

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CẦN THƠ
KHOA NÔNG NGHIỆP & SINH HỌC ỨNG DỤNG
BỘ MÔN CÔNG NGHỆ THỰC PHẨM



PHAN THỊ THÚY HẰNG

KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ XỬ LÝ
OZONE VÀ PHƯƠNG PHÁP BẢO QUẢN LẠNH ĐẾN
CHẤT LƯỢNG CẢI NGỌT

LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP KỸ SƯ

Chuyên ngành: CÔNG NGHỆ THỰC PHẨM

Giáo viên hướng dẫn

LÝ NGUYỄN BÌNH

NĂM 2008

LỜI CẢM TẠ

Trong quá trình theo học tại trường Đại học Cần Thơ, nhờ sự tận tình dạy bảo của quý thầy cô giúp em có một ít vốn kiến thức chuyên ngành và đặc biệt là đã hoàn thành được Luận văn Tốt Nghiệp.

Em xin chân thành cảm ơn thầy Lý Nguyễn Bình đã tận tình hướng dẫn, góp ý giúp em hoàn thành đề tài.

Em vô cùng biết ơn quý Thầy cô trường Đại học Cần Thơ, quý Thầy cô bộ môn Công nghệ Thực Phẩm đã truyền đạt cho em bao kiến thức quý báu.

Em xin được cảm ơn các cán bộ phòng thí nghiệm của bộ môn Công nghệ Thực Phẩm tạo điều kiện thuận lợi cho em thực hiện đề tài.

Cảm ơn các bạn lớp Công nghệ Thực Phẩm K29 đã góp ý, giúp đỡ tôi trong quá trình thực hiện đề tài.

TÓM LƯỢC

Vấn đề tồn thất sau thu hoạch đang là vấn đề nóng bỏng hiện nay khiến cho các nhà kinh doanh và các nhà chế biến thực phẩm phải nỗ lực tìm ra giải pháp cho vấn đề này nhằm hạ đến mức thấp nhất thiệt hại về kinh tế. Một trong những giải pháp đó làm thế nào để có thể kéo dài thời gian bảo quản rau quả tươi và đảm bảo an toàn cho người sử dụng. Chính vì thế, đề tài tiến hành các thí nghiệm sau:

Thí nghiệm 1: Khảo sát việc sử dụng bao bì PP với các tỉ lệ đục lỗ khác nhau (0%, 1%, 3%, 5%) để bảo quản cải ngọt. Cải ngọt được rửa sạch bằng nước thường và cho vào bao bì với các tỉ lệ đục lỗ khác nhau, tiến hành bảo quản ở 2 nhiệt độ 4-6°C và 9-11°C. Cải ngọt bảo quản trong bao bì tỉ lệ đục lỗ 0% (có cắt góc bao bì) ở 4-6°C giữ được chất lượng tươi ngon sau 9 ngày bảo quản.

Thí nghiệm 2: Khảo sát ảnh hưởng của Ozone đến mật số *Coliform* trên cải ngọt. Cải ngọt được cắt rễ, loại bỏ lá vàng, hư, dập nát, rửa sạch với nước thường. Sau đó, ngâm trong nước Ozone với các nồng độ khác nhau (0,06ppm, 0,09ppm, 0,12ppm) và thời gian ngâm khác nhau (10phút, 15phút, 20phút), cho vào bao bì và tiến hành bảo quản ở 4-6°C. Kết quả phân tích vi sinh chứng tỏ ngâm cải ngọt trong nước Ozone nồng độ 0,12ppm với thời gian ngâm 20 phút thì mật số *Coliform* trên cải ngọt thấp nhất trong quá trình bảo quản.

MỤC LỤC

LỜI CẢM TẠ	i
TÓM LƯỢC.....	iii
MỤC LỤC	iv
DANH SÁCH HÌNH VÀ BẢNG	vi
CHƯƠNG 1 GIỚI THIỆU	1
1.1 Đặt vấn đề	1
1.2 Mục tiêu nghiên cứu	1
CHƯƠNG 2 LƯỢC KHẢO TÀI LIỆU	2
2.1 Tầm quan trọng của cây rau đối với nền kinh tế và vấn đề quản lý chất lượng sau thu hoạch	2
2.1.1 Tầm quan trọng của cây rau đối với nền kinh tế	2
2.1.2 Quản lý chất lượng sau thu hoạch	3
2.2 Thành phần hóa học của rau quả	4
2.3 Các quá trình xảy ra trong rau quả khi bảo quản	9
2.3.1 Các quá trình vật lý	9
2.3.2 Yếu tố sinh lý sinh hóa	10
2.4 Các quá trình không mong muốn khác	15
2.4.1 Những ảnh hưởng bất lợi của Ethylene	15
2.4.2 Các rối loạn vật lý – Rối loạn ở nhiệt độ thấp	15
2.5 Kiểm soát sự khô héo và hao hụt rau sau thu hoạch	17
2.6 Các loại vi sinh vật trên rau tươi	18
2.6.1 Vi sinh vật trên rau tươi trong quá trình bảo quản	19
2.6.2 Sự đi vào của vi sinh vật	20
2.6.3 Cơ chế tự bảo vệ của rau	20
2.7 Ozone	21
2.7.1 Giới thiệu	21
2.7.2 Tác động của ozone trên vi sinh vật chỉ thị và vi sinh vật gây bệnh	21
2.7.3 Cơ chế tác động của ozone	22

2.7.4 Độc chất, sản phẩm phụ của phản ứng ozone hóa	22
CHƯƠNG 3 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	24
3.1 Phương tiện	24
3.2 Phương pháp thí nghiệm	24
CHƯƠNG IV KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN.....	29
4.1 Khảo sát việc sử dụng bao bì PP với các tỉ lệ đục lỗ khác nhau để bảo quản cải ngọt	29
4.2 Khảo sát ảnh hưởng của Ozone đến mật số Coliform trên cải ngọt	32
CHƯƠNG V KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ	36
5.1 Kết luận	36
5.2 Đề nghị	36
TÀI LIỆU THAM KHẢO	37
Phụ lục 1: Kết quả thống kê	vi
Phụ lục 2: Hình cải ngọt trong quá trình bảo quản	x

DANH SÁCH HÌNH VÀ BẢNG

Danh sách hình

Hình 1 Hao hụt khối lượng trong quá trình bảo quản cải ngọt ở 4-6°C và 9-11°C	29
Hình 2 Tỷ lệ lá vàng trong quá trình bảo quản cải ngọt ở 9-11°C	30
Hình 3: Đồ thị biểu diễn khả năng chấp nhận của cải ngọt theo thời gian bảo quản ở kho 1 (4-6°C) và kho 2 (9-11°C).....	32
Hình 4 Đồ thị so sánh mật số <i>Coliform</i> của mẫu đối chứng với các mẫu ngâm trong nước Ozone.....	33
Hình 5 Đồ thị biểu diễn mật số <i>Coliform</i> theo thời gian bảo quản ở 4-6°C của 3 mẫu được ngâm trong nước Ozone với nồng độ khác nhau và thời gian ngâm 10phút	33
Hình 6 Đồ thị biểu diễn mật số <i>Coliform</i> theo thời gian bảo quản ở 4-6°C của 3 mẫu được ngâm trong nước Ozone với nồng độ khác nhau và thời gian ngâm 15phút	34
Hình 7 Đồ thị biểu diễn mật số <i>Coliform</i> theo thời gian bảo quản ở 4-6°C của 3 mẫu được ngâm trong nước Ozone với nồng độ khác nhau và thời gian ngâm 20phút	34
Hình 8 Đồ thị biểu diễn mật số <i>Coliform</i> theo thời gian bảo quản ở 4-6°C của 3 mẫu được ngâm trong nước Ozone nồng độ 0,12ppm với thời gian ngâm khác nhau.....	35

Danh sách bảng

Bảng 1 Hao hụt khối lượng trong thời gian bảo quản cải ngọt 9 ngày (%) (*).....	29
Bảng 2 Tỷ lệ lá vàng trong quá trình bảo quản cải ngọt (%) (*)	31
Bảng 3. Thông số phương trình kết quả thí nghiệm.....	31

CHƯƠNG 1 GIỚI THIỆU

1.1 Đặt vấn đề

Việt Nam là một nước nhiệt đới nên thích hợp với sự phát triển của nhiều loại rau quả. Đồng Bằng Sông Cửu Long là nơi có sản lượng rau quả lớn trong cả nước với sự đa dạng về chủng loại.

Ngày nay, đời sống kinh tế của con người ngày càng cao, trình độ dân trí tăng nên yêu cầu về dinh dưỡng và vệ sinh an toàn thực phẩm luôn được quan tâm hàng đầu. Người tiêu dùng đòi hỏi rau quả phải ngon, tươi và đảm bảo chất lượng vi sinh. Ngoài ra, hiện nay tổn thất sau thu hoạch đối với rau quả là rất lớn ảnh hưởng không nhỏ đến nền kinh tế nước nhà cũng như làm giảm thu nhập của người làm vườn. Trước tình hình đó, buộc nhà sản xuất phải không ngừng cải tiến về giống, kỹ thuật trồng, và nơi phân phối phải kiểm soát thật kỹ lưỡng trong công đoạn xử lý và bảo quản nhằm hạn chế đến mức tối thiểu tổn thất sau thu hoạch và đảm bảo chất lượng tươi ngon của nguyên liệu khi đến tay người tiêu dùng.

Rau là nhu cầu không thể thiếu trong cơ cấu bữa ăn hàng ngày của con người do rau cung cấp nhiều chất khoáng, vitamin, chất xơ... Đặc biệt khi lương thực và các thức ăn giàu đạm đã được đảm bảo thì yêu cầu về số lượng và chất lượng rau ngày càng gia tăng như một nhân tố tích cực trong cân bằng dinh dưỡng và kéo dài tuổi thọ. Hơn nữa, rau còn làm tăng tính đa dạng trong cơ cấu bữa ăn, góp phần kích thích tính ngon miệng thông qua nhiều màu sắc, mùi vị đặc trưng.

Trong số các loại rau thì cải ngọt được trồng nhiều và sản lượng lớn nhưng rất dễ bị hư hỏng nếu như biện pháp thu hoạch cũng như phương pháp bảo quản không tốt.

Chính vì những lí do trên, đề tài “Khảo sát ảnh hưởng của chế độ xử lý ozone và phương pháp bảo quản lạnh đến chất lượng cải ngọt” được nghiên cứu và thực hiện.

1.2 Mục tiêu nghiên cứu

- Xác định nhiệt độ thích hợp cho quá trình bảo quản cải ngọt và tỉ lệ đục lỗ bao bì nhằm đảm bảo chất lượng cải ngọt trong quá trình bảo quản
- Xác định nồng độ nước Ozone và thời gian ngâm cải ngọt trong nước Ozone nhằm hạn chế mật số *Coliform* trên cải ngọt trong suốt quá trình bảo quản

CHƯƠNG 2 LƯỢC KHẢO TÀI LIỆU

2.1 Tầm quan trọng của cây rau đối với nền kinh tế và vấn đề quản lý chất lượng sau thu hoạch

2.1.1 Tầm quan trọng của cây rau đối với nền kinh tế

Giá trị dinh dưỡng

Rau là loại thực phẩm rất cần thiết cho mọi người trong đời sống hàng ngày. Rau cũng là loại thực phẩm không thể thay thế. Bởi lẽ, cây rau cung cấp rất nhiều chất dinh dưỡng quan trọng cho sự phát triển của cơ thể con người như protein, lipid, vitamin, muối khoáng và nhiều hợp chất quan trọng khác. Cây rau chứa hàm lượng vitamin và chất khoáng hơn hẳn một số cây trồng khác. Về vai trò của vitamin trong sự phát triển của cơ thể con người đã được Ch.Eijkman người Hà Lan và S.F.G. Hopkins người Anh phát hiện từ năm 1929.

Có thể nói rau là thành phần quan trọng trong mỗi bữa ăn hằng ngày của mọi người trên hành tinh này.

Chất khoáng trong rau chủ yếu là canxi, phosphor và sắt,...Chúng có tác dụng điều hòa, cân bằng kiềm trong máu, là những chất cần thiết cho cấu tạo máu và xương. Đặc biệt nguyên tố sắt cần thiết trong quá trình phát triển của thai nhi (Phạm Thu Cúc, 2005).

Phức hợp pectin – cellulose kích thích mạnh nhu động ruột và khả năng tiết dịch của ruột. Do vậy, quá trình tiêu hóa và bài tiết trở nên dễ dàng hơn (Nguyễn Minh Thủy, 2007).

Từ lâu nhân dân ta có câu “cơm không rau như đầu không thuốc” cho thấy giá trị dinh dưỡng của cây rau to lớn biết chừng nào.

Chất xơ trong rau chiếm một khối lượng lớn, tuy không có giá trị dinh dưỡng, song do bản thân chúng rất xốp nên có tác dụng nhuận tràng và tăng khả năng tiêu hóa (Phạm Thu Cúc, 2005).

Ý nghĩa kinh tế

Rau là loại cây trồng cho giá trị kinh tế cao. Giá trị sản xuất 1 ha rau gấp 2-3 lần so với 1 ha lúa. Hiệu quả lớn hay nhỏ còn phụ thuộc vào trình độ sản xuất, công nghệ sản xuất, kinh nghiệm và chủng loại rau. Nhìn chung cây rau có thời gian sinh trưởng ngắn, có thể gieo trồng nhiều vụ trong năm, do đó làm tăng sản lượng trên một đơn vị diện tích.

Rau là loại hàng hóa có giá trị xuất khẩu cao: rau là mặt hàng xuất khẩu quan trọng, thu ngoại tệ mạnh của nhiều nước trên thế giới. Sản phẩm rau xuất khẩu có thể là tươi sống, hoặc đã qua chế biến.

Rau là nguyên liệu chế biến thực phẩm phong phú và quan trọng: rau chế biến là mặt hàng xuất khẩu quan trọng, đồng thời cũng là loại rau dự trữ được sử dụng trong nội địa. Cây rau có vị trí rất quan trọng trong sản xuất nông nghiệp và đời sống xã hội, nên từ xa xưa người nông dân Việt Nam đã có câu “nhất canh trì, nhì canh viên, tam canh điền”, có nghĩa là “thứ nhất thả cá, thì nhì làm vườn, thứ ba làm ruộng”.

Giá trị y học

Rau chẳng những có giá trị dinh dưỡng cao mà chúng còn được sử dụng để làm dược liệu quý như: tỏi ta, hành hoa, gừng, nghệ,... Trong nhiều năm qua, các nhà khoa học trên thế giới đã nghiên cứu và phát hiện ra những khả năng kỳ diệu của một số loại rau trong phòng ngừa và chữa trị một số loại bệnh nan y.

Giá trị xã hội

Khi ngành sản xuất rau được phát triển một cách nhanh chóng và vững chắc sẽ góp phần làm tăng thu nhập cho người lao động, thỏa mãn nhu cầu ngày càng cao của người tiêu dùng. Đồng thời đáp ứng yêu cầu của công cuộc xây dựng đất nước. Khi sản xuất rau được coi là một nghề, những khu chuyên canh rau được mở rộng sẽ có điều kiện để sắp xếp lao động một cách hợp lý, giải quyết việc làm cho nông dân trong những lúc nông nhàn. Phát triển ngành sản xuất rau còn có điều kiện để hỗ trợ đối với các ngành khác trong nông nghiệp như cung cấp thức ăn và chất xanh cho chăn nuôi...

