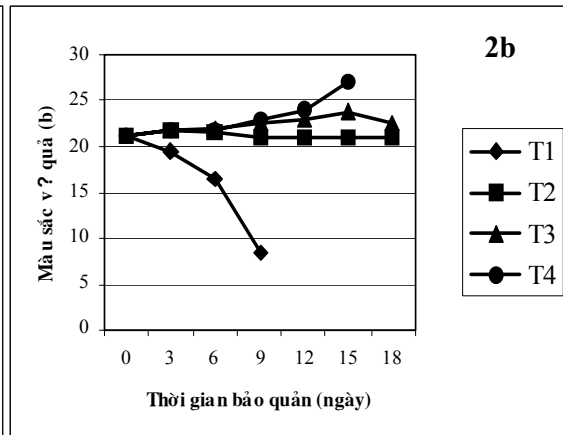
Sự gia tăng về mức độ tổn thương lạnh trên chuối bảo quản ở nhiệt độ 6 và 10°C

cũng như sự biến đổi sinh lý của chuối bảo quản ở nhiệt độ 14 và 28°C kéo theo sự biến đổi về độ sáng và màu sắc của vỏ quả chuối (Hình 2a và 2b).



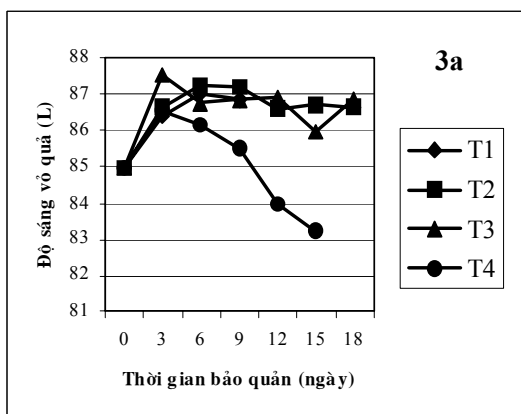
Hình 2a. Sự biến đổi độ sáng vỏ quả chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau.

Những vết nâu xuất hiện trên vỏ quả chuối bảo quản ở nhiệt độ 6°C đã làm cho độ sáng trên vỏ quả giảm rõ rệt trong suốt chín ngày bảo quản. Tuy cũng bị tổn thương nhưng ở mức độ nhẹ hơn nên chuối bảo quản ở 10°C không thể hiện sự thay đổi về giá trị L. Trên quả chuối bảo quản ở nhiệt độ 14°C, giá trị L tăng nhẹ mặc dù vỏ quả vẫn giữ màu xanh đến tận cuối giai đoạn chín. Ngược lại, độ sáng trên vỏ quả chuối bảo quản ở 28°C tăng lên ở giai đoạn cuối. Sự biến đổi màu sắc trên vỏ quả được



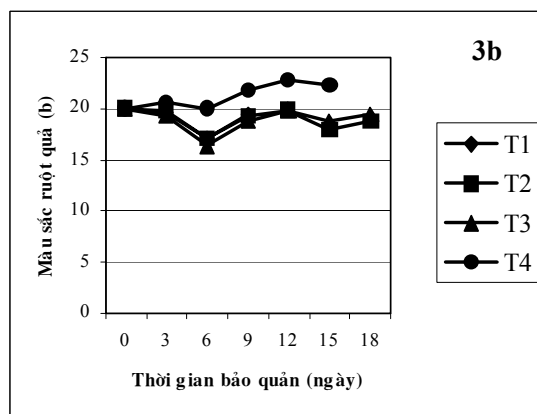
Hình 2b. Sự biến đổi màu sắc vỏ quả chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau

thể hiện bằng giá trị b cũng tuân theo qui luật tương tự. Mức độ giảm của trị số b trên chuối bảo quản ở 6°C nhanh hơn rất nhiều so với chuối ở 10°C, cho nên vỏ chuối bảo quản ở 10°C vẫn có màu xanh. Tuy nhiên ở giai đoạn cuối màu xanh của vỏ quả cũng giảm bớt độ sáng nếu so với màu vỏ quả chuối bảo quản ở bảo quản ở 14°C. Trong khi đó ở ngày thứ 12 thì chuối bảo quản ở nhiệt độ 28°C đã chuyển màu xanh vàng, cho thấy quả đã vào giai đoạn tiền hô hấp đột biến và sự chín đã bắt đầu.



