

ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH ĐỒNG THÁP
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CỘNG ĐỒNG ĐỒNG THÁP



GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC/ MÔ ĐUN: BẢO QUẢN VÀ CHẾ BIẾN RAU QUẢ

NGÀNH, NGHỀ: CÔNG NGHỆ THỰC PHẨM

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

(Ban hành kèm theo Quyết định số 185 /QĐ-CDĐT ngày 22 tháng 8 năm 2017
của Hiệu trưởng trường Cao đẳng Cộng đồng Đồng Tháp)

Đồng Tháp, năm 2017

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Rau quả là một trong những thực phẩm thiết yếu của con người. Rau quả cung cấp cho con người nhiều vitamin và muối khoáng. Glucid của rau quả chủ yếu là các loại đường dễ tiêu hóa. Hàm lượng chất đạm trong rau quả tuy ít nhưng có vai trò quan trọng trong trao đổi chất và dinh dưỡng. Chất béo trong rau quả không nhiều nhưng dễ tiêu và có những acid béo không thể thay thế được. Rau quả còn cung cấp cho cơ thể nhiều chất xơ, có tác dụng giải các độc tố phát sinh trong quá trình tiêu hóa thức ăn và có tác dụng chống táo bón... Do vậy, trong chế độ dinh dưỡng của con người, rau quả không thể thiếu và ngày càng trở nên quan trọng, cần thiết hơn.

Nước ta có điều kiện khí hậu và đất đai thuận lợi cho sự phát triển của thực vật nói chung và rau quả nói riêng. Vì vậy, rau quả Việt Nam rất phong phú và đa dạng. Nhiều loại rau quả của nước ta có phẩm chất ngon và rất được ưa chuộng cả trong và ngoài nước.

Tuy nhiên rau quả rất dễ bị hư hỏng. Sự mất nước và thối hỏng là những nguyên nhân chính gây ra tổn thất rau quả tươi sau thu hoạch. Tổn thất khối lượng và chất lượng có thể xảy ra ở mọi công đoạn của quá trình chăm sóc, quản lý rau quả sau thu hoạch gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến việc cung ứng rau quả cũng như lợi nhuận thu được từ sản xuất rau quả.

Những năm gần đây, nền kinh tế Việt Nam tăng trưởng khá, đời sống nhân dân được cải thiện, nhu cầu tiêu dùng rau quả tăng lên, việc xuất khẩu rau quả tươi và rau quả chế biến phát triển nên sản xuất rau quả cũng tăng trưởng nhiều.

Bài giảng **Bảo quản và chế biến rau quả** được biên soạn để giảng dạy cho sinh viên ngành Trung cấp Công nghệ thực phẩm gồm có 4 chương:

- Chương 1: Nguyên liệu rau quả
- Chương 2: Thu hoạch rau quả
- Chương 3: Các phương pháp bảo quản rau quả
- Chương 4: Công nghệ chế biến rau quả

Những kiến thức trong học phần này sẽ là cơ sở để sinh viên thực tập giáo trình và tốt nghiệp ở các cơ sở có liên quan đến lĩnh vực này.

Do lần đầu biên soạn nên không thể tránh khỏi những thiếu sót, rất mong nhận được những ý kiến đóng góp để bài giảng ngày càng hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cảm ơn!

Đồng Tháp, ngày 20 tháng 8 năm 2017

Chủ biên

Phạm Thị Quỳnh Trâm

MỤC LỤC



Trang

Chương 1. NGUYÊN LIỆU RAU QUẢ.....	1
1.1. Phân loại rau quả.....	<u>1</u>
1.1.1. Phân loại rau quả theo tính chất khí hậu	<u>1</u>
1.1.2. Phân loại rau quả theo đặc điểm thực vật học	2
1.2. Cấu tạo tế bào và mô thực vật.....	<u>3</u>
1.2.1. Cấu tạo tế bào	<u>3</u>
1.2.2. Cấu tạo mô thực vật.....	<u>7</u>
1.3. Thành phần hóa học của rau quả	<u>8</u>
1.3.1. Nước	<u>8</u>
1.3.2. Các glucid	<u>8</u>
1.3.3. Các acid hữu cơ	<u>10</u>
1.3.4. Protein.....	<u>11</u>
1.3.5. Lipid.....	<u>11</u>
1.3.6. Các hợp chất phenol (chất chát)	<u>11</u>
1.3.7. Các glycosid (chất đắng)	<u>11</u>
1.3.8. Các chất thơm.....	<u>12</u>
1.3.9. Các chất màu	<u>12</u>
1.3.10. Các vitamin.....	<u>14</u>
1.3.11. Các chất khoáng	<u>14</u>
1.3.12. Các enzyme.....	<u>14</u>
1.3.13. Các phitonxit	<u>15</u>
Chương 2. THU HOẠCH RAU QUẢ.....	16
2.1. Xác định độ chín cần thu hoạch	<u>16</u>
2.2. Tiến hành thu hái	<u>16</u>
2.3. Sơ chế tại chỗ.....	<u>18</u>
<u>2.4.</u> Xử lý trước đóng gói	<u>18</u>
2.5. Đóng gói	<u>20</u>
2.6. Vận chuyển	<u>21</u>
Chương 3. CÁC PHƯƠNG PHÁP BẢO QUẢN RAU QUẢ	22
3.1. Các quá trình xảy ra khi tồn trữ rau quả	<u>22</u>
3.1.1. Các quá trình vật lý.....	<u>22</u>
3.1.2. Các quá trình sinh lý, sinh hóa	<u>23</u>
3.2. Nguyên nhân hư hỏng và giảm chất lượng rau quả sau thu hoạch.....	<u>27</u>
3.3. Các phương pháp bảo quản rau quả	<u>28</u>

3.3.1. Bảo quản ở điều kiện thường.....	28
3.3.2. Bảo quản lạnh.....	29
3.3.3. Bảo quản bằng điều chỉnh thành phần khí quyển.....	31
3.3.4. Bảo quản bằng hóa chất.....	33
3.3.5. Bảo quản bằng chiếu xạ.....	34
Chương 4. CÔNG NGHỆ CHẾ BIẾN RAU QUẢ	36
4.1. Công nghệ chế biến đồ hộp quả nước đường.....	36
4.1.1. Yêu cầu nguyên liệu.....	36
4.1.2. Xử lý nguyên liệu.....	36
4.1.3. Xếp hộp – Rót nước đường.....	37
4.1.4. Ghép nắp – Thanh trùng.....	37
4.1.5. Các chỉ tiêu chất lượng.....	38
4.2. Công nghệ chế biến đồ hộp nước quả.....	39
4.2.1. Đặc điểm chung và phân loại nước quả.....	39
4.2.2. Yêu cầu về nguyên liệu.....	40
4.2.3. Đồ hộp nước quả ép.....	40
4.2.4. Đồ hộp nước quả cô đặc.....	42
4.2.5. Đồ hộp nước quả nghiền (nectar).....	43
4.2.6. Đồ hộp xirô quả.....	44
4.2.7. Công nghệ chế biến một số đồ hộp nước quả.....	46
4.3. Công nghệ chế biến đồ hộp mứt quả.....	49
4.3.1. Mứt đông.....	49
4.3.2. Mứt nhuyễn.....	51
4.3.3. Mứt miếng đông.....	52
4.3.4. Mứt rim.....	52
4.3.5. Mứt khô.....	54
4.3.6. Công nghệ chế biến một số dạng đồ hộp mứt quả.....	54
4.4. Công nghệ chế biến đồ hộp rau tự nhiên.....	56
4.4.1. Đồ hộp cà chua tự nhiên.....	56
4.4.2. Đồ hộp súp lơ tự nhiên.....	57
4.4.3. Đồ hộp đậu cove tự nhiên.....	57
4.4.4. Đồ hộp cà rốt tự nhiên.....	57
4.4.5. Đồ hộp nấm rơm, nấm mỡ tự nhiên.....	57
4.4.6. Đồ hộp ngô bao tử tự nhiên.....	58
4.4.7. Đồ hộp ngô ngọt nguyên hạt.....	58
4.5. Công nghệ chế biến đồ hộp rau dầm giấm.....	59
4.5.1. Dưa chuột dầm giấm.....	59
4.5.2. Giá đỗ xanh dầm giấm.....	60
4.5.3. Rau xalat.....	61