2.1.2 Quản lý chất lượng sau thu hoạch

Quản lý chất lượng là yếu tố quan trọng cần phải quan tâm. Nghiên cứu cho thấy rau quả Việt Nam bị thất thoát nhiều, phần lớn do ở khâu sau thu hoạch.

Chất lượng

Một số thuộc tính chất lượng là dễ nhìn và đánh giá như màu sắc, kích cỡ và hình dạng. Tuy nhiên, cũng có các yếu tố khác ảnh hưởng đến sự mua rau của người tiêu dùng. Đó được gọi là những thuộc tính ẩn và có thể bao gồm nước sản xuất, thời gian sử dụng và an toàn thực phẩm.

Tạo sản phẩm thích hợp

Chúng ta cần thu hoạch rau ở giai đoạn thích hợp. Nếu chúng được thu hoạch quá sớm chúng có thể không có mùi thơm hay độ cứng chắc đúng của chúng, còn nếu chúng được thu hoạch quá muộn chúng sẽ có thời gian sử dụng ngắn.

Khi rau được thu hoạch, nó sẽ mất dần đi chất lượng và thời gian sử dụng. Rau vẫn xanh và tiếp tục hô hấp sử dụng nguồn chất dinh dưỡng dự trữ sau thu hoạch. Khi rau hóa già, nó có thể: quá mềm, biểu hiện sự phá vỡ của mô, mất màu, mất mùi, tạo mùi khó chịu.

Quản lý sau thu hoạch tốt sẽ giúp chúng ta làm chậm tốc độ hư hỏng của sản phẩm, kéo dài thời gian sử dụng của sản phẩm và giữ được chất lượng.

Chất lượng bị mất đi như thế nào?

Tổn thương cơ giới: bầm dập, trầy xước, nứt

Mất nước

Bệnh hại

Hóa già

Những rối loạn sinh lý: tổn thương do nhiệt và lạnh, tổn thương do Ethylene, oxygen thấp

Quản lý sau thu hoạch

Giảm thiểu sức nóng trên đồng ruộng (thu hoạch vào thời gian mát nhất trong ngày)

Xử lý sản phẩm cẩn thận

Giảm thiểu mất nước

Với sản phẩm mẫn cảm với Ethylene cần thông gió tốt cho sản phẩm

Giữ cho những nơi phân loại, đóng gói được sạch sẽ và gọn gàng để tránh gặp phải những vấn đề về bệnh hại sau thu hoạch

2.2 Thành phần hóa học của rau quả

Nước

Nước đóng vai trò quan trọng trong hoạt động sống của tế bào. Trước hết, nước được xem là thành phần quan trọng xây dựng nên cơ thể thực vật. Nước chiếm đến 90% trọng lượng chất nguyên sinh và nó quyết định tính ổn định về cấu trúc cũng như trạng thái keo nguyên sinh chất (Nguyễn Mạnh Khải và ctv, 2006).

Bên cạnh đó, nước còn có chức năng sinh hóa vô cùng quan trọng, là môi trường cho các phản ứng sinh hóa xảy ra, đồng thời là nguyên liệu cho một số phản ứng thủy phân quan trọng như thủy phân tinh bột, protein, lipid,...

Nước là môi trường hòa tan các chất khoáng, các chất hữu cơ như các sản phẩm quang hợp, các vitamin, các phytohormone, các enzyme,... và vận chuyển lưu thông đến tất cả các tế bào, các mô và cơ quan.

Nước trong rau quả còn là chất điều chỉnh nhiệt. Khi nhiệt độ không khí cao, nhờ quá trình bay hơi nước mà nhiệt độ môi trường xung quanh rau quả hạ xuống nên các hoạt động sống khác tiến hành thuận lợi hơn.

Nước trong rau quả chủ yếu ở dạng tự do. Có tới 80 – 90% lượng nước tự do ở trong dịch bào, phần còn lại trong chất nguyên sinh và gian bào. Chỉ một phần nhỏ nước (không quá 5%) là ở dạng liên kết trong các hệ keo của tế bào. Ở màng tế bào, nước liên kết với protopectin, cellulose và hemicellulose.

Khi rau tách khỏi môi trường sống và cây mẹ (tức là sau thu hoạch), lượng nước bốc hơi không được bù đắp lại. Hàm lượng nước trong rau quả có ảnh hưởng đến chất lượng và khả năng bảo quản của chúng. Do rau quả có hàm lượng nước cao, các quá trình sinh lý xảy ra mãnh liệt, cường độ hô hấp tăng làm tiêu tốn nhiều chất dinh dưỡng dự trữ và sinh nhiệt. Việc bảo quản những sản phẩm có chứa nhiều nước này cũng khó khăn hơn vì chúng là môi trường thuận lợi cho các vi sinh vật hoạt động, làm giảm chất lượng rau quả (Nguyễn Thị Bích Thủy và ctv, 2007).

Hàm lượng nước thật sự phụ thuộc vào hàm lượng nước hiện hữu trong mô rau quả ở thời điểm thu hoạch. Vì thế, hàm lượng nước của sản phẩm có sự thay đổi nếu có sự dao động về nhiệt độ và độ ẩm tương đối hằng ngày. Hầu hết các loại rau quả đều được thu hái ở thời điểm thuận thực với hàm lượng nước cao nhằm đảm bảo tính giòn của cấu trúc, do đó thời gian thu hoạch là yếu tố quan trọng, đặc biệt đối với các loại rau lá có hàm lượng nước cao và dễ bị thay đổi nhanh chóng trong môi trường (Nguyễn Minh Thủy, 2007).

Các hợp chất Carbonhydrate (Glucide)

Đường

Đường là thành phần dinh dưỡng quan trọng và là một trong những yếu tố cảm quan hấp dẫn người tiêu dùng đối với các loại rau quả tươi. Đường quyết định chất lượng cảm quan của rau quả như tạo mùi (khi kết hợp với acid hữu cơ tạo ester), vị (cân bằng đường - acid), màu sắc (dẫn xuất của anthocyanin) và trạng thái kết cấu (tỷ lệ đường - tinh bột). Trong các loại rau quả khác nhau, số lượng và tỷ lệ các loại đường khác nhau, làm cho rau quả có vị ngọt khác nhau. Đường trong rau quả chủ yếu tồn tại dưới dạng glucose, fructose và saccharose. Hàm lượng đường thường cao nhất ở các loại quả nhiệt đới, bán nhiệt đới và thấp nhất ở các loại rau (Nguyễn Mạnh Khải và ctv, 2006).

Tinh bột

Tinh bột là polysaccharide quan trọng nhất đóng vai trò dự trữ. Tinh bột được tìm thấy ở lục lạp của lá (gọi là tinh bột quang hợp hay tinh bột đồng hóa) hay ở các lạp thể như bột

lạp (gọi là tinh bột dự trữ) trong củ, hạt và các cơ quan khác. Trong các loại rau quả, hàm lượng tinh bột thấp. Tinh bột gồm 2 loại là amylose và amylosepectin khác nhau về cấu tạo phân tử, về tính chất lý học và hóa học.

Cellulose và Hemicellulose

Một thành phần của nhóm carbohydrate hiện diện trong xơ không thể tiêu hóa được trong hệ thống đoạn ruột trên của cơ thể con người nhưng có thể chuyển hóa được trong hệ thống đoạn ruột dưới.

Cellulose chiếm 1-3%, tác dụng làm tăng nhu động ruột và không tan trong nước. Hemicellulose tạo độ cứng cho rau quả, là chất dự trữ năng lượng (Nguyễn Minh Thủy, 2007).

Cellulose và hemicellulose là những hợp chất phức có chứa chất xơ. Lignin, polymer phức của hợp chất thơm nối kết bởi các đơn vị propyl, là thành phần chủ yếu của chất xơ trong khẩu phần ăn. Các chất xơ khẩu phần không thể tiêu hóa cũng như con người không có khả năng giữ các enzyme cần thiết để phân hủy các hợp chất phức thành đơn vị mono có thể được hấp thụ bởi đường ruột.

Pectin

Phần chính của tế bào thực vật được cấu tạo từ các polysaccharide giống như keo (gel), không thuộc nhóm cellulose và được gọi là pectin. Các chất pectin có phân tử lượng thấp hơn cellulose và hemicellulose. Chúng thường tập trung ở thành tế bào, làm nhiệm vụ gắn kết các tế bào lại với nhau.

Pectin là polygalacturonic nhưng một số nhóm carboxyl bị methyl hóa. Các gốc acid D-galacturonic liên kết với nhau nhờ các liên kết 1,4-glucoside. Trong rau quả, pectin tồn tại chủ yếu ở 2 dạng: pectin hòa tan (acid pectic, pectin) và pectin không hòa tan (protopectin).

- Acid pectic có cấu trúc nhỏ nhất, khoảng 100 acid galacturonic liên kết lại. Chúng thường có ở khoảng giữa của các tế bào và ở thành các tế bào sơ cấp. Acid pectic hòa tan trong nước, nhưng có thể chuyển sang dạng không hòa tan nếu các nhóm carboxyl liên kết với các ion Mg^{2+} , Ca^{2+} để tạo thành muối.

- Pectin có phân tử lượng cao hơn, khoảng 200 acid galacturonic liên kết với nhau, trong đó nhiều nhóm carboxyl bị methyl hóa. Pectin cũng ở dạng hòa tan, thường được tìm thấy ở khoảng giữa của các tế bào và ở thành các tế bào sơ cấp. Ngoài ra còn có ở tế bào chất của một số tế bào.

- Protopectin có phân tử lượng cao nhất và ở dạng không hòa tan. Trong phân tử protopectin, các acid galacturonic liên kết với các ion Ca^{2+} để tạo thành muối.

Hợp chất chứa nito

Nito trong rau quả tồn tại chủ yếu dưới dạng: protein và phi protein. Hàm lượng protein trong rau quả nhìn chung là thấp, ngoại trừ các loại họ đậu chiếm khoảng 5%. Với các sản phẩm rau quả, phần lớn protein đóng vai trò chức năng chính cấu tạo nên các enzyme chứ không dự trữ trong các loại hạt.

Lipid

Lipid thực vật là một nhóm hợp chất lớn đóng vai trò quan trọng hoạt động sinh lý và trao đổi chất của rau quả sau thu hoạch. Ở các loại rau quả, lipid chủ yếu là dạng cấu tử tham gia vào thành phần cấu trúc màng, hay lớp vỏ sáp bảo vệ. Hàm lượng lipid trong rau quả thấp, <1%, trừ quả bơ và ôliu có đến 15% chất béo dưới dạng hạt nhỏ trong tế bào thịt quả.

Các hợp chất bay hơi

Các hợp chất bay hơi là những hợp chất có trọng lượng phân tử nhỏ, thường là phần triệu đơn vị và có hàm lượng không đáng kể so với trọng lượng rau quả, nhưng lại có ý nghĩa rất lớn trong việc tạo mùi và hương thơm cho rau quả, đặc biệt là các loại quả.

Các chất bay hơi trong rau quả rất đa dạng về cấu trúc hóa học. Chúng bao gồm các ester, lactone, alcohol, acid, aldehyde, ketone, terpene, một vài loại phenol, ether,...

Sắc tố

Đối với người tiêu dùng, màu sắc là một trong những tiêu chí cơ bản để đánh giá chất lượng rau quả sau thu hoạch. Sắc tố cung cấp những thông tin về chất lượng như độ chín, tình trạng dinh dưỡng khoáng của rau quả.

Sắc tố thực vật có thể chia thành 4 nhóm chính dựa trên cấu trúc hóa học: chlorophyll, carotenoid, flavonoid và betalain. Trong đó, nhóm thứ tư là ít phổ biến nhất. Chlorophyll tạo nên màu xanh lá cây cho thực vật, có nhiều trong các loại rau và các loại quả còn xanh. Còn các sắc tố thuộc nhóm carotenoid, flavonoid và betalain thì tạo nên các màu sắc đa dạng như vàng, đỏ, da cam, nâu, xanh nước biển, tím,...trong các loại quả chín và một số rau đặc trưng khác.

Acid hữu cơ

Acid hữu cơ là những mono carboxylic acid, dicarboxylic acid và tricarboxylic acid có cấu trúc phân tử nhỏ, thể hiện tính chất acid do trong phân tử có các nhóm carboxyl (-

COOH). Chúng tồn tại dưới dạng acid tự do, anion, hoặc dạng kết hợp với muối, ester, glycoside hoặc các hợp chất khác. Acid hữu cơ đóng vai trò quan trọng trong hoạt động trao đổi chất của rau quả sau thu hoạch. Một số loại acid hữu cơ là những thành phần không thể thiếu của quá trình hô hấp (chu trình Krebs). Ở một số mô trong rau quả, acid hữu cơ tồn tại dưới dạng năng lượng dự trữ. Bên cạnh đó, acid hữu cơ còn tạo nên mùi vị đặc trưng cho rau quả. Một số loại acid hữu cơ chỉ tồn tại với số lượng nhỏ, trong khi một số acid khác lại có hàm lượng lớn hơn như malic, citric, tartaric acid. Hàm lượng acid cũng biến động tùy thuộc loại rau quả.

Vitamin

Vitamin là những hợp chất hữu cơ có trọng lượng phân tử tương đối nhỏ rất cần thiết cho hoạt động sống. Con người và động vật không có khả năng tổng hợp vitamin, ngoại trừ vitamin B₁₂ có thể được tổng hợp bởi vi sinh vật và vitamin D được tạo thành trên da trong điều kiện có ánh sáng mặt trời. Vì vậy, vitamin phải được cung cấp từ các nguồn thức ăn bên ngoài (Nguyễn Mạnh Khải và ctv, 2006). Có khoảng 30 loại vitamin khác nhau và hàng trăm hợp chất gần giống vitamin thiên nhiên. Rau quả là nguồn quan trọng cung cấp nhiều vitamin cho con người đặc biệt là A, B, C, PP, E,...

Vitamin C: là dẫn xuất của đường glucose trong thực vật. Rau quả là nguồn cung cấp đến 90% lượng vitamin C. Cơ thể con người cần khoảng 50mg vitamin C/ngày. Vitamin C có nhiều trong một số rau xanh như cải làn, củ cải (120mg/100g) và một số loại trái cây.

Vitamin B₁: trong mô thực vật, vitamin B₁ chỉ tồn tại ở dạng tự do, nhưng cũng có thể tìm thấy ở dạng mono, di, triphosphoric ester và mono, di-sulfide. Chức năng của B₁ là coenzyme thiamine pyrophosphate, tham gia vào các phản ứng sinh hóa then chốt của cơ thể như con đường glycolytic, chu trình Krebs và con đường pentozophosphate.

Vitamin B₂ hoặc các dẫn xuất của nó: có rất nhiều trong thực vật và vi sinh vật. Trong thực vật nó thường ở dạng kết hợp, chủ yếu là flavin mononucleotide (FMN) và flavin adenine dinucleotide (FAD). Enzyme có chứa flavin nucleotide rất cần thiết cho sự oxy hóa pyruvate và acid béo, đồng thời đóng vai trò quan trọng trong chuỗi vận chuyển điện tử. Thông thường dạng oxy hóa của phân tử thì có màu vàng, đỏ, xanh trong khi dạng khử thì không màu. Các loại rau ăn lá thường là nguồn cung cấp vitamin B₂.

Vitamin A (Retinol): Đóng vai trò quan trọng trong sự cảm quang của mắt. Thiếu vitamin A trong thời gian dài sẽ dẫn đến hiện tượng mù lòa. Ngoài ra, nó còn có tác dụng đối với sự tổng hợp các hormone steroid cũng như làm bền vững màng tế bào. Tiền thân của vitamin A trong rau quả là một số loại carotenoid như là α , β , γ – carotene, đặc biệt có hoạt tính hơn cả là β -carotene, có thể được cơ thể con người chuyển hóa thành vitamin A.