Hình 3a. Sự biến đổi độ sáng vỏ quả chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau.

Sự biến đổi độ sáng và màu sắc ruột quả chuối bảo quản ở các điều kiện nhiệt độ khác nhau cũng khác nhau (hình 4a và 3b). Tuy nhiên sự giảm rõ rệt của giá trị L và sự

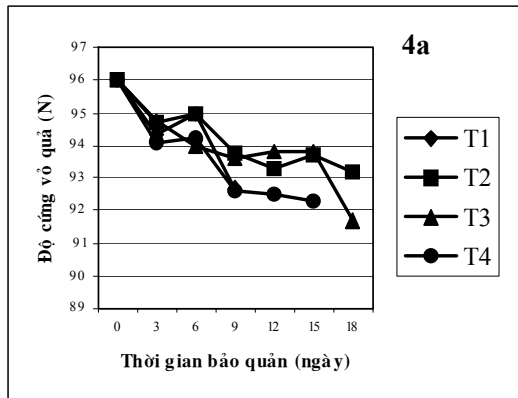


Hình 3b. Sự biến đổi màu sắc vỏ quả chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau

tăng lên của giá trị b trên chuối bảo quản ở 28°C thể hiện rất rõ sự chuyển biến màu sắc của thịt quả, là dấu hiệu cho thấy sự chín của quả. Còn với chuối bảo quản ở

nhiệt độ thấp, không có sự khác biệt nhiều về màu sắc ruột quả, kể cả với những quả chuối bị tổn thương lạnh ($P < 0.05$).

3.3. Trạng thái kết cấu vỏ và thịt quả chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau



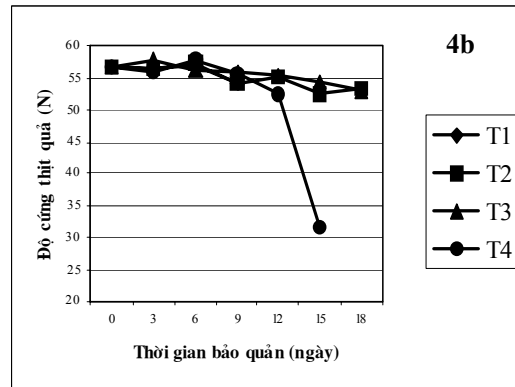
Hình 4a. Sự biến đổi độ cứng vỏ quả chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau

Trong các công thức bảo quản trên, độ cứng vỏ quả và ruột quả chuối bảo quản ở 28°C giảm nhiều nhất, đặc biệt là độ cứng của thịt quả giảm mạnh ở giai đoạn cuối (hình 4a và 4b). Có thể dễ dàng giải thích điều này vì khi quả chuối chín, do hoạt động của enzyme polygalacturonase và pectinesterase mà pectin không hòa tan trong thành tế bào bị phân hủy, tạo thành các pectin hòa tan làm cho vỏ quả chuyển từ trạng thái cứng sang trạng thái mềm. Còn độ cứng của ruột quả thay đổi có liên quan đến sự thủy phân tinh bột thành đường dưới tác dụng của các enzyme α, β -amylase. Trái lại, sự giảm độ cứng của vỏ và ruột quả chuối bị tổn thương lạnh khi bảo quản ở nhiệt độ 6 và 10°C lại là kết quả của sự trương nước trong tế bào.