4.6. Công nghệ chế biến rau quả sấy	<u>62</u>
4.6.1. Quy trình tổng quát.....	<u>62</u>
4.6.2. Các công đoạn chính	<u>62</u>
4.7. Công nghệ chế biến rau quả lạnh đông	<u>67</u>
4.7.1. Quy trình công nghệ rau lạnh đông	<u>67</u>
4.7.2. Quy trình công nghệ quả lạnh đông	<u>68</u>
4.7.3. Các công đoạn chính	<u>69</u>
TÀI LIỆU THAM KHẢO	<u>75</u>

Tailieu.vn

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC/MÔ ĐUN

Tên môn học/mô đun: BẢO QUẢN VÀ CHẾ BIẾN RAU QUẢ

Mã môn học, mô đun: TCN430

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học/ mô đun:

- Vị trí: môn học chuyên môn.
- Tính chất: môn bắt buộc.
- Ý nghĩa và vai trò của môn học/mô đun: Là môn học bắt buộc trong chương trình đào tạo bậc trung cấp ngành Công nghệ thực phẩm nhằm trang bị cho học sinh những kiến thức cơ bản về cấu tạo, thành phần hóa học, các bước thu hoạch rau quả, công nghệ bảo quản rau quả sau thu hoạch và công nghệ chế biến một số sản phẩm tiêu biểu từ các nguyên liệu rau, quả thường gặp.

Mục tiêu của môn học/ mô đun:

- Về kiến thức: Trang bị cho sinh viên những kiến thức về:
 - + Cấu tạo, thành phần và tính chất của nguyên liệu rau quả.
 - + Các bước thu hoạch rau quả và công nghệ bảo quản rau quả sau thu hoạch.
 - + Quy trình chế biến một số sản phẩm tiêu biểu từ các nguyên liệu rau, quả thường gặp, yêu cầu nguyên liệu, các vấn đề kỹ thuật của từng công đoạn trong quy trình chế biến và các dụng cụ, thiết bị phục vụ cho việc chế biến các sản phẩm.
- Về kỹ năng: Trang bị cho sinh viên những kỹ năng thực hành một số dạng sản phẩm chế biến từ rau quả ở quy mô xưởng thực nghiệm nhằm đa dạng hóa các sản phẩm với quy trình công nghệ đơn giản từ đó tăng khả năng bảo quản cho sản phẩm. Giúp sinh viên làm quen và thao tác trên một số loại máy móc của sản xuất công nghiệp.
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm: Rèn luyện cho sinh viên ý thức chủ động nghiên cứu tài liệu, tích cực tham gia vào các hoạt động giảng dạy.

Nội dung của môn học/mô đun:

Chương 1. NGUYÊN LIỆU RAU QUẢ

Giới thiệu:

Mục tiêu: Cung cấp cho những sinh viên kiến thức cơ bản về phân loại rau quả, đồng thời cung cấp kiến thức cơ bản về cấu tạo tế bào, mô thực vật và thành phần hóa học chính của rau quả.

1.1. Phân loại rau quả

1.1.1. Phân loại rau quả theo tính chất khí hậu

1.1.1.1. Phân loại rau

Căn cứ vào yêu cầu của cây rau đối với nhiệt độ trong quá trình sinh trưởng, phát triển, có thể phân loại rau thành các nhóm như sau:

- Loại rau chịu rét: hành, tỏi, măng tây, ngó sen... Cây đồng hóa mạnh ở nhiệt độ $15\div 20^{\circ}\text{C}$, có khả năng chịu rét trong thời gian dài.
- Loại rau chịu rét trung bình: cải trắng, cải bắp, cà rốt, đậu Hà Lan, rau cần, xà lách... Nhiệt độ thích hợp cho cây đồng hóa là $15\div 20^{\circ}\text{C}$, có khả năng chịu rét trong thời gian ngắn.
- Loại rau ưa thích ấm áp: cà, cà chua, ớt, dưa chuột... Loại rau này đồng hóa mạnh ở nhiệt độ $20\div 30^{\circ}\text{C}$, không chịu được rét.

- Loại rau chịu nóng: dưa hấu, dưa bở, bí ngô, bí xanh, đậu đũa... Cây đồng hóa mạnh ở nhiệt độ 30°C, trên 40°C cây vẫn có thể sinh trưởng bình thường, khả năng chịu rét kém.

Khả năng chịu nhiệt độ cao hoặc thấp của các loại rau không chỉ thể hiện trong quá trình sinh trưởng, phát triển mà còn tiếp tục được duy trì sau thu hoạch. Vì vậy, có thể căn cứ vào khả năng chịu nhiệt của rau để lựa chọn nhiệt độ bảo quản thích hợp.

1.1.1.2. Phân loại quả

Dựa vào nguồn gốc và yêu cầu về nhiệt độ để sinh trưởng, phát triển có thể chia các loại quả thành ba nhóm:

- Nhóm cây ăn quả nhiệt đới: chuối, dứa, mít, xoài, ổi, dưa, đu đủ, măng cầu, sầu riêng, măng cụt, vú sữa, hồng xiêm, trứng gà (lêkima), me, táo, khế, dưa hấu, bưởi...
- Nhóm cây ăn quả cận nhiệt đới: bơ, cam, quýt, vải, nhãn, hồng, lựu...
- Nhóm cây ăn quả ôn đới: đào, lê, mơ, mận, táo tây, nho, dâu tây...

1.1.2. Phân loại rau quả theo đặc điểm thực vật học

Đây là phương pháp phân loại được sử dụng rộng rãi hiện nay. Dựa vào các đặc điểm thực vật học của rễ, thân, lá, hoa, quả, hạt và quan hệ họ hàng giữa chúng mà có thể phân chúng thành các bộ, họ, chi, loài, giống... có tên gọi thống nhất bằng tiếng La tinh.