2.3 Các quá trình xảy ra trong rau quả khi bảo quản

2.3.1 Các quá trình vật lý

Sự bay hơi nước của rau quả sau thu hoạch

Quá trình bay hơi nước từ bề mặt lá và các bộ phận khác của cây vào không khí được gọi là quá trình thoát hơi nước. Quá trình thoát hơi nước diễn ra liên tục trong suốt đời sống của cây trồng, thậm chí ngay cả khi các bộ phận của cây tách ra khỏi cơ thể mẹ (được thu hoạch), chúng vẫn tiếp tục thoát hơi nước. Khi còn ở trên cây lượng nước bốc hơi được bù đắp thường xuyên nhờ sự hấp thu nước của rễ cây và vận chuyển đến các bộ phận trên cây. Nhưng sau khi thu hoạch, lượng nước mất đi này không được bù đắp lại. Vì vậy sự mất nước của rau tươi sau thu hoạch có ảnh hưởng rất lớn đến trạng thái sinh lý cũng như chất lượng của sản phẩm (Nguyễn Thị Bích Thủy và ctv, 2007).

Sau khi thu hoạch tất cả loại rau đều tiếp tục bị mất nước do sự tự bay hơi. Nếu quá trình mất nước không bị chậm lại thì rau sẽ bị héo, xơ cứng và không còn sử dụng được. Các loại rau bị mất 5-10% trọng lượng của chúng sẽ không còn giá trị sử dụng.

Quá trình thoát hơi nước ở thực vật về bản chất là một quá trình bay hơi vật lý nên phụ thuộc chặt chẽ vào các yếu tố ngoại cảnh như nhiệt độ, độ ẩm môi trường, tốc độ chuyển động của không khí trong môi trường bảo quản. Sự chênh lệch về áp suất hơi nước trên bề mặt rau và áp suất hơi nước trong không khí càng lớn thì sự thoát hơi nước càng nhanh (Nguyễn Minh Thủy, 2007).

Nhiệt độ bảo quản quá cao hay quá thấp đều có thể làm tổn thương tế bào, gây rối loạn trao đổi chất, ảnh hưởng đến tốc độ thoát hơi nước của rau. Khi bảo quản lạnh rau cần tránh thay đổi nhiệt độ đột ngột làm ảnh hưởng đến tốc độ thoát hơi nước.

Ánh sáng mặt trời cũng có ảnh hưởng đến quá trình bay hơi nước. Ánh sáng làm tăng nhiệt độ của khối rau, làm tăng độ mở khí khổng, tăng tính thấm của nguyên sinh chất trong tế bào, do đó cũng có làm tăng sự thoát hơi nước.

Sự thoát hơi nước của rau quả sau thu hoạch còn phụ thuộc rất nhiều vào đặc điểm của rau quả như mức độ háo nước của hệ keo trong tế bào, thành phần, cấu tạo và trạng thái của mô bảo vệ, cường độ hô hấp của rau. Rau chứa ít protein hơn các loại nông sản khác nên khả năng giữ nước kém. Độ dày và đặc tính của lớp cutin, sáp trên bề mặt rau, tỉ lệ diện tích bề mặt và thể tích của rau quả cũng ảnh hưởng đến tốc độ thoát hơi nước. Tỉ lệ này càng lớn thì tốc độ thoát hơi nước càng cao. Rau ăn lá có nhiều khí khổng trên bề mặt lá nên thoát hơi nước càng cao.

Các tổn thương cơ giới và vết thương gây ra bởi vi sinh vật hại cũng là yếu tố làm tăng tốc độ thoát hơi nước. Sự thoát hơi nước của rau quả sau thu hoạch làm cho rau bị héo, giảm sức đề kháng, giảm chất lượng. Nếu mất nước quá nhiều rau sẽ không còn giá trị thương phẩm.

Sự giảm khối tự nhiên

Sự thoát hơi nước và sự hao tổn các chất hữu cơ trong quá trình hô hấp là nguyên nhân làm giảm khối lượng rau sau thu hoạch. Theo tính toán, 70 – 75% khối lượng hao hụt là do mất nước, 25 – 30% khối lượng hao hụt là do hô hấp của rau (Nguyễn Thị Bích Thủy và ctv, 2007) .

Sự giảm khối tự nhiên của rau trong quá trình bảo quản phụ thuộc vào các yếu tố như loại, giống rau, vùng khí hậu trồng trọt, kỹ thuật canh tác, mùa vụ, độ chín, độ chín thu hoạch, độ nguyên vẹn, kỹ thuật bảo quản, thời gian bảo quản,...

Trong bất cứ điều kiện bảo quản nào, không tránh khỏi sự giảm khối lượng tự nhiên. Tuy nhiên khi tạo được điều kiện bảo quản thích hợp thì có thể hạn chế sự giảm khối lượng đến mức tối thiểu.

Sự sinh nhiệt

Do quá trình hô hấp: 2/3 nhiệt lượng tỏa ra môi trường xung quanh, 1/3 trao đổi chất bên trong tế bào. Đặc biệt đối với rau xanh thường có cường độ hô hấp mạnh khi nhiệt độ tăng.

2.3.2 Yếu tố sinh lý sinh hóa

Sự hô hấp của rau sau thu hoạch

Khái niệm

Hô hấp là một trong những hoạt động sinh lý quan trọng nhất của cơ thể sống. Sau khi thu hoạch, rau quả tiếp tục hô hấp để duy trì sự sống, nhưng các chất hữu cơ đã tiêu hao không được bù đắp lại như còn ở trên cây nên chúng sẽ tồn tại cho đến khi nguồn dự trữ cạn kiệt. Về bản chất, hô hấp là quá trình phân giải oxy hóa các vật chất của tế bào (tinh bột, đường, lipid, protein, acid hữu cơ,...) để giải phóng năng lượng duy trì hoạt động sống của rau quả. Tuy nhiên hoạt động hô hấp tiêu hao một lượng lớn các hợp chất hữu cơ dự trữ làm rau hao tổn cả về khối lượng và chất lượng. Sự hô hấp của rau có thể diễn ra với sự có mặt của oxy (hô hấp hiếu khí) hoặc thiếu oxy (hô hấp yếm khí). Sản phẩm và năng lượng tạo ra của quá trình hô hấp hiếu khí và yếm khí là khác nhau.

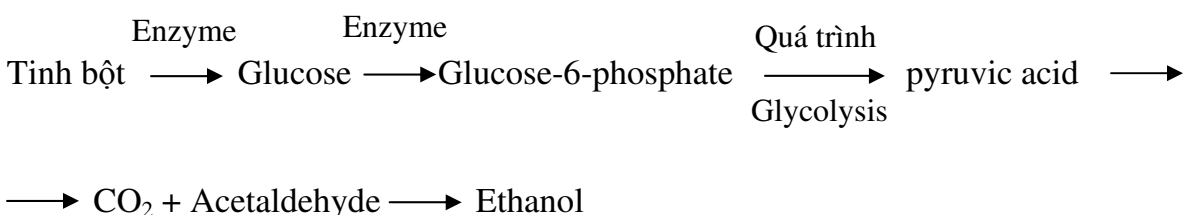
* Hô hấp hiếu khí

Trong quá trình hô hấp hiếu khí, cơ chất hô hấp chủ yếu là đường glucose. Sản phẩm cuối của quá trình oxy hóa là CO₂, nước và năng lượng.



* Hô hấp yếm khí

Trong trường hợp thiếu oxy, sự oxy hóa sẽ diễn ra theo chiều hướng khác, tạo ra nhiều hợp chất trung gian. Sản phẩm của hô hấp yếm khí là ethanol và acetaldehyde, đều là những hợp chất bay hơi, thường làm mất mùi rau.



Nếu so sánh 2 quá trình hô hấp, năng lượng tạo ra trong quá trình hô hấp hiếu khí gấp nhiều lần hô hấp yếm khí.

Cường độ hô hấp của rau quả

Cường độ hô hấp là một chỉ tiêu quan trọng được dùng để đánh giá mức độ hô hấp của rau quả trong quá trình bảo quản. Cường độ hô hấp được xác định chủ yếu bằng lượng O₂ hấp thụ hoặc lượng CO₂ tạo ra của một đơn vị trọng lượng rau quả trong một đơn vị thời gian. Cường độ hô hấp là một đại lượng không ổn định. Nó thay đổi phụ thuộc vào các yếu tố.

* Yếu tố nội tại

Cường độ hô hấp phụ thuộc trước tiên vào loại rau quả. Các loại rau quả khác nhau được cấu tạo từ các dạng khác nhau, nên hiển nhiên là mức độ hô hấp phải khác nhau. Các loại rau quả non đang phát triển cũng hô hấp mạnh hơn rau quả đã già.

Tỷ lệ giữa diện tích bề mặt và thể tích, cấu trúc bề mặt rau ảnh hưởng đến cường độ hô hấp thông qua sự trao đổi khí của rau.

Tổn thương mô thực vật cũng kích thích sự gia tăng cường độ hô hấp. Các tổn thương này có thể chia làm 2 loại: tổn thương do cơ học và tổn thương do vi sinh vật. Sự tăng đột biến cường độ hô hấp ở các rau quả bị tổn thương cơ học có liên quan đến sự làm lành vết thương, trong khi cường độ hô hấp ở các loại rau quả bị vi sinh vật gây hại chủ yếu liên quan đến cơ chế tự bảo vệ của thực vật.

* Yếu tố ngoại cảnh

Nhiệt độ không khí

Trong một nhiệt độ giới hạn nhất định, khi nhiệt độ tăng thì cường độ hô hấp tăng. Nếu vượt quá giới hạn này thì cường độ hô hấp giảm. Về bản chất, tốc độ của các phản ứng sinh hóa trong rau quả phụ thuộc vào hoạt tính của enzyme trong tế bào. Enzyme là một chất xúc tác sinh học chịu sự chi phối của nhiệt độ. Khi nhiệt độ tăng vượt quá giới hạn, các phản ứng của enzyme xúc tác bị ảnh hưởng do sự biến tính của phân tử protein-enzyme (Nguyễn Thị Bích Thủy và ctv, 2007).

Độ ẩm không khí

Độ ẩm không khí có thể làm thay đổi thủy phần có trong rau. Bản thân rau quả vốn có chứa một lượng nước rất lớn. Thủy phần rau quả sau thu hoạch có liên quan đến cường độ hô hấp của rau quả. Nhìn chung, khi thủy phần của rau quả tăng thì cường độ hô hấp và tốc độ các quá trình trao đổi chất cũng tăng mạnh.

Thành phần không khí

Sau khi thu hoạch, rau quả thường được gom lại thành đống với khối lượng lớn, đặt trong môi trường mà sự chuyển động và trao đổi không khí bị hạn chế. Điều này thường dẫn đến hệ quả là làm thay đổi thành phần không khí theo hướng giảm hàm lượng O_2 và tăng hàm lượng CO_2 , cùng với sự tích lũy chất khí trong tế bào nông sản. Thành phần khí trong môi trường rau quả có ảnh hưởng lớn đến cường độ hô hấp. Thông thường, cường độ hô hấp của rau quả giảm thì nồng độ O_2 trong môi trường bảo quản xuống dưới 10%. Khoảng nồng độ O_2 từ 1 – 3% là tối thích cho việc bảo quản đa số rau quả. Nếu nồng độ O_2 trong không khí cao, rau quả hô hấp với cường độ cao. Ngoài ra khi O_2 tăng kéo theo sự phát triển của vi sinh vật (Nguyễn Thị Bích Thủy và ctv, 2007).

Ánh sáng

Ánh sáng cũng có tác dụng kích thích hô hấp. Do đó, cần bảo quản rau quả trong điều kiện râm tối.

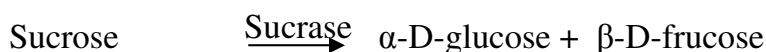
Các vi sinh vật hại

Sinh vật hại có mặt trong môi trường bảo quản là nguyên nhân gián tiếp làm tăng cường độ hô hấp của rau quả. Nếu côn trùng và vi sinh vật phát triển mạnh, hoạt động hô hấp của chúng dẫn đến sự tích nhiệt, ẩm trong khối rau quả. Ngoài ra, các vết thương do chúng gây ra trên rau quả cũng ảnh hưởng đến hô hấp.

Thay đổi thành phần hóa học

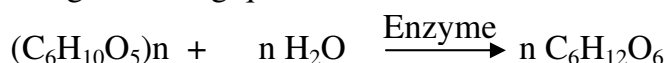
Biến đổi của hợp chất glucide

Đường là thành phần dinh dưỡng quan trọng và là một trong những yếu tố cảm quan hấp dẫn người tiêu dùng đối với các loại rau quả tươi. Trong quá trình bảo quản rau quả, các loại đường đa dần dần bị thủy phân thành đường đơn giản. Sau đó, các đường này tham gia vào quá trình hô hấp để tạo năng lượng duy trì sự sống của rau quả. Chính vì lẽ đó, đường tiêu hao rất nhiều trong quá trình bảo quản rau quả.



Sự thủy phân tinh bột trong các loại rau quả khác nhau có ý nghĩa quyết định đến chất lượng rau quả sau thu hoạch. Đối với một số quả hô hấp đột biến (chuối, xoài) sự chuyển hóa tinh bột thành đường diễn ra trong quá trình chín của quả mang đến vị ngọt và góp phần tạo hương vị đặc trưng cho quả. Dưới tác dụng của một số enzyme như α -amylase, β -amylase, glucoamylase, amylopectin-1,6-glycosidase, tinh bột trong rau quả sẽ thủy phân thành glucose (Nguyễn Mạnh Khải và ctv, 2006).

Phương trình tổng quát:



Tuy vậy, ở một số sản phẩm khác như ngô đường hoặc quả đậu rau, đường tự do lại tổng hợp thành tinh bột sau khi thu hoạch, làm giảm chất lượng của sản phẩm.

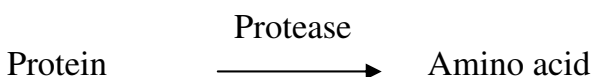
Cellulose và hemicellulose là polysaccharide cấu trúc phổ biến nhất ở thực vật. Chúng không nằm trong các cơ quan dự trữ mà chủ yếu nằm ở các bộ phận bảo vệ như vỏ quả, vỏ hạt.

Pectin tập trung ở thành tế bào, làm nhiệm vụ gắn kết các tế bào lại với nhau, tạo nên cấu trúc cứng, rắn của sản phẩm. Trong quá trình chín, quả thường chuyển từ trạng thái cứng sang trạng thái mềm. Sự thay đổi trạng thái này là do sự thủy phân protopectin thành các pectin hòa tan hoặc sự phá vỡ liên kết giữa hợp chất pectin với các thành phần khác của thành tế bào.

Biến đổi của protein

Có 2 quá trình thường dẫn đến sự biến đổi về hàm lượng và thành phần của protein và amino acid là sự già hóa của rau và sự chín của quả.

Sự già hóa ở mô của lá được thể hiện ở sự tổn thất protein. Sự phân giải protein diễn ra khá nhanh sau khi thu hoạch rau quả, đặc biệt nếu là bị cắt bởi khỏi cây mẹ. Trong khi phần lớn các enzyme giảm xuống thì một số enzyme đặc biệt lại tăng nồng độ hay hoạt tính. Enzyme protease (peptidase) luôn có mặt trong tế bào lá, nhưng nồng độ thường tăng cao trong giai đoạn già hóa của rau.