3.4. Nồng độ chất rắn hòa tan và axit tổng số của chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau

Đi kèm với sự biến đổi trạng thái và cấu trúc quả là các biến đổi hóa sinh trong

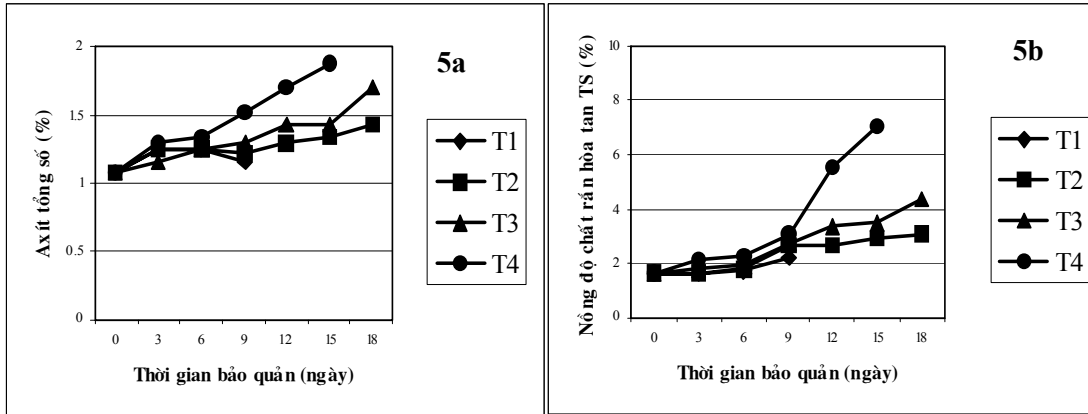
Cùng với sự biến đổi về màu sắc là sự biến đổi về trạng thái kết cấu của vỏ và ruột quả chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau. Nhìn chung, độ cứng của vỏ và ruột các quả chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau có xu hướng giảm dần theo thời gian bảo quản. Tuy nhiên mức độ giảm và nguyên nhân của sự giảm này là khác nhau.



Hình 4b. Sự biến đổi độ cứng ruột quả chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau

ruột quả, được thể hiện ở hai chỉ tiêu axit tổng số và nồng độ chất rắn hòa tan tổng số. Hàm lượng axit tổng số và nồng độ chất rắn hòa tan tổng số của quả chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau đều có xu hướng tăng lên theo thời gian bảo quản. Tuy nhiên mức độ tăng được thể hiện rõ nhất trên chuối bảo quản ở 28°C (hình 5a và 5b). Theo quy luật chung, hàm lượng axit và đường tổng số tăng lên khi quả bắt đầu chín nên đương nhiên nồng độ chất rắn hòa tan tổng số của quả chuối cũng tăng theo. Hàm lượng axit tổng số lên đến 1,88% và nồng độ chất rắn hòa tan tổng số là 7,04% ở quả chuối bắt đầu chín bình thường tại nhiệt độ phòng, trong khi các giá trị này thấp hơn ở chuối bảo quản lạnh, đặc biệt là quả chuối bị tổn thương lạnh ($P < 0.05$). Rõ ràng là nhiệt độ thấp đã làm chậm quá trình chín của quả, thậm chí còn làm cho quả không chín được nếu bảo quản ở nhiệt độ 6°C hoặc

quả chín nhưng màu sắc không đẹp nếu bảo quản dài ngày ở nhiệt độ 10°C.



Hình 5a. Sự biến đổi hàm lượng axit tổng số của quả chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau.

Hình 5b. Sự biến đổi nồng độ chất rắn hòa tan tổng số của quả chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau

4. THẢO LUẬN

Theo Pantastico và cộng sự (1990), chuối là một trong những loại quả rất mẫn cảm với tổn thương lạnh. Tổn thương lạnh thường xảy ra khi bảo quản chuối ở nhiệt độ 12-13°C và triệu chứng tổn thương lạnh bao gồm những vết lõm trên vỏ quả, sự biến màu của vỏ và sự chín không bình thường của ruột quả. Điều này cũng được minh chứng trong thí nghiệm của chúng tôi. Sau 3 ngày bảo quản ở nhiệt độ 6°C, chuối vẫn có thể chín nhưng màu sắc vỏ và trạng thái ruột quả rất xấu. Nếu tiếp tục bảo quản thì quả không thể chín tiếp được. Chuối bảo quản dài ngày ở nhiệt độ 10°C (từ 12 ngày trở đi) thì mẫu mã và hương vị đều giảm khi quả chín.