1.1.2.1. Phân loại rau

- Họ hòa thảo (*Gramineae*): măng tre, măng mai, ngô rau, ngô đường.
- Họ hành tỏi (*Alliaceae*): hành tây, hành hoa, hành ta, tỏi tây, tỏi ta, hẹ, măng tây.
- Họ thập tự (*Cruciferae*): cải bắp, súp lơ, su hào, cải làn, cải xanh, cải thìa, cải bẹ, cải củ, cải soong.
- Họ cà (*Solanaceae*): cà chua, cà tím, cà bát, cà pháo, khoai tây, ớt ngọt, ớt cay.
- Họ bầu bí (*Cucurbitaceae*): dưa chuột, bí ngô, bí xanh, mướp, mướp đắng, dưa gang, su su, bầu.
- Họ đậu (*Leguminosae*): đậu cove, đậu Hà Lan, đậu đũa, đậu ván, củ đậu, đậu rồng.
- Họ hoa tán (*Umbeliferae*): cà rốt, cần tây, cần ta, mùi, thìa là, mùi tàu.
- Họ cúc (*Compositae*): rau diếp, diếp xoăn, xà lách, cải cúc, artiso.
- Họ bìm bìm (*Convolvulaceae*): rau muống, khoai lang, rau ngổ.
- Họ rau muối (*Chenopodiaceae*): củ cải đường, rau spinach (chân vịt).
- Họ rau dền (*Amaranthaceae*): rau dền.
- Họ mồng tơi (*Basellaceae*): mồng tơi.
- Họ niễng (*Trapaceae*): củ niễng, củ ấu.
- Họ bông (*Malvaceae*): đậu bắp.
- Họ hoa môi (*Labiatae*): húng quế, tía tô, kinh giới.
- Họ gừng (*Zingiberaceae*): gừng.
- Họ nghệ (*Polygonaceae*): rau răm.

1.1.2.2. Phân loại quả

- Họ dứa (*Bromeliaceae*): dứa
- Họ chuối (*Musaceae*): chuối tiêu, chuối tây, chuối ngự, chuối hột...
- Họ dừa (*Palmaceae*): dừa, muồng, chà là, cọ.
- Họ đào lộn hột (*Anacardiaceae*): đào lộn hột, sầu, muỗm, xoài, cóc, quế, thanh trà, dâu da xoan.
- Họ na (*Annonaceae*): na, măng cầu xiêm, bình bát.

- Họ gạo (*Bombacaceae*): sầu riêng.
- Họ xương rồng (*Cactaceae*): thanh long
- Họ vang (*Caesalpiniaceae - Leguminosaceae*): me.
- Họ đu đủ (*Caricaceae*): đu đủ.
- Họ bầu bí (*Cucurbitaceae*): dưa hấu, dưa thơm, dưa lê.
- Họ thị (*Ebenaceae*): thị, hồng, cây.
- Họ bứa (*Guttiferae – Clusiaceae*): măng cụt, bứa, tai chua.
- Họ long não (*Lauraceae*): bơ.
- Họ măng rô (*Malpighiaceae*): sơ ri.
- Họ xoan (*Meliaceae*): lòng boong.
- Họ dâu tằm (*Moraceae*): mít, chay, vả, dâu.
- Họ sim (*Myrtaceae*): ôi, sim, roi.
- Họ chua me đất (*Oxalidaceae*): khế
- Họ lạc tiên (*Passifloraceae*): lạc tiên.
- Họ lựu (*Punicaceae*): lựu.
- Họ táo ta (*Rhamnaceae*): táo ta, táo tàu, táo đại.
- Họ hoa hồng (*Rosaceae*): dâu tây, lê, táo tây, mơ, mận, đào, mâm xôi.
- Họ cam (*Rutaceae*): bưởi, quýt, quất, thanh yên, Phật thủ, chanh, cam, hồng bì.
- Họ bồ hòn (*Sapindaceae*): vải, nhãn, chôm chôm.
- Họ hồng xiêm (*Sapotaceae*): hồng xiêm, vú sữa, trứng gà.
- Họ nho (*Vitaceae - Ampelidaceae*): nho.

Thường các loại rau quả trong cùng họ có chung đặc điểm thực vật học thì có đặc tính sinh lý, hóa sinh gần giống nhau. Do đó có thể áp dụng các chế độ bảo quản tương tự nhau.

1.2. Cấu tạo tế bào và mô thực vật

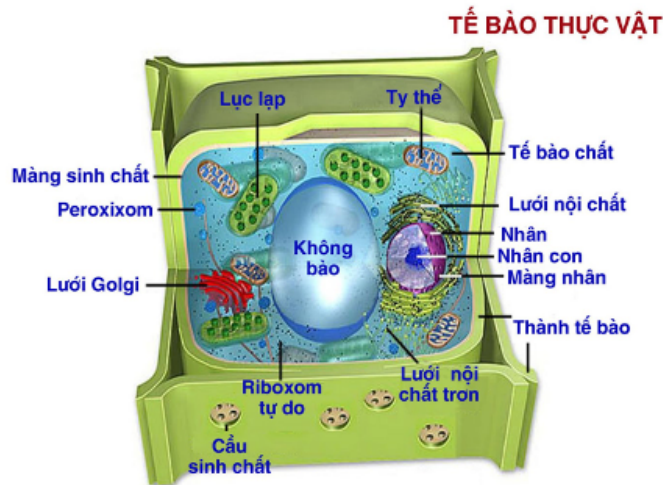
Mô thực vật cấu thành từ các tế bào. Có hai loại tế bào: tế bào nhu mô và tế bào hình thoi.

- Tế bào nhu mô hình cầu hay đa diện, kích thước các cạnh gần bằng nhau, xếp dịch 10-100 μm , chứa nước, tinh bột và protein. Rau quả cấu tạo chủ yếu từ các tế bào nhu mô.

- Tế bào hình thoi có dạng sợi, kích thước ở tiết diện ngang như tế bào nhu mô nhưng chiều dài có khi đạt tới hàng chục milimet, cấu tạo nên phần cứng của mô thực vật như mô che chở, mô dẫn...

1.2.1. Cấu tạo tế bào

Tế bào thực vật được chia thành 2 phần chính: thành tế bào và nguyên sinh chất. Ngoài ra, tế bào thực vật trưởng thành còn có không bào là những túi chứa đầy dịch bào (hình 1.1).



Hình 1.1. Cấu tạo tế bào thực vật

1.2.1.1. Thành tế bào

Tế bào thực vật được bao bọc trong một lớp vỏ cứng được gọi là thành tế bào. Thành tế bào và lục lạp là những cấu trúc đặc trưng của tế bào thực vật.

* Chức năng của thành tế bào:

- Bao bọc các cơ quan bên trong của tế bào thông qua việc tạo ra một khung đỡ cho lớp màng tế bào ngoài và các màng nguyên sinh chất, chống lại áp suất thẩm thấu của các phần bên trong tế bào.

- Tạo hình dạng cấu trúc và độ bền cơ học cho tế bào và mô thực vật.