Khi protein bị phân giải và các amino acid được tái sử dụng, một lượng nhỏ các protein đặc hiệu được tổng hợp. Các amino acid mới được tạo ra sẽ được chuyển đến các bộ phận khác của thực vật, đặc biệt là bộ phận sinh sản như hoa. Đối với lá đã cắt rời khỏi cây thì các amino acid không thể chuyển đến các bộ phận khác nên có xu hướng tích lại trong lá. Trong quá trình chín của một số loại quả hô hấp đột biến, nồng độ protein thực tế thường tăng lên. Cùng với sự tổng hợp một số protein ở lá khi già hóa, những protein mới được tổng hợp này rất quan trọng với quá trình chín của quả. Sự chín của quả sẽ bị ức chế nếu sự tổng hợp protein này bị gián đoạn (Nguyễn Mạnh Khải và ctv, 2006).

Biến đổi của lipid

Ở các loại rau quả, lipid tham gia chủ yếu vào thành phần cấu trúc của màng, hay lớp vỏ sáp bảo vệ. Lipid dự trữ trong các loại hạt thường bị thủy phân và oxy hóa trong thời gian bảo quản. Tuy nhiên lipid dự trữ trong quả như quả bơ không thay đổi trong quá trình già hóa và bảo quản. Khi chín, cường độ hô hấp tăng mạnh, nhưng lipid trong quả không phải là nguồn cơ chất được sử dụng.

Biến đổi các sắc tố

Có hai quá trình biến đổi các sắc tố thường xảy ra trên rau quả khi thu hoạch. Đó là quá trình phân hủy sắc tố có sẵn và hình thành sắc tố mới.

Sự phân hủy sắc tố có thể chia thành 2 dạng

- Phân hủy sắc tố làm tăng chất lượng rau quả
- Phân hủy sắc tố làm giảm chất lượng rau quả. Ví dụ sự thủy phân chlorophyll làm rau ăn lá chuyển vàng, sự chuyển hóa sắc tố làm màu sắc rau nhạt hơn.

Cùng với sự phân hủy sắc tố, sự tổng hợp sắc tố cũng có thể diễn ra theo 2 chiều hướng có lợi hoặc không có lợi. Ví dụ màu đỏ của quả cà chua chín do sự tổng hợp lycopene là điều được mong muốn trong khi sự tổng hợp chlorophyll ở củ khoai tây hoặc sự tổng hợp carotenoid ở quả mướp đắng sau thu hoạch lại hoàn toàn không có lợi.

Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến sự thay đổi màu rau quả sau thu hoạch trong đó yếu tố quan trọng nhất là ánh sáng và nhiệt độ. Ánh sáng rất cần thiết cho sự tổng hợp chlorophyll và nó làm chậm quá trình phân hủy sắc tố này trên lá rau. Bên cạnh đó, ánh sáng cũng kích thích cho quá trình tổng hợp anthocyanine và lycopene ở một số rau quả, nhưng không phải với β -carotene trên cà chua.

Sự biến đổi sắc tố ở rất nhiều loại mô phụ thuộc vào nhiệt độ. Tuy nhiên ảnh hưởng của nhiệt độ cũng thay đổi tùy thuộc vào loại sắc tố, loại mô, hoặc phụ thuộc vào quá trình phân hủy hay tổng hợp sắc tố chiếm ưu thế.

Biến đổi của chất bay hơi

Các chất bay hơi được sinh ra ở rau quả sau thu hoạch có thể bị biến đổi tùy thuộc vào nhiều yếu tố trước và sau thu hoạch như giống cây trồng, mùa vụ, kỹ thuật canh tác, độ già thu hoạch, kỹ thuật xử lý, bảo quản...

Biến đổi của các acid hữu cơ

Sau khi thu hoạch và trong thời gian bảo quản, hàm lượng acid hữu cơ tổng số có xu hướng giảm do acid hữu cơ là nguyên liệu của quá trình hô hấp. Mặt khác, nó còn phản ứng với đường tạo thành các ester làm cho rau quả có mùi thơm đặc trưng. Một số loại acid bị phân hủy nhưng một số acid khác lại được tổng hợp. Sự biến đổi của acid tùy thuộc vào dạng mô, giống, mùa vụ, điều kiện chăm sóc và bảo quản...

2.4 Các quá trình không mong muốn khác

2.4.1 Những ảnh hưởng bất lợi của Ethylene

Ethylene là loại hormone thúc đẩy quá trình chín, được sinh ra do bởi các thực vật bậc cao. Nó đặc biệt quan trọng trong quá trình sinh lý sau thu hoạch của rau quả. Nó cũng gây ra những rối loạn nghiêm trọng đối với các loại rau dạng lá ở nồng độ rất thấp. Khi ethylene được tạo thành thì quá trình già chín được tăng tốc. Điều này thì không có lợi cho rau trong quá trình bảo quản. Những mẫu rau đã bị tổn thương do cơ học hoặc do nhiễm bệnh sẽ sản sinh ethylene nhiều hơn, tạo sự lão hóa mạnh mẽ ở các mô rau. Do vậy, cần loại bỏ những loại rau như trên.

2.4.2 Các rối loạn vật lý – Rối loạn ở nhiệt độ thấp

Các rối loạn về mặt vật lý là sự phá hủy mô không gây ra bởi sự xâm nhập của vi sinh vật gây bệnh hoặc sự hư hỏng cơ học. Các rối loạn vật lý có thể phát triển trong môi trường trước hoặc sau thu hoạch, đặc biệt do nhiệt độ hoặc sự thiếu hụt chất dinh dưỡng trong quá trình tăng trưởng và phát triển.

Tồn trữ rau ở nhiệt độ thấp là điều kiện thuận lợi do tốc độ hô hấp và quá trình chuyển hóa thông thường đều giảm. Một vài phản ứng nhạy cảm ở điều kiện lạnh và tiếp tục xảy ra dưới nhiệt độ tới hạn. Vài hệ enzyme không bền ở nhiệt độ lạnh được tách ra từ các mô thực vật. Giảm nhiệt độ sẽ không giảm được hoạt động của các hệ enzyme khác trong những hoạt động tương tự mà chúng hô hấp. Với những hệ thống này, những phản ứng khác nhau sẽ dẫn đến sự tích lũy các sản phẩm phản ứng và có thể thiếu chất phản ứng, trong khi sự nghịch đảo xảy ra với hệ thống không bền ở nhiệt độ lạnh. Ảnh hưởng tổng thể là sự mất cân bằng trong quá trình chuyển hóa. Sự mất cân bằng trở nên nghiêm trọng thì các chất nền quan trọng sẽ không được cung cấp hoặc tích lũy các sản phẩm gây độc, các tế bào sẽ mất chức năng và cuối cùng sẽ mất tính toàn vẹn về cấu trúc của chúng (Nguyễn Minh Thủy, 2007). Các tế bào hư hỏng thường biểu thị rõ ở vùng mô biến màu trong sản phẩm. Sự rối loạn xảy ra ở nhiệt độ phòng thông thường được chia thành 2 nhóm chính: tổn thương lạnh và các rối loạn về mặt sinh lý.

Tổn thương lạnh

Tổn thương lạnh là sự rối loạn xảy ra trong mô thực vật, đặc biệt các loại rau có nguồn gốc nhiệt đới và bán nhiệt đới.

Các phạm vi thương tổn lạnh xác định bằng 3 yếu tố:

- Nhiệt độ
- Thời gian tiếp xúc với nhiệt độ
- Tính nhạy cảm lạnh của rau

Các triệu chứng về tổn thương lạnh rất khó nhận biết vì chúng thường không biểu hiện rõ rệt khi rau còn giữ trong điều kiện lạnh. Các triệu chứng này được nhận biết khi rau được chuyển sang nhiệt độ phòng. Khi bị tổn thương các loại rau này biểu hiện các triệu chứng như: thối rửa, biến màu, lở rỗ và mất khả năng chín thông thường.

Rau bị tổn thương lạnh thường dễ thối rửa ở nhiệt độ thấp làm giảm tính chống chịu của tế bào thực vật với sự xâm nhiễm của vi khuẩn gây bệnh. Sự biến màu có thể xảy ra bên ngoài (đậu) hoặc xảy ra bên trong (cà tím). Các vết ở vùng bị tổn thương sẽ có màu râm nâu, màu nâu hoặc màu đen. Các vết lõm chỗ trên bề mặt thường phổ biến và gần giống như các triệu chứng của tổn thương do lạnh.

Nhiệt độ cao sẽ gây xơ cứng, ngả màu và thối rửa, trong khi nhiệt độ thấp có thể tạo ra các vết lõm chỗ trên bề mặt

Hai nguyên nhân thường gây ra nhạy cảm lạnh là

- Sự thay đổi trên tính chất vật lý của màng tế bào do nhiệt độ thấp - sự thay đổi trạng thái lý học của màng lipid.
- Sự phân ly của enzyme và các protein khác do ảnh hưởng của nhiệt độ thấp đến cấu trúc, dẫn đến kết quả trong sự thay đổi động học của hoạt động enzyme và thay đổi trong cấu trúc protein như tubulin.

Rối loạn vật lý

Các rối loạn vật lý chủ yếu ảnh hưởng đến một số loại trái như táo, lê và trái có hạt và các loại quả citrus. Hầu hết các rối loạn này ảnh hưởng đến các vùng riêng lẻ của mô ở các loại quả, rau và hoa. Một số rối loạn có thể ảnh hưởng bên ngoài lớp vỏ mà không ảnh hưởng đến lớp thịt bên dưới, các dạng rối loạn khác chỉ ảnh hưởng một vài vùng nhất định của thịt quả hoặc lõi hạt.

2.5 Kiểm soát sự khô héo và hao hụt rau sau thu hoạch

Trong quá trình bảo quản có thể kiểm soát sự khô héo rau bằng cách giảm sự khác biệt giữa không khí bên ngoài và độ ẩm bên trong của các mô hoặc bằng cách bảo vệ rau cách ly với không khí khô. Phương pháp có thể được sử dụng và được chấp nhận là giảm nhiệt độ và tăng độ ẩm, bằng cách giảm sự khác biệt áp suất hơi giữa sản phẩm và không khí.

Sự mất nước có thể giảm bằng cách sử dụng chất sáp và các loại vỏ bọc lớp da bên ngoài bề mặt sản phẩm bằng loại không thấm nước hoặc sử dụng loại bao gói thích hợp.

RH của không khí có thể tăng bằng cách phun hơi nước dạng sương. Thiết bị điều khiển độ ẩm tự động có thể được sử dụng để điều khiển lượng hơi nước bổ sung vào phòng tồn trữ lạnh.

Sự thối rữa sau thu hoạch và lượng hao hụt sau thu hoạch có thể được kiểm soát bằng cách hạn chế nguồn nhiễm vi sinh vật trên đồng ruộng (trước thu hoạch) và các hoạt động trong quá trình thu hoạch bằng cách sử dụng các phương pháp hóa học và vật lý đã được chấp nhận.

Phương pháp thu hái, vận chuyển, chất dỡ nguyên liệu sau thu hoạch một cách cẩn thận trong cả hai giai đoạn trước và sau thu hoạch, cũng như làm giảm các hư hỏng thuộc về cơ học sẽ làm giảm được hao hụt sau này.

Wills và cộng sự đã cho rằng hiệu quả của việc xử lý bằng phương pháp vật lý và hóa học sau thu hoạch phụ thuộc vào các yếu tố:

Khả năng của việc xử lý bằng phương pháp vật lý hoặc phương pháp hóa học tác động đến vi sinh vật gây bệnh

- Mức độ và tính nhạy cảm của sự nhiễm độc
- Tính nhạy cảm của các sản phẩm rau
- Thời gian nhiễm và phạm vi phát triển của vi khuẩn gây thối rữa

Sự di chuyển của không khí và áp suất khí quyển

Sự di chuyển của không khí và áp suất khí quyển ảnh hưởng đáng kể đến sự mất nước. Nếu không khí di chuyển càng nhanh qua bề mặt của rau thì lượng nước mất càng nhiều, ngoại trừ không khí di chuyển đã bão hòa nước.

Không khí có vận tốc cao sẽ làm cho nước mất nhanh chóng hơn vì nó liên tục lấy đi lớp không khí bão hòa cực mỏng bao bọc quanh lá hoặc quả. Sau đó, sẽ tạo thành gradient thúc đẩy ẩm chuyển từ nội ẩm của mô ra phòng tồn trữ đang ở trạng thái tương đối khô. Sự di chuyển của không khí phải đủ để loại bỏ một cách có hiệu quả lượng nhiệt do sản phẩm hô hấp.

Tốc độ bay hơi nước tỉ lệ với áp suất không khí, ví dụ mỗi khi áp suất giảm 10% thì hàm lượng nước mất sẽ tăng 10% (Nguyễn Minh Thủy, 2007).

Hạn chế sự mất nước:

Hai phương pháp cơ bản để làm giảm sự mất nước từ rau là:

- Hạn chế sự khác biệt về độ ẩm hiện hữu giữa mô rau và không khí xung quanh.
- Bảo vệ rau cách ly với không khí tương đối khô.

Phương pháp đầu tiên có thể đạt được bằng cách giữ độ ẩm tương đối của không khí gần với mức độ bão hòa.

Phương pháp thứ 2 có thể thực hiện bằng cách

- Bao gói sản phẩm bằng các dạng bao bì plastic, hoặc bao bọc một lớp màng mỏng (film) bên ngoài sản phẩm.
- Cung cấp ẩm dưới dạng đá nhỏ hoặc làm lạnh bằng hơi nước.
- Bao phủ rau với lớp chất liệu bao không thấm nước như sáp

Bao bì hoặc lớp phủ ngoài phải được đục thủng và lớp sáp bao ngoài thường phải mỏng để có thể trao đổi khí đầy đủ, tránh tình trạng quá thiếu O_2 hoặc quá thừa CO_2 .

2.6 Các loại vi sinh vật trên rau tươi

Phần lớn vi khuẩn hình que gram âm được nhận thấy trên rau tươi như: *Enterobacter* spp., *Klebsiella* spp., *Serratia* spp., *Flavobacterium* spp., ... Vi khuẩn hình que gram âm

chiếm ưu thế hơn trong sự phân lập từ nhiều loại rau như bông cải, bắp cải, rau diếp, carrot.

Môi trường nuôi cấy được dùng khác nhau đối với những nhóm vi khuẩn chính hiện diện trên rau. Môi trường nuôi cấy cho vi khuẩn trong ruột có thể ngăn chặn sự phát triển của các giống vi sinh vật khác. Vi sinh vật phân hủy pectin đôi khi được xác định để ước lượng mật số vi sinh vật gây hư hỏng bởi vì enzym phá vỡ chuỗi pectic trong thành tế bào thực vật là nguyên nhân chính gây ra sự mềm nhũn và thối rữa rau quả (Nguyen-the C và Carlin F, 1994). Vi khuẩn phân hủy pectin được tìm ra như là *Cytophaga* spp., *Flavobacterium* spp., *Xanthomonas* spp. và *Erwinia* spp. Trong số các vi khuẩn lactic thì *Leuconostoc mesenteroides* là những loài phong phú được phát hiện trên rau.

Nấm men hiện diện trên rau tươi được phát hiện ra như là *Cryptococcus*, *Candida*, *Rhodotorla* và *Sporobolomyces*.

Các loại nấm mốc thường gặp trên rau tươi như: *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Phoma*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Epicoccum* và *Geotrichum*.