Tính mẫn cảm của chuối với nhiệt độ thấp thay đổi tùy thuộc theo giống, độ chín thu hoạch và nhiều yếu tố khác nữa (Abilay, 1968). Nhiệt độ bảo quản càng thấp thì tổn thương nhiệt càng nặng (Gemma và cộng sự, 1994). Điều này cũng được xác định trong thí nghiệm của chúng tôi khi triệu chứng tổn thương lạnh trên chuối bảo quản ở 6°C nghiêm trọng hơn so với những quả ở 10°C trong khi thời gian bảo quản lại ngắn hơn. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cũng thống nhất với tác giả Chitrakoolsup (1982) rằng giống chuối tiêu này là một trong những giống chuối mẫn cảm nhất với nhiệt độ đang được trồng phổ biến ở Thái Lan.

Sự khác biệt về màu sắc vỏ quả chuối bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau rõ ràng là do ảnh hưởng của nhiệt độ (Abd-El-Wahab, 1973). Sau 18 ngày bảo quản ở nhiệt độ 14°C, quả chuối tiêu chín trong thí nghiệm trên vẫn có màu vàng sáng, tương tự như quả chuối chín ở nhiệt độ phòng 28°C trong khi chuối bảo quản ở nhiệt độ 10°C khi chín lại có màu vàng xỉn. Sự biến màu trên vỏ chuối là do các hợp chất màu nâu được tạo thành trong các mô mạch ở vỏ quả bị tổn thương bởi nhiệt độ, hoàn toàn khác với những quả chuối bình thường (Murata và cộng sự, 1967). Hiện tượng tương tự này cũng được phát hiện trên quả ổi bảo quản ở nhiệt độ thấp (Zauberman và Jobin-Décor, 1995).

Wolf (1958) cho rằng hàm lượng axit tổng số trong quả chuối chín đạt giá trị cao nhất khi cả quả chuối chuyển sang màu vàng. Trong thí nghiệm của chúng tôi, sau 18 ngày bảo quản ở nhiệt độ phòng 28°C, do được thu hoạch sớm nên quả chuối vẫn chưa chín hoàn toàn. Tuy nhiên sự biến đổi hàm lượng axit tổng số trong quả chuối chín cũng tuân theo qui luật trên. Còn quả chuối bị tổn thương lạnh lại thể hiện một sự gia tăng không đáng kể về hàm lượng axit tổng số. Kết quả này hoàn toàn thống nhất với nghiên cứu của (Abd-El-Wahab, 1973).

Sự biến đổi hóa sinh rõ rệt nhất trên quả chuối khi chín là sự thủy phân tinh bột thành đường. Trong thí nghiệm trên, chúng tôi sử dụng chỉ tiêu nồng độ chất rắn hòa tan tổng số thay cho chỉ tiêu đường tổng số, do đường chiếm tỷ lệ lớn nhất trong số các chất rắn hòa tan của thịt quả chuối. ở nhiệt độ thấp gây tổn thương lạnh, sự phân hủy tinh bột thành đường bị ngăn cản, làm cho nồng độ chất rắn hòa tan tổng số trong những quả chuối bị tổn thương thấp hơn hẳn so với quả chuối chín bình thường. Kết quả này không hề mâu thuẫn với công bố của Aziz và cộng sự (1976a, 1976b).