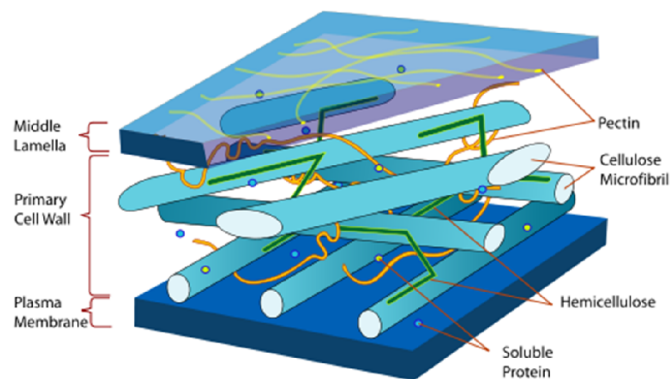
* Thành phần hóa học của thành tế bào: Để đảm bảo độ bền và khả năng sinh trưởng, thành tế bào được xây dựng từ các vật liệu chính sau:

- Vật liệu ổn định có tính đàn hồi ở dạng sợi nhỏ: cellulose
- Vật liệu mềm dẻo ở dạng khuôn vô định hình: pectin, hemicellulose

Ngoài ra trong thành tế bào còn có lipid, protein.

* Cấu trúc của thành tế bào:

Thành tế bào có cấu tạo nhiều lớp (**hình 1.2**). Ngoài cùng là phần tiếp giáp các tế bào với nhau gọi là lớp giữa (lớp trung gian), tiếp sau đó là vách nguyên sinh (lớp sơ cấp) rồi đến vách thứ sinh (lớp thứ cấp).



Hình 1.2. Cấu trúc thành tế bào thực vật

Lớp giữa: là phần cấu trúc nằm giữa hai tế bào, được hình thành từ một lớp các chất pectin, được xem như “xi măng” gắn kết các tế bào cạnh nhau.

Vách nguyên sinh: khi tế bào đạt kích thước tối đa thì sự hình thành vách nguyên sinh cũng kết thúc. Ở vách nguyên sinh, cellulose là thành phần cấu trúc chính (30%),

ngoài ra còn có hemicellulose, pectin, protein, nước, một số hợp chất vô cơ và hữu cơ khác. Vách nguyên sinh của tế bào biểu bì còn có thể chứa sáp.

Vách thứ sinh: ở một số loại tế bào thực vật, thành tế bào còn có một lớp thứ hai, được hình thành phía bên trong của vách nguyên sinh khi tế bào đã ngừng tăng trưởng, gọi là vách thứ sinh. Vách thứ sinh cũng được cấu trúc từ cellulose (60%), hemicellulose, một ít pectin và bền vững hơn nhờ có lignin. Khi hình thành vách thứ sinh, độ dày thành tế bào tăng lên nên mất tính đàn hồi và khả năng tăng trưởng. Tuy nhiên nó vẫn đảm bảo tính thấm nước và cho chất tan đi qua. Độ cứng của thành tế bào có vai trò trong việc hình thành nên tính giòn tự nhiên của rau quả.

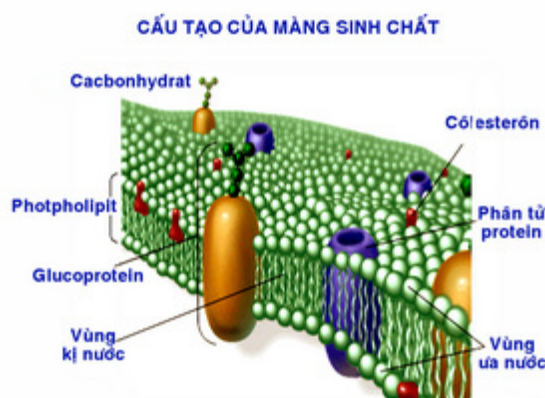
1.2.1.2. Nguyên sinh chất

* Màng

Ranh giới giữa thành tế bào với nguyên sinh chất là màng sinh chất, còn ranh giới giữa nguyên sinh chất với không bào là màng không bào. Các bào quan như nhân, lập thể, ty thể... nằm trong nguyên sinh chất cũng được bao bọc bởi các màng riêng của mình có đặc tính rất khác nhau. Ngoài ra, trong nguyên sinh chất còn có một hệ thống “kênh, rạch” được hình thành nhờ các màng gọi là mạng lưới nội chất.

- Thành phần hóa học của màng: Màng là một cấu trúc có tổ chức nghiêm ngặt. Thành phần hóa học của màng gồm protein, lipid, glucid và muối vô cơ. Tuy nhiên hai thành phần chính cấu tạo nên màng là protein và phospholipid. Thành phần, tỷ lệ và sự định hướng của hai cấu tử này quyết định cấu trúc và chức năng của màng. Lipid (trong đó 80% là phospholipid) chiếm khoảng 40% chất khô của màng. Màng có chức năng bảo vệ và bao bọc thì tỷ lệ lipid thường cao, chiếm khoảng 80% trong khi các màng đảm nhận chức năng trao đổi năng lượng ở ty thể và lục lạp lại có tỷ lệ protein đến 70%.

- Cấu trúc của màng: Cấu trúc cơ bản của các loại màng là hai lớp lipid xếp song song-lớp phân tử kép. Lipid của màng là các phân tử lưỡng tính có các phần kỵ nước và phần ưa nước. Các phức hợp protein “nhúng” trong lớp lỏng lipid nói trên. Các protein này có thể xuyên qua, nổi trên bề mặt hoặc chìm trong lớp lipid. Với cấu trúc linh động và đa dạng, màng có hàng loạt chức năng quan trọng khác nhau: ranh giới, bảo vệ, ngăn chặn, vận chuyển, thẩm thấu, trao đổi năng lượng, nhận và điều chỉnh các tín hiệu bên ngoài.



Hình 1.3. Cấu tạo của màng sinh chất

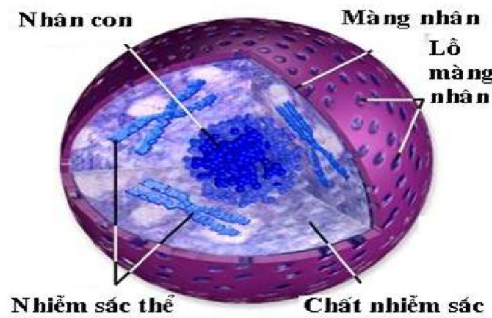
* Tế bào chất

Khối chất nằm phía trong màng sinh chất, ngoài không bào và các bào quan gọi là tế bào chất hay chất nền. Tế bào chất là một khối lỏng, chứa protein, các hợp chất cao phân tử khác và các chất hòa tan. Tại đây diễn ra nhiều quá trình hóa sinh quan trọng

nghư phân giải các glucid dự trữ thông qua chu trình đường phân, chu trình pentose phosphate và tổng hợp protein.

Trong tế bào chất còn chứa các bào quan quan trọng (nhân, lục thể, ty thể, màng lưới nội chất, ribosome, bộ máy golgi) cũng được bao bọc bởi màng và có những chức năng đặc thù.

- Nhân: Hình cầu hay hình ovan và chứa màng nhân, chất nhân, hạch nhân (nhân con, chứa gen di truyền) (**hình 1.4**). Nhân là trung tâm điều khiển của tế bào, duy trì các thông tin di truyền được mã hóa trong các chuỗi DNA; truyền thông tin di truyền từ tế bào này sang tế bào khác bằng con đường tổng hợp DNA; chuyển thông tin đến tế bào chất thông qua việc tổng hợp mRNA.