Vi sinh vật gây bệnh

Thông tin về vi khuẩn chỉ thị cho sự nhiễm phân trên rau tươi thì rất nhiều nhưng hầu hết các tài liệu đều quan tâm đến *Coliform* phân được nuôi cấy ở 44°C. Số lượng vi sinh vật chỉ thị trên phân thì ít bởi vì có nhiều loài vi khuẩn hiện diện trên bề mặt rau và có thể xác định mật số *Coliform* phân trên môi trường nuôi cấy ở 44°C. Ví dụ, khi phân lập *Coliform* phân trên carrot chỉ có 2% *Escherichia coli* trong khi số lượng lớn của sự phân lập là *Enterobacter aerogenes*, *E.amnigenus*, *E. sakazakii* và *Klebsiella pneumoniae*, còn trên nhiều loại rau và đậu thì *Coliform* chiếm ưu thế hơn *Klebsiella* spp. *Escherichia coli* được xem như là vi sinh vật chỉ thị tốt hơn của sự ô nhiễm phân

Hầu hết rau ở các cửa hàng bán lẻ được lấy mẫu và sự nhiễm vi sinh vật gây bệnh có thể xuất hiện sau thu hoạch. *Aeromonas hydrophila*, bào tử *Bacillus cereus* và *Clostridium perfringens* được tìm thấy với một phần ba hoặc nhiều hơn trên các mẫu rau tươi

Các loại rau cũng có thể ẩn náu những vi sinh vật có thể gây bệnh cho người như *Pseudomonas aeruginosa*

2.6.1 Vi sinh vật trên rau tươi trong quá trình bảo quản

Sự phát triển của vi sinh vật gây hư hỏng

Rau tươi thường ẩn náu vi sinh vật gây bệnh nhưng sự nhiễm bệnh và thối rữa là kết quả của sự tương tác phức tạp giữa các yếu tố độc hại của tác nhân gây hư hỏng và cơ chế tự

bảo vệ của mô rau. Đầu tiên, vi sinh vật thâm nhập vào mô rau. Trong lúc thâm nhập, vi sinh vật có thể tràn lan vào trong mô với số đông hoặc có thể được kìm chế trong sự kiểm soát bởi cơ chế tự bảo vệ của mô rau. Sau đó, sự nhiễm bệnh có thể dừng lại hoặc là vi sinh vật có thể duy trì thụ động cho đến khi rau trưởng thành, hóa già làm giảm sức đề kháng của mô rau và gây nhiễm bệnh cho rau.

2.6.2 Sự đi vào của vi sinh vật

Bề mặt rau cho thấy sự đa dạng trong cấu trúc và thành phần cấu tạo, biểu bì được bao phủ bởi lớp cutin. Vết nứt trên bề mặt rau có thể xảy ra trong điều kiện phát triển nào đó và quá trình đóng gói sau thu hoạch có thể gây tổn thương và tạo ra những vết thâm trên rau khi đó sẽ tạo điều kiện cho sự thâm nhập của vi sinh vật vào trong mô rau. Một vài vi sinh vật có thể thâm nhập xuyên qua lớp cutin như *B.cinerea* trên cà chua, *B.cinerea* trên dưa leo, *Colletotrichum circinans* trên hành tây. Tuy nhiên, hầu hết vi sinh vật thâm nhập vào rau thông qua những mô bị tổn thương. Bào tử *Rhizopus stolonifer* không thể xâm nhiễm vào quả cà chua nguyên vẹn nhưng lại xâm nhiễm nhanh vào những quả bị tổn thương do cơ học hoặc những quả bị tổn thương lạnh.

2.6.3 Cơ chế tự bảo vệ của rau

Mô thực vật có sự tạo thành rào cản chống lại sự xâm nhiễm bệnh và rào cản tạo ra sức đề kháng đối với sự xâm nhiễm bệnh. Rau được bảo quản trong điều kiện có lợi nhằm phát triển rào cản là điều có ý nghĩa quan trọng trong việc làm giảm sự phân hủy. Cutin, biểu bì, hoặc chu bì là những rào cản được hình thành đầu tiên để chống lại vi sinh vật. Việc loại bỏ lớp sáp từ lớp cutin làm tăng sự nhiễm bệnh của quả ớt ngọt bởi *Colletotrichum capsici* hoặc *Collectotrichum gloeosporioides*. Sự xâm nhiễm của *Rhizopus stolonifer* tác động lên cà chua xanh nhẹ hơn lên cà chua chín có thể được giải thích là do sức đề kháng cao của biểu bì quả xanh. Còn khi quả đã bị tổn thương hoặc có vết trầy xước từ cả quá trình phát triển thì đều dễ bị xâm nhiễm như nhau. Thành phần cấu tạo của thành tế bào có thể giải thích trong vai trò đề kháng của một số loại rau. Sức đề kháng cao có thể được liệt kê đối với tỉ lệ protopectin cao trong thành tế bào của carrot, mức độ cao nhóm methyl của pectin hoặc mức độ cao của canxi trên củ khoai tây.

Sức đề kháng của rau đối với sự xâm nhiễm có thể nhờ sự hình thành các hợp chất kháng khuẩn. Sự hiện diện của những hợp chất catechol và protocatechuic acid ức chế sự xâm nhiễm của phạm vi bên ngoài của củ hành tím bởi *Colletotrichum circinan*, tác nhân gây nhiễm bệnh (Nguyen-the C và Carlin F, 1994).

2.7 Ozone

2.7.1 Giới thiệu

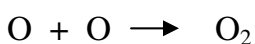
Ozone được tạo ra bởi sự di chuyển của không khí khô giữa phân ly điện cực bằng một lỗ hổng không khí và một chất điện môi bằng cách gây ra dòng điện dao động với điện áp trong khoảng từ 8000 đến 20000V. Ozone được giới thiệu đầu tiên như là một tác nhân oxy hóa mạnh đi đến làm mất mùi, vị, màu sắc. Kế hoạch xử lý nước bằng ozone bắt đầu hoạt động từ 1906 ở Pháp. Ngày nay, tác nhân oxy hóa này được sử dụng như là chất tẩy rửa chủ yếu để ức chế vi sinh vật gây bệnh và để oxy hóa sắt và mangan, những hợp chất gây mùi, vị, màu sắc, những hợp chất hữu cơ chịu nhiệt. Ozone có thể được ứng dụng ở các vị trí khác nhau trong kế hoạch xử lý nước theo thói quen, phụ thuộc trên loại sử dụng (Rice, 1989; AWWA, 1985). Hiệu lực của nó như là một chất tẩy rửa không bị hạn chế bởi pH và nó không tương tác với ammoniac.

Ozone là chất khí có mùi hắc đặc trưng và trong suốt, ở nồng độ cao ozone có màu xanh da trời. Phân tử lượng 48, điểm tan $-192,7^{\circ}\text{C}$, điểm sôi $-111,9^{\circ}\text{C}$.

Ozone có công thức hóa học là O_3 không bền vững, khó bảo quản, dễ phân giải trong thời gian ngắn, nếu được tiếp xúc với hơi nước, bạc,... thì sự phân giải sẽ nhanh hơn. O_3 khi phân giải tạo thành phân tử oxy và nguyên tử oxy.



Các nguyên tử oxy nhanh chóng kết hợp với nhau thành phân tử oxy



Ozone tan trong nước tạo thành nước ozone

2.7.2 Tác động của ozone trên vi sinh vật chỉ thị và vi sinh vật gây bệnh

Ozone là một chất có tác dụng oxy hóa mạnh hơn chlorine. Bình thường khả năng oxy hóa của ozone là 2,07eV, khi so với khả năng oxy hóa của chlorine là 1,36eV hoặc với chlorine dioxide là 0,95eV. Những nghiên cứu về nồng độ ozone trên khả năng tiêu diệt vi khuẩn thì rất nhanh chỉ cần 0,1mg/l. Giá trị Ct cho tiêu diệt 99% vi khuẩn thì rất là thấp và khoảng 0,001 – 0,2 cho *E.coli* và từ 0,04 đến 0,42 cho tiêu diệt vi rút gây bệnh thương hàn (Engelbrecht, 1983; Hall and Sobsey, 1993).

Ngoài ra, ozone còn có tác dụng ngược lại đối với người và khí hơn là chlorine, monochloramine, hoặc chlorine dioxide (Chen and Vaughn, 1990; Korich et al., 1990). Nồng độ ozone yêu cầu để tiêu diệt 99,9% vi khuẩn trong nước (25°C , pH = 7) trong 10 phút thay đổi trong khoảng 0,05 và 0,6 mg/l (Engelbrecht, 1983). Tuy nhiên, một vài vi

khuẩn gây bệnh (ví dụ: *Mycobacterium fortuitum*) có sức đề kháng với ozone hơn virus. Sức đề kháng của một lượng vi sinh vật đối với ozone theo thứ tự sau: *Mycobacterium fortuitum* > poliovirus type 1 > *Candida parapsilosis* > *E.coli* > *Salmonella typhimurium* (Farooq and Akhlaque, 1983). Các chất rắn lơ lửng làm giảm đáng kể sự tiêu diệt virus bởi ozone.

Chúng ta thấy rằng bào tử *Cryptosporidium* có sức đề kháng đối lớn với chlorine. Còn ozone thì với nồng độ 1,1mg/l toàn bộ bào tử *Cryptosporidium parvum* trong 6 phút ở hàm lượng 10^4 bào tử/ml. Nang bào của *Giardia lamblia* và *G. muris* thì cũng bị vô hoạt bởi ozone (Wickramanayake et al., 1985). Tại pH = 7, nhiệt độ 5°C, giảm hơn 100 lần khả năng tồn tại của nang bào *G. lamblia* thì đạt được trong vài phút với nồng độ ozone < 5 mg/l. Nhiệt độ có ảnh hưởng khá lớn đến hiệu quả của ozone. Khả năng chịu đựng của nang bào *G. lamblia* đối với ozone sẽ gia tăng khi nhiệt độ giảm từ 25°C đến 5°C (Wickramanayake et al., 1985). Tương tự thì cũng được tìm thấy với nang bào *Cryptosporidium* (Joret et al., 1992).

2.7.3 Cơ chế tác động của ozone

Trong môi trường nước, ozone là ở dạng gốc tự do tiêu diệt được vi sinh vật, ozone tác động lên tính thấm của màng, hoạt động của enzyme và DNA của tế bào vi khuẩn (Hamelin et al., 1978; Ishizaki et al., 1987) và khử guanine hoặc thymine, hoặc cả hai, là những mục tiêu dễ bị tổn thương đối với tác động của ozone (Ishizaki et al., 1984). Việc xử lý ozone cũng dẫn đến sự biến đổi của vòng kín plasmid DNA (ccDNA) của *E.coli* đến vòng mở DNA (ocDNA) (Ishizaki et al., 1984).

Như đã thấy trong virus gây bệnh, ozone cũng tiêu diệt virus bằng việc phá hủy nhân acid nucleic (Roy et al., 1981). Những màng protein cũng bị tác động (De Mik and De Groot, 1977; Riesser et al., 1977; Sproul et al., 1982) nhưng sự phá hủy màng protein có thể nhỏ và có thể không tác động đáng kể đến virus ký sinh gây bệnh và tế bào của nó (VP4, một liên kết polypeptide đã kết nối những chùm tế bào này thì không bị tác động của ozone). Đối với rotaviruses, ozone làm biến đổi cả liên kết và nhân RNA (Chen et al., 1987).

2.7.4 Độc chất, sản phẩm phụ của phản ứng ozone hóa

Chúng ta đã biết các chất gây đột biến gen và chất gây ung thư sau khi chlorine hóa trong nước. Nhiều điều không biết có liên quan đến sản phẩm phụ của ozone. Sản phẩm phụ thì tiềm tàng liên quan đến bromate (BrO_3^-) là một chất gây ung thư sản phẩm động vật bởi phản ứng của ozone với bromide, ngay cả với aldehyde và keto acid kết quả từ phản ứng của ozone với các chất hữu cơ tự nhiên (Nam and Krasner, 1995). Phản ứng phụ vẫn còn là một ẩn số ảnh hưởng đến sức khỏe một cách đáng kể (U.S.EPA, 1989). Ngày nay,

những nghiên cứu này chỉ ra rằng với liều lượng 1mg/l có thể thấy rằng sự gia tăng một vài chất gây đột biến gen. Chất gây đột biến gen giảm, tuy nhiên ở liều lượng ozone cao hơn (>3mg/l). Những hợp chất gây đột biến gen thì có thể thì được loại bỏ bằng cách xử lý với than hoạt tính (GAC) (Bourbigot et al., 1986; Rice, 1989; Matsuda et al., 1992). Phản ứng ozone hóa cũng có thể làm tăng chất độc, khi được thấy sự phân tích chất độc từ vi khuẩn *Ceriodaphnia dubia*, nhưng sự thay đổi xuất hiện ở những vị trí rõ ràng (Blatchley et al., 1997).

Những ý kiến khác đối với chất oxy hóa có tính chất tẩy rửa thì được sử dụng trộn lẫn với nhiều chất oxy hóa khác (chlorine tự do, chlorine dioxide, ozone, hydrogen peroxide, và các chất oxy hóa chưa biết khác) được sinh ra bằng sự điện phân NaCl hòa tan. Những nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, sự phối trộn hòa tan chất chống oxy hóa thì cho thấy có tác dụng mạnh hơn chlorine tự do và tiêu diệt hơn 99,9% bào tử *Cryptosporidium parvum* trong 4 giờ (Venczel et al., 1997).

CHƯƠNG 3 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1 Phương tiện

3.1.1 Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Phòng thí nghiệm Bộ môn Công nghệ Thực phẩm - Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng - Trường Đại học Cần Thơ.

Từ 07/01/2008 đến 12/04/2008

3.1.2 Thiết bị và dụng cụ

- Nguyên liệu: cải ngọt

Cải ngọt được thu hoạch tại vườn rau Quân Khu 9 - Cần Thơ và thu hoạch vào thời điểm sáng sớm

- Bao bì PP độ dày 40 μ m, kích thước 30 x 55cm

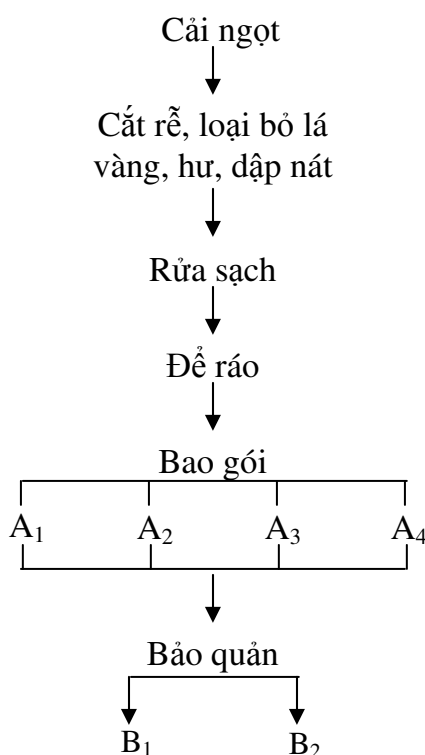
- Thiết bị và dụng cụ thí nghiệm: máy Ozone, kho lạnh, máy ghép mí, tủ ủ, tủ cấy, ...