5. KẾT LUẬN

Chuối tiêu (*Musa AAA*) bảo quản ở nhiệt độ thấp (6 và 10°C) có biểu hiện bị tổn thương lạnh ở các thời điểm khác nhau và mức độ tổn thương cũng khác nhau tùy thuộc vào nhiệt độ bảo quản. Nếu bảo quản ở nhiệt độ cao hơn (14°C), chuối vẫn có thể bảo quản dài ngày mà không hề có những biến đổi xấu. Kết quả nghiên cứu này có thể làm cơ sở để áp dụng trong công tác bảo quản chuối phục vụ xuất khẩu ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abd El-Wahab, F.K. (1973). Physiological studies on postharvest chilling injury on some tropical and sub tropical fruits. Ph.D. thesis, Ain Shams Univ., Egypt.
- Abilay, R.M. (1968). Some factors affecting chilling injury of banana fruits. *Philipp. Agric.* 51: 757-766.
- A.O.A.C. (1984). Acidity (Titratable) of fruit products, pp. 420. In W. Sidney, ed. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington.
- A.O.A.C. (1984). Solids (Soluble) in fruit and fruit products. Refractometer method. pp. 417. In W. Sidney, ed. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington.
- Aziz. A.B.A., S.M. El-Tomi, F.K. Abdel- Wahab and A.S. Abdel-Kader (1976 a). Chilling injury of banana fruits as affected by variety and chilling periods. *Egypt. J. Hort.* 3: 37-44.
- Aziz. A.B.A., S.M. El-Tomi, F.K. Abdel- Wahab and A.S. Abdel-Kader (1976 b). The changes of some chemical compounds of banana fruits under low storage temperature. *Egypt. J. Hort.* 3: 179-188.
- Chitrakoolsup, P. (1982). A study on chilling injury of banana (*Musa sp.*) fruits. M.S. thesis, Kasetsart University, Thailand.
- FAO (1999). Agricultural Summary Table. Available source: <http://www.fao.org>.
- FAO (2001). Statistics on 2000 banana production. FAOSTATT Database On-line.
- Gemma, H., Y. Matsuyama and H. Wang (1994). Ripening characteristics and chilling injury of banana fruit. I. Effect of storage temperature on respiration, ethylene production and membrane permeability of peel and pulp tissues. *Jpn. J. Trop. Agric.* 38: 216-220.
- Murata, T. N. Kozukue and K. Ogata (1967). Studies on postharvest ripening and storage of banana fruits. Part VII. Physiological study of chilling injury in banana fruit. *J. Food Sci. Tech.* 14: 348-353.
- Pantastico, Er.B, M. Ali Azizan, H. Abdullah, A.L. Acedo, I.M. Dasuki and S. Kosiyachinda (1990). Physiological disorders of banana fruit, pp. 85-103. In: Abd. Hassan and Er. B Pantastico, eds. Banana: Fruit Development, Postharvest Physiology, Handling and Marketing in ASEAN. ASEAN Food Handling Bureau, Kuala Lumpur.
- Schoofs, H., B. Panis, H. Strosse, A. M. Mosqueda, J. L. Torres, N. Roux, J. Dolezel and R. Swenene. (1999). Bottlenecks in the generation and maintenance of morphogenic banana cell suspensions and plant regeneration via somatic embryogenesis therefrom. *Info Musa* 8: 3-7.
- Sharrock, S. And E. Fricson (1988). Musa production around the world - trends, varieties and regional importance, pp. 423-447. In Networking Banana and Plantain. Annual Report INIBAP, Montpellier, France.
- Wang, C.Y. (1990). Chilling injury of horticultural crops. 313p. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, USA.
- Wolf, J. (1958). Uber die organischen Sauren der Banana. *Z. Lebensm.-Unters.-Forsch.* 107: 124 (*cf. Agric. Food Res.*, 1960. 10: 293-354).

Zauberman, G. and M.P. Jobin-Decor (1995). Avocado (*Persea americana* Mill.) quality changes in response to low-temperature storage. *Postharv. Biol. Technol.* 5: 235-243.