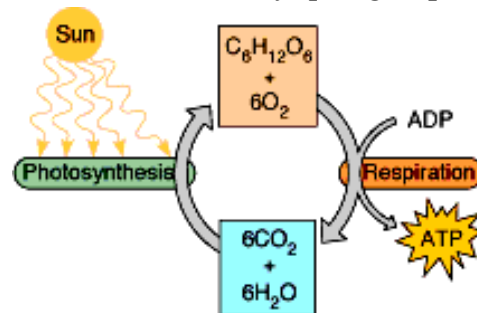
Hình 1.4. Cấu trúc của nhân

- Lục thể: Có 3 dạng lục thể cơ bản nhất là lục thể, sắc thể và vô sắc thể.

Lục thể: thường thấy ở các tế bào màu xanh và là bộ máy quang hợp của tế bào.



Hình 1.5. Cấu trúc của lục thể



Hình 1.6. Quang hợp và hô hấp của tế bào

Sắc thể: chứa các sắc tố carotenoid tạo ra các màu sắc đỏ-vàng ở nhiều loại rau quả. Sắc thể hình thành chủ yếu từ các lục thể thành thực khi chlorophyll đã bị phân giải hết.

Vô sắc thể - thể không màu: có vai trò tích lũy các chất dự trữ của tế bào, gồm ba loại: bột thể (dự trữ tinh bột), đạm thể (dự trữ protein dưới dạng các hạt aleuron) và dầu thể (dự trữ lipid dưới dạng các hạt dầu).

- Ty thể: thực hiện quá trình hô hấp của tế bào. Ty thể chứa các enzyme hô hấp của chu trình Krebs và chuỗi vận chuyển điện tử để tổng hợp ATP (adenosine triphosphate). Ty thể sử dụng các sản phẩm của quá trình đường phân để tạo ra năng lượng. Vì vậy, có thể coi ty thể là cơ quan sinh năng lượng của tế bào.

- Màng lưới nội chất: dạng ống hoặc các kênh, trên bề mặt thường có ribosome. Hệ thống màng lưới nội chất thường gắn với màng của phức hợp golgi. Hệ thống này đảm bảo sự biến đổi, bao bọc, vận chuyển các chất bài tiết, các nguyên liệu xây dựng vỏ tế bào. Những kênh của lưới nội chất có thể đi qua các tế bào lân cận.

- Ribosome: chứa acid ribonucleic và protein, có chức năng tổng hợp protein trong tế bào.

- Bộ máy golgi: là những chồng đĩa tròn, phẳng được bao bọc bởi một lớp màng đơn, có chức năng là hình thành và tiết ra những hợp chất, chủ yếu là polysaccharide để cấu trúc nên thành tế bào.

1.2.1.3. Không bào

Các tế bào còn non có vài không bào nhỏ, nhưng khi tế bào trưởng thành chúng hợp lại thành một không bào trung tâm, có thể chiếm tới 90% thể tích của tế bào. Không bào được bao bọc bởi một màng đơn, gọi là màng không bào, có tính thấm khác nhau đối với các loại phân tử. Nhờ đó sự di chuyển của các phân tử ra vào màng không bào được kiểm soát nghiêm ngặt.

Không bào chứa chất lỏng gọi là dịch bào chứa gần hết các thành phần hóa học quý của rau quả (đường, acid hữu cơ, amino acid, protein, tannin, calcium oxalate, anthocyanin, phenolic, alkaloid, gồm...).

1.2.2. Cấu tạo mô thực vật

Các loại rau quả được cấu tạo từ 5 nhóm mô chính sau:

- Mô che chở - mô bì
- Mô mềm - mô dự trữ
- Mô cơ - mô nâng đỡ
- Mô mạch - mô dẫn
- Mô phân sinh

1.2.2.1. Mô che chở - mô bì

Bao phủ bề mặt bên ngoài của các bộ phận thực vật. Chúng có ảnh hưởng quyết định đến sự trao đổi chất khí (hơi nước, oxy, carbonic) và sức đề kháng của rau quả đối với các tác nhân cơ giới và sinh học trong suốt quá trình xử lý và bảo quản. Đối với một số rau quả, mô bì còn có ảnh hưởng đến hình thức của sản phẩm.

Mô bì được chia thành 2 nhóm chính là mô che chở sơ cấp - biểu bì và mô che chở thứ cấp - chu bì.

1.2.2.2. Mô mềm - mô dự trữ

Các tế bào nhu mô tạo nên mô mềm. Mô mềm có ở khắp các bộ phận của cây như vỏ, ruột, thân, rễ, củ, thịt lá, thịt quả và hạt.

Tùy thuộc vào vị trí mà mô mềm có chức năng khác nhau.

- Mô mềm dự trữ: ở phần thịt quả, rễ củ và hạt, các tế bào nhu mô làm nhiệm vụ dự trữ các hợp chất như glucid, protein, lipid và tạo nên phần ăn được của rau quả.

- Mô mềm đồng hóa: trong mô thịt lá, các tế bào nhu mô có chứa nhiều diệp lục và thực hiện chức năng quang hợp.

- Ngoài ra, còn có chức năng kích thích bài tiết hoặc phục hồi khả năng phân sinh khi bị tổn thương.

1.2.2.3. Mô cơ - mô nâng đỡ

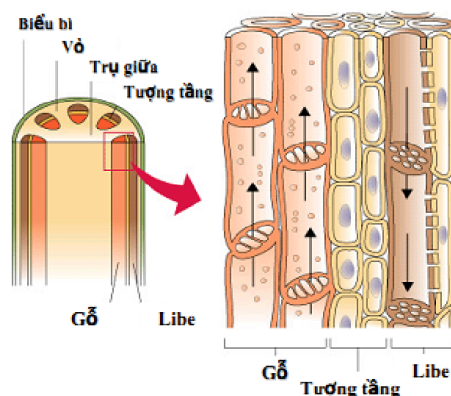
Mô cơ gồm mô dày - hậu mô và mô cứng - cương mô.

Mô dày - hậu mô: Các tế bào mô dày về cơ bản giống như các tế bào nhu mô, nhưng thành tế bào rất dày nên tăng cường khả năng nâng đỡ cho thực vật. Các tế bào này rất khỏe và mềm dẻo do thành tế bào không bị lignin hóa. Các tế bào mô dày vẫn duy trì hoạt động trao đổi chất và có khả năng phân hủy thành tế bào nếu chức năng của mô phân sinh được phục hồi.

Mô cứng - cương mô: Mô cứng gồm những tế bào có vách thứ sinh bị lignin hóa (hóa gỗ) làm tăng cường sự cứng rắn cho các cơ quan thực vật. Các tế bào mô cứng rất khác nhau về hình dạng, cấu tạo và tính chất nhưng chia thành 2 nhóm chính là tế bào đá và tế bào sợi.