- Các dụng cụ thủy tinh trong phòng thí nghiệm

3.2 Phương pháp thí nghiệm

3.2.1 Thí nghiệm 1: Khảo sát việc sử dụng bao bì PP với các tỉ lệ đục lỗ khác nhau để bảo quản cải ngọt

Bố trí thí nghiệm



Trong đó

A: Tỷ lệ đục lỗ bao bì PP 40 μ m

A₁: 0% (có cắt góc bao bì), A₂: 1%, A₃: 3%, A₄: 5%

B: Nhiệt độ bảo quản (°C)

B₁: 4-6, B₂: 9-11

Số nghiệm thức: 4 x 2 = 8

Thí nghiệm được thực hiện ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại

Số mẫu: 4 x 2 x 3 = 24

Chỉ tiêu phân tích

Phương pháp phân tích

Hao hụt khối lượng (%) Sử dụng cân kỹ thuật để xác định khối lượng ban đầu và khối lượng theo thời gian bảo quản. Tính theo công thức

$$Haohutkhoiluong(\%) = \frac{m_d - m_c}{m_d} \times 100\%$$

m_d: khối lượng ban đầu (g)

m_c: khối lượng ở ngày bảo quản thứ i (g)

Tỷ lệ lá vàng (%) Lấy mẫu đã bảo quản tách riêng những lá vàng, cân khối lượng mẫu, khối lượng lá vàng. Tính theo công thức

$$Tilavang(\%) = \frac{m_c - m_{lavang}}{m_c} \times 100\%$$

m_c: khối lượng ở ngày bảo quản thứ i (g)

m_{lavang}: khối lượng lá vàng ở ngày bảo quản thứ i (g)

Khả năng chấp nhận Đánh giá cảm quan các mẫu cải ngọt theo thời gian bảo quản, điểm cảm quan:

1: đối với mẫu còn chấp nhận về mặt cảm quan

0: đối với mẫu không còn chấp nhận về mặt cảm quan

Sử dụng chương trình SAS để phân tích số liệu (kết quả cảm quan) theo phương pháp Logistic Model

Đánh giá khả năng chấp nhận theo phương pháp Logistic Model

Phương trình tổng quát

$$\ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik}$$

$$\ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 xKho + \beta_2 xNgay + \beta_3 xTLDL + \beta_4 xKho^2 + \beta_5 xNgay^2 + \beta_6 xTLDL^2 + \beta_7 xKhoxNgay + \beta_8 xKhoxTLDL + \beta_9 xNgayxTLDL$$

P_i: xác suất chấp nhận của nghiệm thức

Ngay: ngày bảo quản

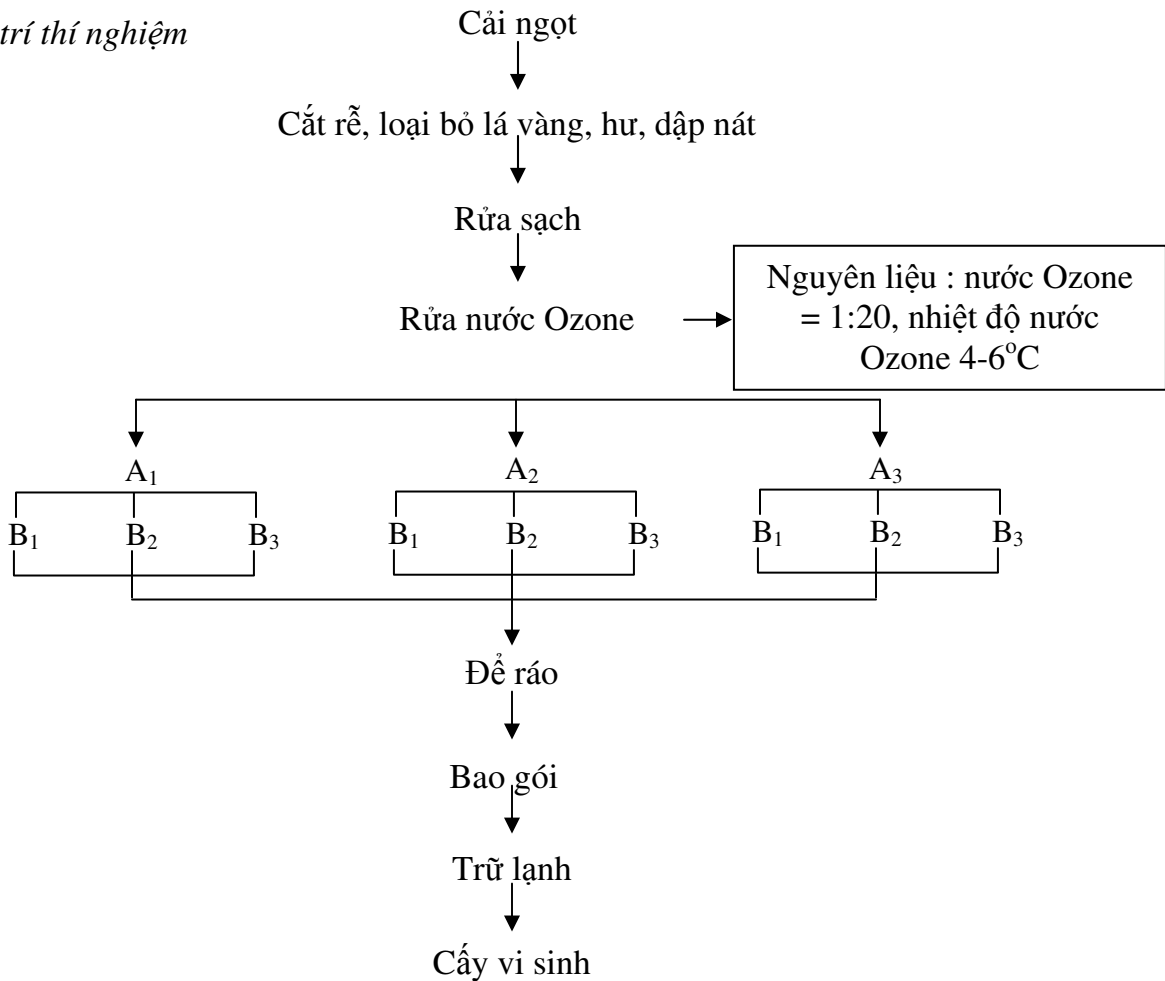
Kho: kho lạnh (kho 1: 4-6°C, kho 2: 9-11°C)

TLDL: tỉ lệ đục lỗ (%)

β: hệ số (giá trị này được tìm ra sau khi phân tích số liệu đánh giá cảm quan bằng phương pháp Logistic Model)

3.2.2 Thí nghiệm 2: Khảo sát ảnh hưởng của Ozone đến mật số *Coliform* trên cải ngọt

Bố trí thí nghiệm



Trong đó

A: Nồng độ nước Ozone

A₁: 0,06ppm, A₂: 0,09ppm, A₃: 0,12ppm

B: Thời gian ngâm

B₁: 10 phút, B₂: 15 phút, B₃: 20 phút

Số nghiệm thức khảo sát: $3 \times 3 = 9$ nghiệm thức

Thí nghiệm được thực hiện ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại

Số mẫu thí nghiệm: $3 \times 3 \times 3 = 27$ mẫu

Chỉ tiêu phân tích

Xác định mật số *Coliform* trên cải ngọt theo thời gian bảo quản

Phương pháp phân tích

Coliform là những trực khuẩn đường ruột gram âm không sinh bào tử, hiếu khí hoặc kỵ khí tùy nghi, có khả năng sinh acid, sinh hơi do lên men lactose ở 37°C trong vòng 24 giờ.

Môi trường nuôi cấy: Môi trường Endo

Cấy mẫu: Dùng pipet vô trùng lấy 1ml mẫu đã pha loãng cho vào giữa đĩa Petri. Rót vào mỗi đĩa khoảng 15ml môi trường. Có thể sử dụng 2 nồng độ pha loãng liên tiếp. Lắc tròn xuôi và ngược kim đồng hồ, mỗi chiều 5 lần. Đặt đĩa trên mặt phẳng ngang cho đồng tụ tự nhiên. Lật úp đĩa và ủ ở 37°C trong 24-36 giờ.

Đọc kết quả

Sau 24 giờ nuôi cấy trên môi trường, các khuẩn lạc *Coliform* có màu đỏ đặc trưng, đường kính khoảng 0,5mm. Đếm các khuẩn lạc đặc trưng trên đĩa có số đếm phù hợp. Tính giá trị trung bình các nồng độ pha loãng để quy về số *Coliform* có trong 1ml mẫu.

Chọn mẫu có mật số vi sinh vật thấp nhất.

Kết quả được tính theo công thức

$$X = \frac{\sum C}{(n_1 + 10^{-1} n_2 + 10^{-2} n_3 + \dots + 10^{(n-i)} n_i) d}$$

X: Số khuẩn lạc trên 1g mẫu (cfu/g)

$\sum C$: Tổng số khuẩn lạc đếm được ở các đĩa

n_1 : Số đĩa đếm được ở nồng độ pha loãng thứ nhất

n_2 : Số đĩa đếm được ở nồng độ pha loãng thứ hai

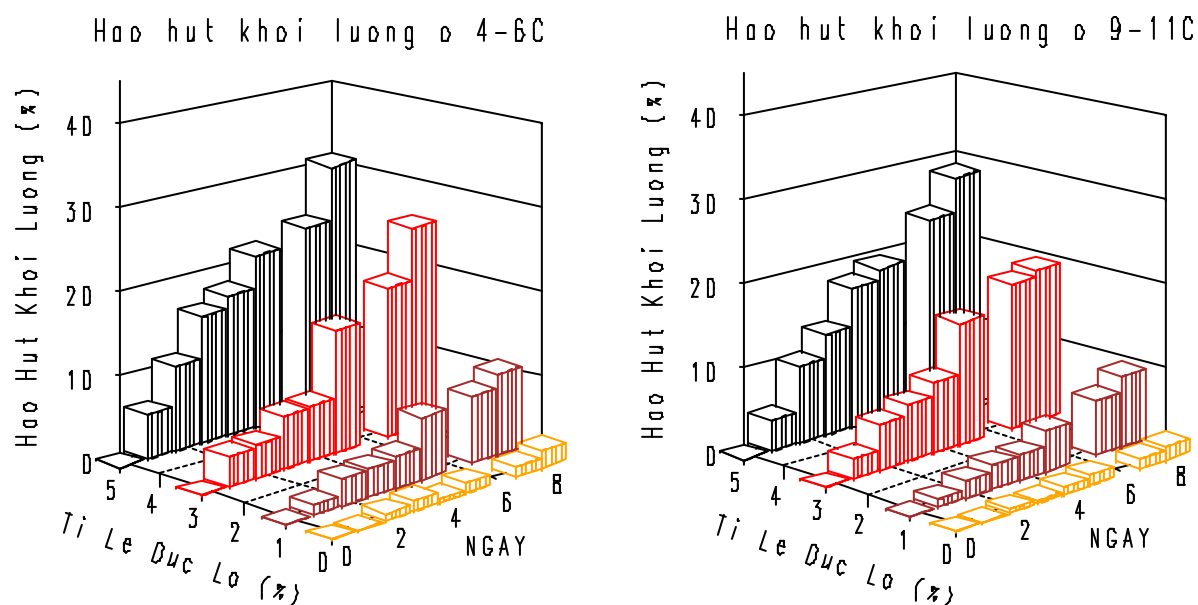
n_i : Số đĩa đếm được ở nồng độ pha loãng thứ i

d: Hệ số pha loãng ứng với nồng độ pha loãng thứ nhất

CHƯƠNG IV KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1 Khảo sát việc sử dụng bao bì PP với các tỉ lệ đục lỗ khác nhau để bảo quản cải ngọt

Hình 1 cho thấy hao hụt khối lượng tăng theo ngày bảo quản cải ngọt.



Hình 1 Hao hụt khối lượng trong quá trình bảo quản cải ngọt ở 4-6°C và 9-11°C

Bảng 1 Hao hụt khối lượng trong thời gian bảo quản cải ngọt 9 ngày (%) (*)

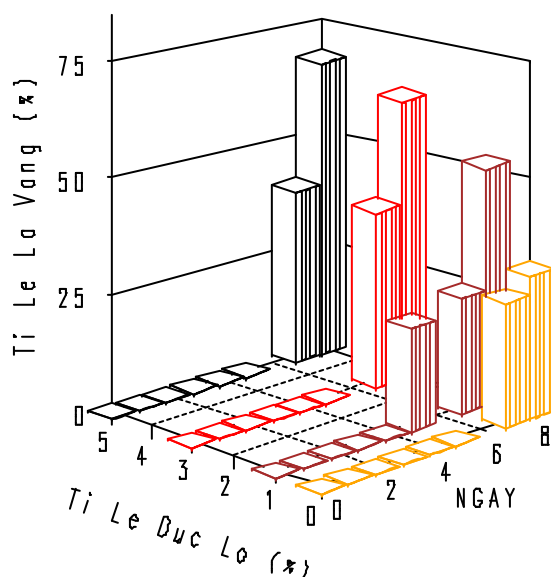
Tỉ lệ đục lỗ bao bì PP (%)	Nhiệt độ bảo quản (°C)		Trung bình thí nghiệm thức
	4-6	9-11	
0	1,01	1,07	1,04 ^d
1	4,03	2,77	3,40 ^c
3	10,17	8,35	9,26 ^b
5	15,68	11,80	13,74 ^a
Trung bình thí nghiệm thức	7,72 ^B	5,96 ^A	

Ghi chú: các số mang chữ số mũ khác nhau cùng một cột sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0.05$) theo phép thử LSD

Bảng 1 Từ kết quả trên, nhận thấy hao hụt khối lượng của các mẫu cải ngọt được bảo quản trong bao bì với tỉ lệ đục lỗ khác nhau thì khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5% và cải ngọt được bao gói trong bao bì với tỉ lệ đục lỗ 0% (có cắt góc bao bì) có hao hụt khối lượng thấp nhất. Nguyên nhân là do khi tỉ lệ đục lỗ của bao bì càng cao, diện tích bề mặt cải ngọt tiếp xúc trực tiếp với không khí trong kho lạnh (không khí khô do ở nhiệt độ

thấp 4-6°C) và do hệ thống quạt trong kho lạnh quay với tốc độ cao nên không khí trong kho nhanh chóng lấy đi lớp áo nước trên cây cải ngọt. Từ đó, thúc đẩy quá trình di chuyển ẩm từ trong cây cải ra ngoài (Trần Khắc Thi và Nguyễn Công Hoan, 2005). Kết quả là làm tăng quá trình thoát hơi nước. Do đó, chọn bao bì với tỉ lệ đục lỗ 0% (có cắt góc bao bì) để bảo quản cải ngọt nhằm duy trì sự tươi tốt của cải ngọt trong suốt quá trình bảo quản. Hao hụt khối lượng cải khi bảo quản ở 2 nhiệt độ khác nhau thì có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5% và hao hụt khối lượng ở nhiệt độ 4-6°C cao hơn ở 9-11°C do không khí được làm lạnh sẽ giảm độ ẩm tương đối xuống mức thấp hơn độ ẩm có ích cho hầu hết các loại rau quả (Lisa Kitinoja và Adel A .Kader, 2004). Trong trường hợp này, cần phải kết hợp với kết quả đánh giá cảm quan để chọn nhiệt độ tối ưu cho thí nghiệm.

Từ **hình 2** cho thấy mẫu bao gói trong bao bì đục lỗ 1% xuất hiện lá vàng vào ngày 5, các mẫu còn lại ngày 7 xuất hiện lá vàng và tỉ lệ lá vàng tăng ở ngày bảo quản sau đó.



Hình 2 Tỉ lệ lá vàng trong quá trình bảo quản cải ngọt 9 ngày ở 9-11°C

Bảng 2 Tỷ lệ lá vàng trong thời gian bảo quản cải ngọt (%) (*)

Tỷ lệ đục lỗ bao bì PP (%)	Nhiệt độ bảo quản (°C)		Trung bình nghiệm thức
	4-6	9-11	
0	0	5,08	2,54 ^a
1	0	7,29	3,65 ^{ab}
3	0	9,71	4,86 ^b
5	0	10,40	5,20 ^b
Trung bình nghiệm thức	0,00 ^B	8,12 ^A	

Ghi chú: các số mang chữ số mũ khác nhau cùng một cột sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0.05$) theo phép thử LSD

Bảng 2 cho kết quả tỷ lệ lá vàng khi bảo quản cải ngọt ở 2 nhiệt độ khác nhau có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5% và cải ngọt được bảo quản ở 4-6°C không có lá vàng. Nguyên nhân là do nhiệt độ thấp làm giảm cường độ hô hấp, làm chậm sự hoá già của rau, ngược lại nhiệt độ cao kích thích sự sinh khí ethylene làm cho rau bị già đi và tạo ra nhiều chất xơ đồng thời làm mất màu xanh (chlorophyll) ở rau ăn lá làm mất chất lượng sản phẩm (Trần Khắc Thi và Nguyễn Công Hoan, 2005). Ngoài ra, bảng số liệu còn cho kết quả tỷ lệ lá vàng càng tăng khi tỷ lệ đục lỗ của bao bì càng tăng đó là do tỷ lệ đục lỗ bao bì cao làm cho quá trình mất nước của cải ngọt tăng mạnh, rau sẽ bị héo, xơ cứng. Khi tế bào bị tiêu diệt bởi sự lão hóa, protein trong phức chất sẽ bị biến tính và chlorophyll được giải phóng ra dẫn đến chlorophyll bị phân giải.

Đánh giá khả năng chấp nhận theo phương pháp Logistic Model

Bảng 3. Thông số phương trình kết quả thí nghiệm

Thông số	Độ tự do	Ước lượng	Độ lệch chuẩn	Wald Chi-Square	Pr>ChiSq
Intercept	1	14,7144	2,9758	24,4506	<,0001
TLDL	1	-3,5616	0,7669	21,5668	<,0001
KhoNgay	1	-1,1629	0,2288	25,8428	<,0001
KhoTLDL	1	1,4255	0,3359	25,8428	<,0001

$$\ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 x TLDL + \beta_2 x KhoNgay + \beta_3 x KhoxTLDL \quad (1)$$

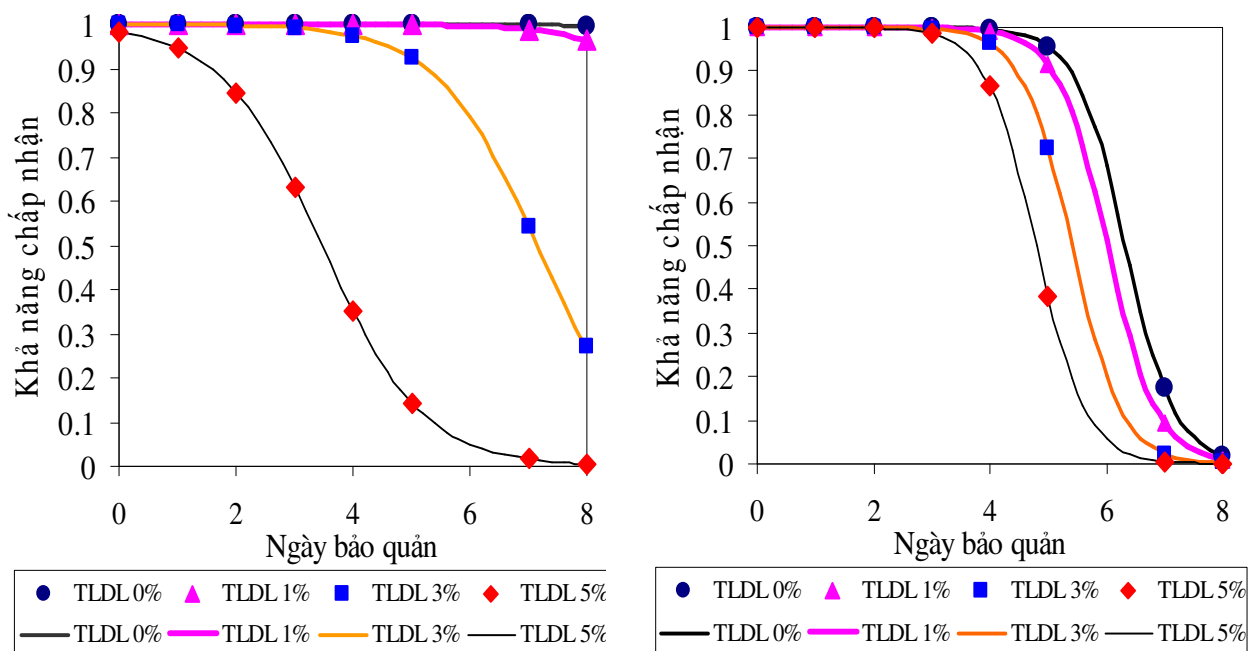
Thay số liệu ở bảng 3 vào phương trình (1) ta được phương trình kết quả thí nghiệm

$$\ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = 14,7144 - 3,5616 x TLDL - 1,1629 x KhoxNgay + 1,4255 x KhoxTLDL \quad (2)$$

Biến đổi phương trình (2) ta được

$$Pi = \frac{e^{14,7144-3,5616*TLDL-1,1629*Kho*Ngày+1,4255*Kho*TLDL}}{1+e^{14,7144-3,5616*TLDL-1,1629*Kho*Ngày+1,4255*Kho*TLDL}}$$

Hình 3 cho thấy mẫu cải ngọt được bao gói trong bao bì tỉ lệ đục lỗ 0% (có cắt góc bao bì) và bảo quản ở nhiệt độ 4-6°C có khả năng chấp nhận cao nhất sau 9 ngày bảo quản.

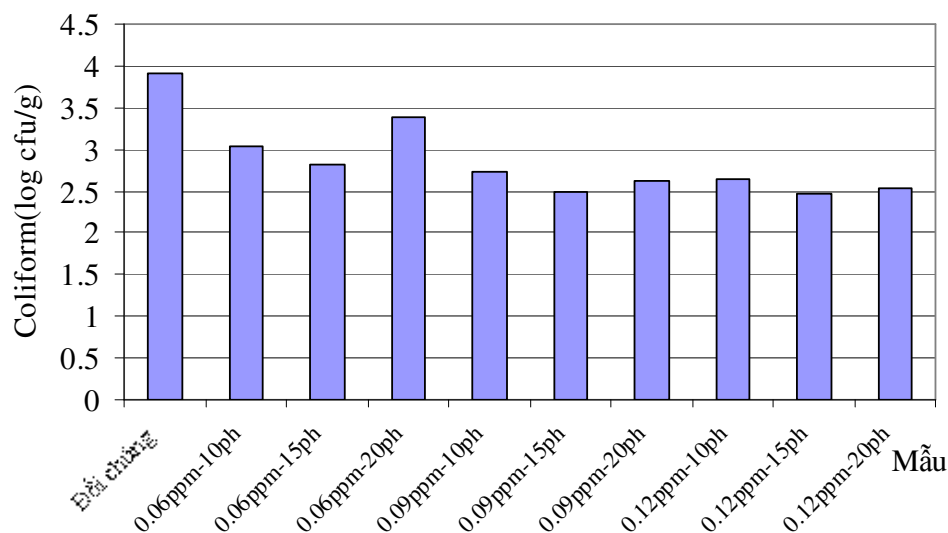


Hình 3: Đồ thị biểu diễn khả năng chấp nhận của cải ngọt theo thời gian bảo quản ở kho 1 (4-6°C) (hình trái) và kho 2 (9-11°C) (hình phải)

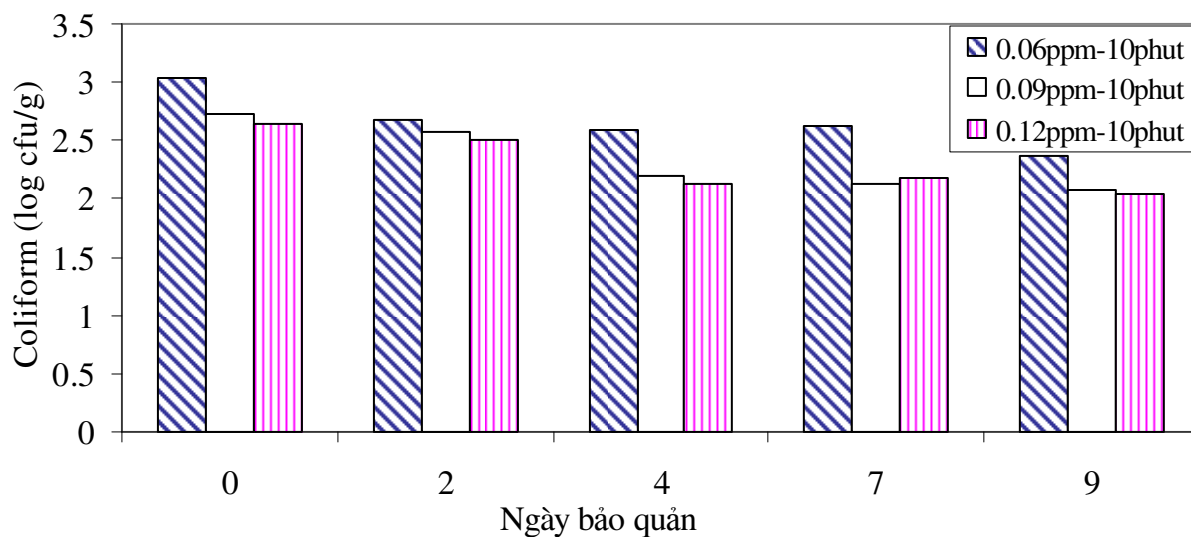
Kết luận: Thí nghiệm 1 cho kết quả là nên bảo quản cải ngọt trong bao bì tỉ lệ đục lỗ 0% (có cắt góc bao bì) và ở nhiệt độ 4-6°C nhằm duy trì chất lượng cải ngọt trong suốt quá trình bảo quản.

4.2 Khảo sát ảnh hưởng của Ozone đến mật số *Coliform* trên cải ngọt

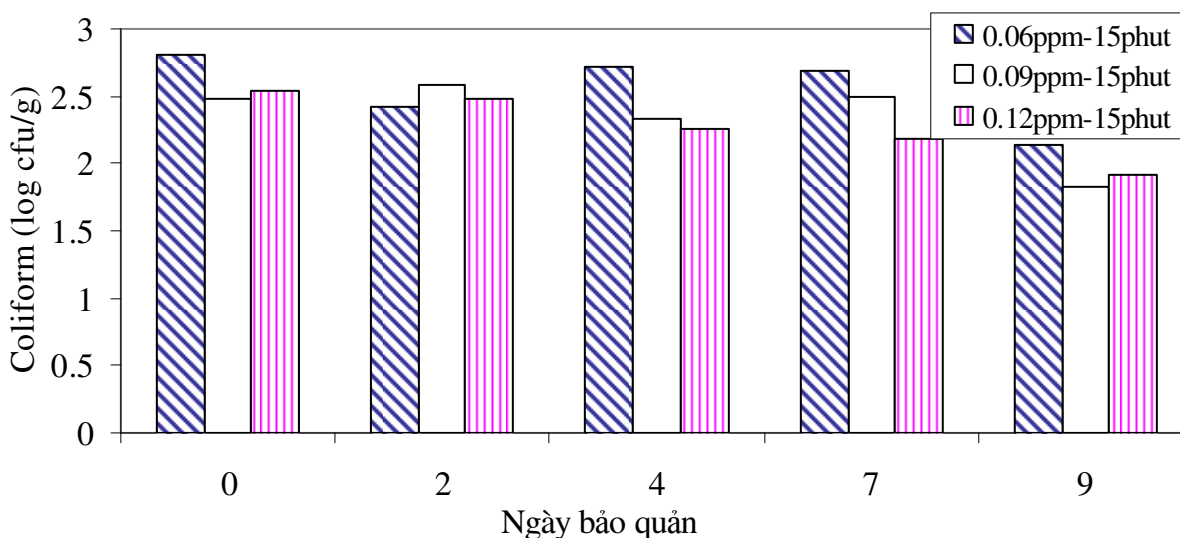
Hình 4 Dựa theo kết quả này, nhận thấy các mẫu được ngâm trong nước Ozone có mật số *Coliform* thấp hơn nhiều so với mẫu đối chứng. Điều này chứng tỏ việc dùng nước Ozone để hạ thấp mật số *Coliform* là có hiệu quả tương đối tốt.



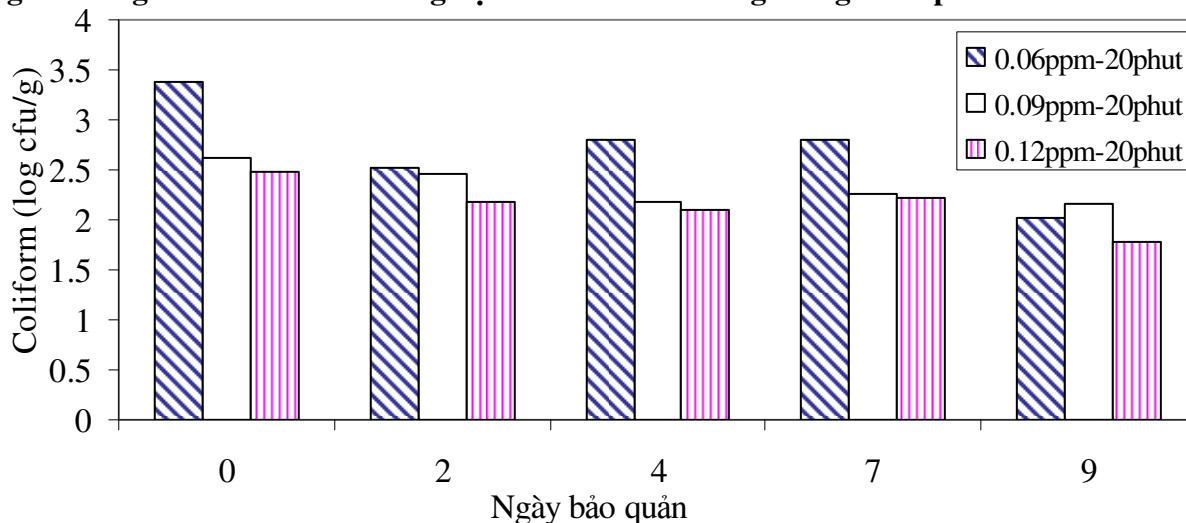
Hình 4 Đồ thị so sánh mật số *Coliform* của mẫu đối chứng với các mẫu ngâm trong nước Ozone



Hình 5 Đồ thị biểu diễn mật số *Coliform* theo thời gian bảo quản ở 4-6°C của 3 mẫu được ngâm trong nước Ozone với nồng độ khác nhau và thời gian ngâm 10phút