1.2.2.4. Mô mạch - mô dẫn

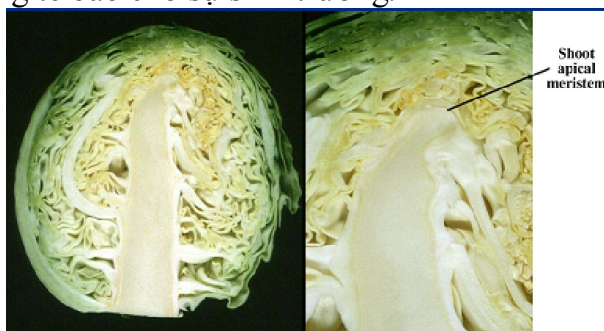
Là một tổ chức chuyên hóa cao đảm nhiệm việc vận chuyển nước và muối khoáng đến các bộ phận của cây trồng. Mô mạch là tập hợp của nhiều loại tế bào, trong đó gỗ và libe là hai nhóm chính (**hình 1.7**). Nước, chất khoáng và một số hợp chất hữu cơ từ rễ được vận chuyển lên các bộ phận phía trên trong gỗ, trong khi glucid (chủ yếu là đường) và một số ít hợp chất hữu cơ được tổng hợp trong lá hoặc đỉnh ngọn được chuyển lên trên và xuống dưới qua libe.



Hình 1.7. Mô mạch

1.2.2.5. Mô phân sinh

Gồm những tế bào non chưa phân hóa, có khả năng phân chia liên tục. Chức năng cơ bản nhất của chúng là tổng hợp chất nguyên sinh và phân chia tế bào. Chúng nằm ở nhiều vị trí khác nhau trong cây: chồi, ngọn, đầu rễ, phần vỏ của thân, rễ... Khi rau được thu hoạch, các mô phân sinh ít có khả năng hoạt động. Một số mô có thể tái sử dụng các dinh dưỡng dự trữ trong tế bào cho sự sinh trưởng.



Hình 1.8. Mô phân sinh ngọn

1.3. Thành phần hóa học của rau quả

1.3.1. Nước

Hầu hết các loại rau quả chứa hơn 80% nước. Một vài loại khác như các loại dưa, rau diếp chứa khoảng 95% nước. Các loại rau quả dạng củ và hạt như khoai từ, khoai mì và bắp chứa ít nước hơn (khoảng 50%).

Có tới 80-90% hàm lượng nước ở rau quả nằm trong dịch bào, phần còn lại trong chất nguyên sinh và gian bào.

Nước trong rau quả chủ yếu ở dạng tự do. Chỉ một phần nhỏ của nước (không quá 5%) ở dạng liên kết trong các hệ keo của tế bào.

Khi rau quả đã tách ra 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 lớn đến chất lượng và khả năng bảo quản của chúng.

1.3.2. Các glucid

Glucid hay carbohydrat là hợp phần chủ yếu của các chất khô của rau quả, bao gồm các loại đường, tinh bột, cellulose, hemicellulose và pectin.

1.3.2.1. Đường

Đường là thành phần dinh dưỡng quan trọng và quyết định chất lượng cảm quan của rau quả như tạo mùi, vị, màu sắc và trạng thái kết cấu.

Trong các loại rau quả khác nhau, số lượng và tỷ lệ các loại đường khác nhau (**bảng 1.1**), 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 và cận nhiệt đới, thấp nhất ở các loại rau.

Bảng 1.1. Hàm lượng và thành phần đường trong một số loại rau quả (g/100g tươi)

Loại rau quả	Đường TS	Glucose	Fructose	Saccharose
Chuối	17	4	4	10
Mít	16	4	4	8
Vải	16	8	8	1
Hồng	16	8	8	0
Chôm chôm	16	3	3	10
Nho	15	8	8	0
Mãng cầu	15	5	6	4
Khế	12	1	3	8
Xoài	12	1	3	8
Cam	8	2	2	4
Dứa	8	1	2	5
Đậu rau	<6	<1	<1	4
Hành tây	5	2	2	1
Ớt ngọt	4	2	2	0
Cà chua	2	1	1	0

Nguồn: Sở giáo dục và đào tạo Hà Nội, 2007.

Mỗi loại rau quả chứa một loại đường đặc trưng với tỷ lệ cao nhất, ngoài ra có thể không có hoặc có với tỷ lệ ít hơn các loại đường khác.

1.3.2.2. Tinh bột

Tinh bột là polysaccharide quan trọng nhất đóng vai trò dự trữ. Tinh bột có nhiều trong một số loại rau ăn củ như khoai tây (15-18%), khoai lang (12-26%).

Thành phần tinh bột bao gồm hai loại chủ yếu là amylose và amylopectin. Amylopectin có nhiều trong một số rau, đậu, ngô tẻ, không có hoặc có rất ít trong quả trừ tinh bột chuối có khoảng 83% amylopectin. Amylose có nhiều trong đậu xanh, dong riềng (chiếm 80% tinh bột). Dưới tác dụng của môi trường acid hoặc enzyme tinh bột bị phân giải thành dextrin, maltose và cuối cùng là glucose.

Lượng tinh bột luôn luôn biến đổi trong quá trình già chín của rau quả. Với các loại rau đậu, hàm lượng tinh bột tăng lên trong quá trình già chín, đồng thời hàm lượng đường giảm đi. Với các loại quả thì ngược lại, khi xanh tinh bột nhiều hơn khi chín.

1.3.2.3. Cellulose

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

chủ yếu của thành tế bào thực vật. Trong thực vật, cellulose thường liên kết với các chất khác như hemicellulose, lignin, protopectin, lipid tạo nên sự vững chắc của thành tế bào.

Hàm lượng cellulose trong quả là 0,5-2,7%, có khi tới 6%; trong rau 0,2-2,8% (cà, cải bắp 1,5%) và có khi cao hơn.

Cellulose không có giá trị dinh dưỡng nhưng lại có tác dụng làm tăng nhu động ruột trong quá trình tiêu hóa.

Trong quá trình chế biến, cellulose nhiều sẽ gây khó khăn như truyền nhiệt kém, cản trở đối lưu, dễ gây cháy sản phẩm, cản trở quá trình chà và đồng hóa.

Cellulose ít biến đổi khi tồn trữ rau quả.

1.3.2.4. Hemicellulose

Hemicellulose hay bán cellulose có trong thành tế bào rau quả nhưng kém bền hơn cellulose. Khác với cellulose, hemicellulose vừa là chất tạo nên độ cứng của rau quả vừa là chất dự trữ năng lượng cho các quá trình trao đổi chất trong rau quả.

Các thành phần cấu tạo của phân tử hemicellulose gồm glucose, galactose, mannose, xylose và arabinose. Hàm lượng hemicellulose trong rau từ 0,2-3,1%, trong quả là 0,3-2,7%.

Tuy hệ tiêu hóa con người không có enzyme phân giải được hemicellulose nhưng nó đóng vai trò quan trọng là chất xơ giúp tăng cường nhu động ruột hỗ trợ tiêu hóa.

1.3.2.5. Pectin

Các chất pectin là hợp chất glucid cao phân tử nhưng phân tử lượng của nó thấp hơn nhiều so với cellulose và hemicellulose. Chúng thường tập trung ở thành tế bào, làm nhiệm vụ gắn kết các tế bào lại với nhau.

Trong rau quả, pectin tồn tại chủ yếu ở 2 dạng: pectin hòa tan (pectin, acid pectic) và pectin không hòa tan (protopectin). Trong rau quả protopectin là vật liệu gắn kết tạo nên sự rắn chắc của quả khi quả còn xanh.

Trong quá trình chín, dưới tác dụng của protopectinase với sự tham gia của các acid hữu cơ, protopectin bị thủy phân thành pectin hòa tan, làm cho cường lực liên kết giữa các tế bào giảm, vỏ tế bào trở nên mỏng, quả trở nên mềm dần.