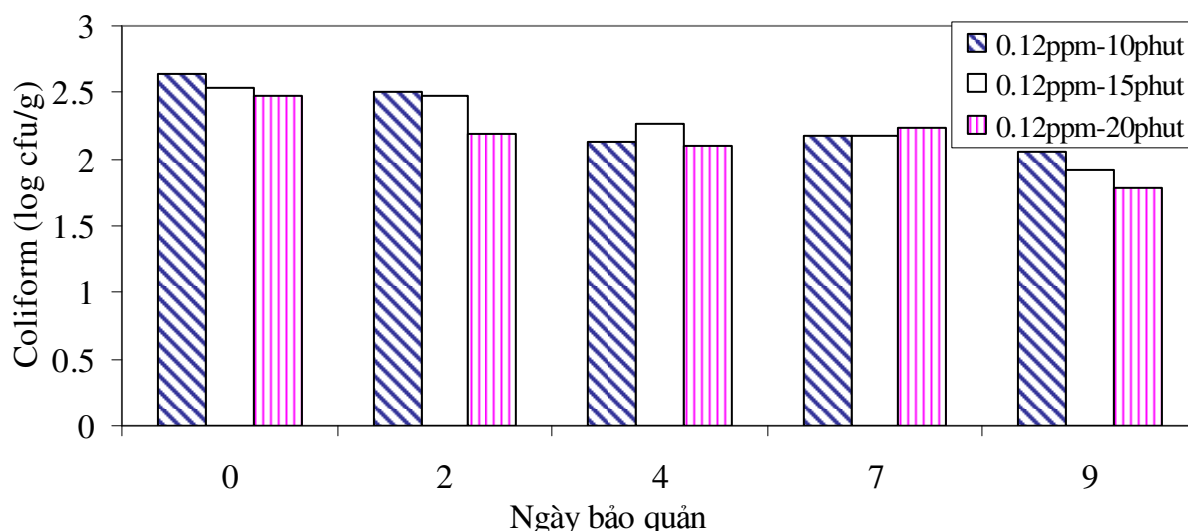
Hình 6 Đồ thị biểu diễn mật số *Coliform* theo thời gian bảo quản ở 4-6°C của 3 mẫu được ngâm trong nước Ozone với nồng độ khác nhau và thời gian ngâm 15 phút



Hình 7 Đồ thị biểu diễn mật số *Coliform* theo thời gian bảo quản ở 4-6°C của 3 mẫu được ngâm trong nước Ozone với nồng độ khác nhau và thời gian ngâm 20 phút

Hình 5, hình 6 và hình 7 Kết quả này cho thấy, khi ngâm cải ngọt trong nước Ozone với 3 nồng độ khác nhau và cùng thời gian ngâm thì mật số *Coliform* của mẫu ngâm trong nước Ozone nồng độ 0,12ppm là thấp nhất. Điều này được giải thích là nồng độ Ozone càng cao thì lượng oxy nguyên tử trong nước ngâm càng nhiều nên tác động lên tính thấm của màng, hoạt động của enzyme và DNA của tế bào vi khuẩn (Hamelin et al., 1978; Ishizaki et al., 1987) và khử guanine hoặc thymine, hoặc cả hai (Ishizaki et al., 1984) dẫn đến số lượng *Coliform* bị vô hoạt càng nhiều. Nghiên cứu của Kim J và Yousef AE (1999) cũng khẳng định khi xử lí rau diếp với nước Ozone thì khả năng vô hoạt vi sinh vật càng cao khi nồng độ Ozone tăng từ 0,2ppm đến 1,8ppm.

Hình 8 Từ kết quả này, thấy rằng khi ngâm cải ngọt trong nước Ozone nồng độ 0,12ppm với thời gian ngâm khác nhau thì mẫu có thời gian ngâm 20 phút cho hiệu quả tiêu diệt *Coliform* tốt nhất.



Hình 8 Đồ thị biểu diễn mật số *Coliform* theo thời gian bảo quản ở 4-6°C của 3 mẫu được ngâm trong nước Ozone nồng độ 0,12ppm với thời gian ngâm khác nhau

Tóm lại, mẫu ngâm trong nước Ozone nồng độ 0,12ppm và thời gian ngâm 20 phút có mật số *Coliform* thấp nhất trong suốt quá trình bảo quản ở 4-6°C. Như vậy, theo thí nghiệm này ta chọn chế độ xử lý tốt nhất là ngâm cải ngọt trong nước Ozone nồng độ 0,12ppm trong thời gian 20 phút nhằm làm giảm mật số *Coliform* trên cải ngọt, giúp an toàn hơn cho người tiêu dùng.

Dựa vào **hình 5**, **hình 6**, **hình 7** và **hình 8** có thể thấy rằng: Nhìn chung, mật số *Coliform* có xu hướng giảm theo thời gian bảo quản. Đó là do nhiệt độ phát triển tối thiểu của *E.coli* là 7°C, nhiệt độ phát triển tối ưu là 35-40°C (Rod A.Herbert và Jane P.Sutherland, 2000), trong khi đó mẫu cải ngọt được bảo quản ở 4-6°C đây không phải là điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của *Coliform*. Theo Nguyen-the C và Carlin F (1994) ở nhiệt độ từ 3-10°C, chỉ có *L.monocytogenes* và *Aeromonas hydrophila* phát triển trên các loại rau chế biến giảm thiểu, đặc biệt *A.hydrophila* phát triển với tốc độ nhanh; *Escherichia coli*, *Shigella sonnei* và *Staphylococcus aureus* chỉ có thể sống sót hoặc giảm mật số với tốc độ chậm. Còn theo nghiên cứu của Finn MJ và Upton ME (1997) salad được bao gói thì mật số vi sinh vật giảm trong quá trình bảo quản ở 5°C, còn salad không bao gói thì mật số vi sinh vật tăng theo thời gian bảo quản ở 5°C. Như vậy, có thể nói cải ngọt được xử lý với nước Ozone, cho vào bao bì và bảo quản ở 4-6°C đã giúp làm giảm được mật số *Coliform* trong quá trình bảo quản.

CHƯƠNG V KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

5.1 Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu ở trên có thể đưa ra kết luận:

Thí nghiệm 1

- Chọn nhiệt độ 4-6°C để bảo quản cải ngọt vì cải ngọt không bị vàng lá sau 9 ngày bảo quản
- Cải ngọt được bao gói trong bao bì tỉ lệ đục lỗ 0% (có cắt góc bao bì) có hao hụt khối lượng thấp nhất và khả năng chấp nhận cao nhất sau 9 ngày bảo quản

Thí nghiệm 2

Ngâm cải ngọt trong nước Ozone nồng độ 0,12ppm với thời gian ngâm 20 phút thì mật số *Coliform* trên cải ngọt thấp nhất trong quá trình bảo quản.

5.2 Đề nghị

Do thời gian tiến hành thí nghiệm có hạn nên không thể khảo sát được hết các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng cải ngọt, chúng tôi đề nghị nghiên cứu thêm một số vấn đề sau:

- Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ và pH của nước ngâm để có thể tạo ra nước Ozone có nồng độ cao hơn
- Khảo sát ảnh hưởng của đường kính lỗ trên bao bì đến chất lượng cải ngọt trong quá trình bảo quản
- Khảo sát ảnh hưởng của tỉ lệ nguyên liệu và nước rửa đến mật số vi sinh trên cải ngọt trong quá trình bảo quản

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

Dương Thị Phượng Liên và ctv, 2005, Giáo trình Kiểm tra chất lượng sản phẩm.

Nguyễn Minh Thủy, 2003, Công nghệ sau thu hoạch rau quả.

Nguyễn Thị Bích Thủy và ctv, 2007, Giáo trình Công nghệ bảo quản và chế biến rau quả, NXB Hà Nội.

Nguyễn Văn Nam, 2005, Thị trường xuất nhập khẩu Rau quả, NXB Thống Kê.

Phạm Thu Cúc, 2005, Giáo trình Kỹ thuật trồng rau, NXB Hà Nội.

Trần Khắc Thi và Nguyễn Công Hoan, 2005, Kỹ thuật trồng rau sạch – rau an toàn, NXB Thanh Hóa.

Tiếng Anh

Barbara M.Lund and MPharm PhD.FiFst, 2000, The Microbiological Safety and Quality of Food Volume I, University of Leeds.

Gabriel Bitton, 1999, Wastewater Microbiology Second Edition, University of Florida Gainesville.

Trang web

<http://ecommons.library.cornell.edu>

<http://www.gralib.hcmuns.edu.vn>

<http://www.ide-cambodia.org>

<http://www.jircas.affrc.go.jp>

<http://www.postharvest.ucdavis.edu>

<http://www.ucgraps.ucdavis.edu>

Phụ lục 1: Kết quả thống kê

Thí nghiệm 1

So sánh hao hụt khối lượng khi bảo quản cải ngọt ở 4-6°C và 9-11°C

Analysis of Variance for HHKL - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Nhiệt độ	142.847	1	142.847	22.94	0.0000
B:TLDL	4747.43	3	1582.48	254.09	0.0000
C:Ngày	4003.13	7	571.876	91.82	0.0000
INTERACTIONS					
AB	96.2919	3	32.0973	5.15	0.0020
AC	106.911	7	15.2729	2.45	0.0208
BC	2091.3	21	99.5858	15.99	0.0000
RESIDUAL	927.97	149	6.22799		
TOTAL (CORRECTED)	12115.9	191			

Multiple Range Tests for HHKL by Nhiệt độ

Method: 95.0 percent LSD

Nhiệt độ	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
9-11oC	96	5.9951	X
4-6oC	96	7.72021	X
Contrast			
		Difference	+/- Limits
4-6oC - 9-11oC		*1.7251	0.711777

* denotes a statistically significant difference.

Analysis of Variance for HHKL - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:TLDL	4747.43	3	1582.48	254.09	0.0000
B:Nhiệt độ	142.847	1	142.847	22.94	0.0000
C:Ngày	4003.13	7	571.876	91.82	0.0000
INTERACTIONS					
AB	96.2919	3	32.0973	5.15	0.0020
AC	2091.3	21	99.5858	15.99	0.0000
BC	106.911	7	15.2729	2.45	0.0208
RESIDUAL	927.97	149	6.22799		
TOTAL (CORRECTED)	12115.9	191			

Multiple Range Tests for HHKL by TLDL

Method: 95.0 percent LSD

TLDL	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
0	48	1.03813	X
1	48	3.39896	X
3	48	9.25708	X
5	48	13.7365	X
Contrast			
		Difference	+/- Limits

0 - 1	*-2.36083	1.0066
0 - 3	*-8.21896	1.0066
0 - 5	*-12.6983	1.0066
1 - 3	*-5.85813	1.0066
1 - 5	*-10.3375	1.0066
3 - 5	*-4.47937	1.0066

* denotes a statistically significant difference.

So sánh tỉ lệ lá vàng khi bảo quản cải ngọt ở 4-6°C và 9-11°C

Analysis of Variance for TLLV - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Nhiệt độ	3166.72	1	3166.72	108.02	0.0000
B:TLDL	212.154	3	70.7179	2.41	0.0691
C:Ngày	8485.62	7	1212.23	41.35	0.0000
INTERACTIONS					
AB	212.154	3	70.7179	2.41	0.0691
AC	8485.62	7	1212.23	41.35	0.0000
BC	659.424	21	31.4011	1.07	0.3851
RESIDUAL	4368.14	149	29.3163		
TOTAL (CORRECTED)	25589.8	191			

Multiple Range Tests for TLLV by Nhiệt độ

Method: 95.0 percent LSD

Nhiệt độ	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
4-6oC	96	0.0	X
9-11oC	96	8.1224	X

Contrast	Difference	+/- Limits
4-6oC - 9-11oC	*-8.1224	1.54428

* denotes a statistically significant difference.

Analysis of Variance for TLLV - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:TLDL	212.154	3	70.7179	2.41	0.0691
B:Nhiệt độ	3166.72	1	3166.72	108.02	0.0000
C:Ngày	8485.62	7	1212.23	41.35	0.0000
INTERACTIONS					
AB	212.154	3	70.7179	2.41	0.0691
AC	659.424	21	31.4011	1.07	0.3851
BC	8485.62	7	1212.23	41.35	0.0000
RESIDUAL	4368.14	149	29.3163		
TOTAL (CORRECTED)	25589.8	191			

Multiple Range Tests for TLLV by TLDL

Method: 95.0 percent LSD

TLDL	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
0	48	2.54042	X
1	48	3.64562	XX
3	48	4.85667	X
5	48	5.20208	X

Contrast	Difference	+/- Limits
0 - 1	-1.10521	2.18394
0 - 3	*-2.31625	2.18394
0 - 5	*-2.66167	2.18394
1 - 3	-1.21104	2.18394
1 - 5	-1.55646	2.18394
3 - 5	-0.345417	2.18394

* denotes a statistically significant difference.

Hao hụt khối lượng khi bảo quản cải ngọt ở 4-6°C

Analysis of Variance for HHKL - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:TLDL	3070.01	3	1023.34	106.70	0.0000
B:Ngày	2683.28	7	383.326	39.97	0.0000
INTERACTIONS					
AB	1425.24	21	67.8685	7.08	0.0000
RESIDUAL	613.793	64	9.59052		
TOTAL (CORRECTED)	7792.32	95			

Multiple Range Tests for HHKL by TLDL

Method: 95.0 percent LSD

TLDL	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
0	24	1.01125	X
1	24	4.02708	X
3	24	10.1675	X
5	24	15.675	X

Contrast	Difference	+/- Limits
0 - 1	*-3.01583	1.78594
0 - 3	*-9.15625	1.78594
0 - 5	*-14.6637	1.78594
1 - 3	*-6.14042	1.78594
1 - 5	*-11.6479	1.78594
3 - 5	*-5.5075	1.78594

* denotes a statistically significant difference.

Hao hụt khối lượng khi bảo quản cải ngọt ở 9-11°C

Analysis of Variance for HHKL - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:TLDL	1773.7	3	591.235	160.05	0.0000
B:Ngày	1426.77	7	203.824	55.17	0.0000
INTERACTIONS					
AB	743.815	21	35.4198	9.59	0.0000
RESIDUAL	236.425	64	3.69413		
TOTAL (CORRECTED)	4180.71	95			

Multiple Range Tests for HHKL by TLDL

Method: 95.0 percent LSD

TLDL	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
0	24	1.065	X
1	24	2.77083	X
3	24	8.34667	X
5	24	11.7979	X

Contrast	Difference	+/- Limits
0 - 1	*-1.70583	1.10842
0 - 3	*-7.28167	1.10842
0 - 5	*-10.7329	1.10842
1 - 3	*-5.57583	1.10842
1 - 5	*-9.02708	1.10842
3 - 5	*-3.45125	1.10842

* denotes a statistically significant difference.

Tỉ lệ lá vàng khi bảo quản cải ngọt ở 9-11°C

Analysis of Variance for TLLV - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:TLDL	424.307	3	141.436	2.44	0.0723
B:Ngày	16971.2	7	2424.46	41.84	0.0000
INTERACTIONS					
AB	1318.85	21	62.8023	1.08	0.3873
RESIDUAL	3708.71	64	57.9486		
TOTAL (CORRECTED)	22423.1	95			

Multiple Range Tests for TLLV by TLDL

Method: 95.0 percent LSD

TLDL	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
0	24	5.08083	X
1	24	7.29125	XX
3	24	9.71333	X
5	24	10.4042	X

Contrast	Difference	+/- Limits
0 - 1	-2.21042	4.39004
0 - 3	*-4.6325	4.39004
0 - 5	*-5.32333	4.39004
1 - 3	-2.42208	4.39004
1 - 5	-3.11292	4.39004
3 - 5	-0.690833	4.39004

* denotes a statistically significant difference.

Phụ lục 2: Hình cải ngọt trong quá trình bảo quản