Dung dịch pectin có tính keo cao, độ nhớt và độ bền của keo lớn, gây khó khăn cho nhiều quá trình chế biến như lọc, làm trong, cô đặc nước quả...

Các loại rau quả khác nhau có hàm lượng pectin khác nhau: táo 1,5-3,5%, chanh 2,5-4%, cam 3,5-12,4%, cà rốt, bí ngô 2,5%, củ cải 3,1%, vỏ múi bưởi 5,8%, vỏ hạt 5,3%, bắp cải 5,2%.

Trong quá trình phát triển và già chín của rau quả, hàm lượng pectin luôn biến đổi, thường cao nhất khi chín tới và sau đó giảm.

1.3.3. Các acid hữu cơ

Acid hữu cơ có trong rau quả dưới dạng tự do, dạng muối và ester. 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 chu 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.

Độ acid của rau quả thường không quá 1%. Tuy nhiên một số quả có độ acid cao: chanh 6-8%, mận 1,5%, mơ 1,3%, bưởi 1,5%.

Độ acid không chỉ phụ thuộc vào loại rau quả mà còn theo giống, độ chín, nơi trồng và mùa thu hoạch.

Phần lớn các loại rau thuộc loại không chua với pH 5,5-6,5, còn hầu hết các loại quả và một số rất ít loại rau (cà chua) thuộc loại chua có pH 2,5-4,5.

Trong rau quả có nhiều loại acid như acid malic, acid citric, acid acetic, acid tartric, acid oxalic... nhưng mỗi loại rau quả chỉ có từ 1-2 acid chính. Tuy nhiên, vị chua đặc trưng của từng loại rau quả là do tập hợp của acid chính và các acid phụ.

Độ chua của rau quả không chỉ phụ thuộc vào tổng lượng acid mà còn phụ thuộc vào khả năng phân ly. Độ chua tăng dần theo thứ tự: citric, acetic, tartric, malic, lactic. Acid tartric được coi là chất có vị chua tiêu chuẩn.

Vị chua của rau quả còn phụ thuộc vào hàm lượng đường, tức là phụ thuộc vào chỉ số đường/acid. Quan hệ giữa chỉ số đường/acid và vị của rau quả được trình bày ở **bảng 1.2**:

Bảng 1.2. Quan hệ giữa chỉ số đường/acid và vị của rau quả

Chỉ số đường/acid	Vị
25-35	không thấy chua (chuối, đu đủ)
10-20	chua nhẹ (cam)
5-10	chua (bưởi chua)
<5	chua gắt (chanh, khế chua)

Nguồn: Quách Đình, Nguyễn Văn Tiếp và Nguyễn Văn Thoa, 2008.

1.3.4. Protein

Hàm lượng protein trong rau quả tuy không nhiều: quả 1%, rau 2%, trừ các loại đậu khoảng 5%, nhưng đóng vai trò quan trọng trong trao đổi chất và dinh dưỡng. Phần lớn protein trong rau quả là các protein chức năng (cấu tạo nên các enzyme) chứ không dự trữ như trong các loại hạt. Do hàm lượng thấp nên rau quả không phải là nguồn protein quan trọng của khẩu phần ăn.

1.3.5. Lipid

Lipid thực vật là một nhóm hợp chất lớn đóng nhiều vai trò trong hoạt động sinh lý và trao đổi chất của rau quả sau thu hoạch. Ở rau quả, lipid chủ yếu tham gia vào thành phần cấu trúc màng hay lớp vỏ sáp bảo vệ. Hàm lượng lipid trong rau quả thấp, thường <1%, trừ quả bơ 16,4% và ôliu 13,8%.

1.3.6. Các hợp chất phenol (chất chát)

Các hợp chất này thường tồn tại dưới dạng polyphenol, tiêu biểu là tannin. Đây là chất gây vị chát trong rau quả. Chúng được phân làm 2 loại: loại thủy phân và loại không thủy phân. Nhóm polyphenol thủy phân là hỗn hợp các chất phức tạp được tạo thành từ glucose và acid thơm. Trong nhóm polyphenol này có tannin, khi bị thủy phân sẽ tạo ra 1 phân tử glucose và 5 phân tử acid galic. Nhóm polyphenol ngưng kết không bị thủy phân, trong nhóm này có catechin tồn tại ở dạng tự do.

Hàm lượng các hợp chất polyphenol trong rau quả không nhiều (khoảng 0,1 - 0,2%) nhưng chúng có vai trò quan trọng trong các quá trình trao đổi chất của rau quả. Một số hợp chất polyphenol còn có hoạt tính vitamin. Sự có mặt và những biến đổi của chúng trong rau quả khi chế biến, bảo quản đã tạo ra các màu sắc, hương vị đặc trưng và các ảnh hưởng khác.

Tannin và các polyphenol khác dễ bị oxy hóa dưới tác dụng của enzyme polyphenol oxydase tạo thành flobaphen có màu nâu sẫm, đen hay vàng xám. Các hợp chất polyphenol còn tác dụng với oxide sắt tạo màu nâu, với muối thiếc cho màu hồng, tạo kết tủa màu đen khi bị đun nóng và khi tác dụng với protein sẽ tạo các tannat không tan.

1.3.7. Các glycosid (chất đắng)

Là hợp chất chứa phần đường (thường là glucose) và phần không đường (aglycone) bao gồm các loại rượu, acid, aldehyde, phenol, tannin...

Nhiều glycosid tạo mùi thơm đặc trưng cho rau quả nhưng phần lớn gây vị đắng. Glycosid còn là chất dự trữ, đôi khi là chất bảo vệ.

Các glycosid tập trung ở hạt, vỏ. Chúng hòa tan trong nước và có thể bị phân hủy khi gia nhiệt. Các glucosid thường gặp:

Amidalin: có trong hạt mơ, đào. Vị đắng, hòa tan trong nước, rượu. Khi bị thủy phân tạo HCN có tính độc mạnh.

Hesperidin: có nhiều trong cùi cam, chanh, quýt, bưởi, vị đắng ít, có hoạt tính vitamin P, khi thủy phân cho ramnose, glucose, hesperitein.

Naringin: có nhiều trong vỏ cùi và trong dịch quả của họ citrus. Khi quả còn xanh, naringin gây vị đắng. Khi quả chín, dưới tác dụng của enzyme peroxidase, naringin bị phân hủy thành glucose, ramnose và naringenin không có vị đắng. Trong chanh non còn có neohesperidin có vị rất đắng.

Limonin: có trong quả họ citrus. Khi cấu trúc tế bào bị phá hủy hoặc khi quả thối thì limonin tác dụng với acid citric tạo thành hợp chất có vị đắng.

Solanin: thường gặp trong khoai tây, hàm lượng khoảng 0,01%, chủ yếu ở phần vỏ, khi khoai tây mọc mầm thì lượng solanin tăng nhanh, khi thủy phân tạo thành đường và solanidin. Solanin có thể gây độc cho người ở nồng độ 0,01% vì có chứa gốc CN.

Manihotin: có nhiều trong vỏ cùi của củ sắn và lá sắn non, hàm lượng khoảng 0,003 - 0,005%. Khi thủy phân sẽ giải phóng CN. Vì vậy ăn sắn đắng rất dễ bị ngộ độc.

Sinigrin: có trong rau củ và hạt cải, có vị cay, xúc kích thích tiêu hóa.

Capsaicin và capsaicin: gây vị cay, có nhiều trong ớt.

1.3.8. Các chất thơm

Chất thơm hay tinh dầu, là chất bay hơi, tạo ra mùi đặc trưng cho từng loại rau quả. Trong rau quả, chất thơm tập trung ngoài vỏ nhiều hơn trong thịt quả. Chất thơm được tổng hợp trong quá trình chín, từ protein, glucid, chất béo và vitamin.

Trong các loại rau, rau thơm chứa nhiều tinh dầu nhất (0,05-0,5%, có khi tới 1%). Trong tỏi chứa 0,01%, hành chứa 0,05% tinh dầu. Trong các loại quả, citrus là loại có nhiều tinh dầu: vỏ cam chanh 2,4%, vỏ quýt 1,3%, vỏ chanh 2%. Hàm lượng tinh dầu trong các loại rau quả khác rất thấp, không quá 0,001%.

Tuy ít nhưng tinh dầu cho cảm giác về mùi rất mạnh. Do có chất thơm, rau quả có hương vị đặc trưng, có tác dụng kích thích tiêu hóa thức ăn.

Về thành phần, tinh dầu là hỗn hợp của các aldehyde, ketone, alcohol, ester, lactone, terpene, acid, một vài loại phenol... Tỷ lệ của chúng trong thành phần chất thơm phụ thuộc vào loại rau quả, tỷ lệ đó quyết định mùi thơm đặc trưng của chúng.

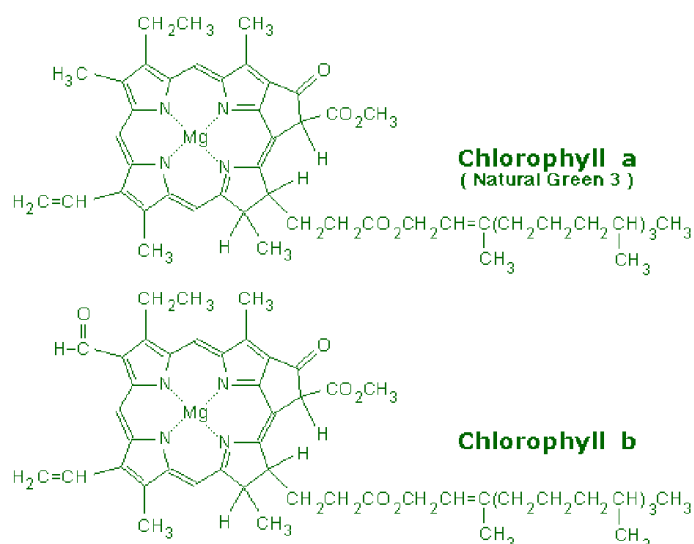
Để tránh tổn thất nhiều chất thơm trong chế biến rau quả không nên kéo dài thời gian và sử dụng nhiệt độ cao. Đối với rau quả tươi nên sử dụng ở độ chín tới vì lúc đó rau quả có hương vị cao nhất.

1.3.9. Các chất màu

Chất màu (sắc tố) tạo cho rau quả có màu sắc khác nhau, được phân thành 3 nhóm chính: chlorophyll, carotenoid và flavonoid.

1.3.9.1. Chlorophyll

Chlorophyll tạo nên màu xanh lá cây cho thực vật, chứa trong lục lạp và hiện diện trong nhiều phần của cây. Chlorophyll có nhiều trong rau và các loại quả còn xanh. Hầu hết thực vật đều chứa hai dạng chlorophyll a và chlorophyll b (**hình 1.9**) với tỷ lệ 3/1. Chlorophyll a có màu từ xanh da trời đến xanh lá cây, trong khi chlorophyll b có màu từ vàng đến xanh lá cây.



Hình 1.9. Cấu trúc phân tử chlorophyll a và b

Hàm lượng chlorophyll của thực vật xanh khoảng 1% khối lượng chất khô và thường đi kèm với các chất màu khác như carotenoid.

Chlorophyll là sắc tố chủ lực trong vỏ trái cây màu xanh. Trong quá trình chín, chlorophyll mất dần và sắc tố khác tăng lên.

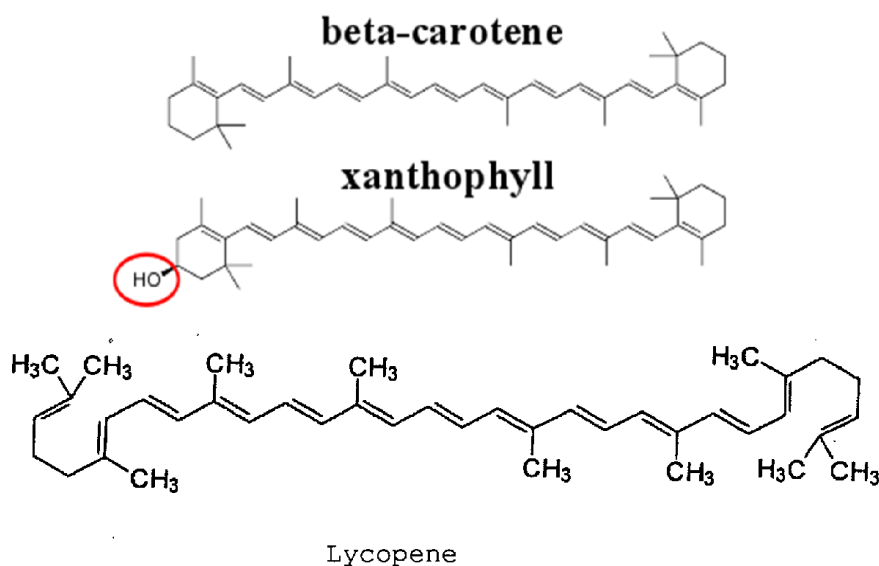
Khi đun nóng trong môi trường acid chlorophyll chuyển thành pheophytin.

1.3.9.2. Carotenoid

Các chất màu thuộc nhóm này tan trong dầu, hiện diện cùng với chlorophyll trong lục lạp nhưng cũng hiện diện trong lục lạp. Sắc tố này làm cho rau quả có màu vàng, màu cam và đôi khi có màu đỏ. Trong nhóm này phổ biến nhất là carotene (tiền vitamin A), lycopene và xanthophyll.

- Carotene (màu cam): có trong cà rốt, bắp, mơ, đào, quả citrus, bí, gấc...
- Lycopene (màu đỏ): có trong cà chua, dưa hấu, mơ, gấc...
- Xanthophyll (màu vàng cam): bắp, đào, bí, cà chua...

Carotenoid dễ bị oxy hóa, bền với kiềm nhưng không bền với acid.



Hình 1.10. Cấu trúc phân tử β -carotene, xanthophyll và lycopene

1.3.9.3. Flavonoid

Các chất màu thuộc nhóm này tan trong nước và hiện diện trong không bào của tế bào thực vật. Nhóm sắc tố này làm cho rau quả có nhiều màu sắc khác nhau:

- Màu tím, xanh và đỏ anthocyanin của nho, cà tím, sơ ri, táo, mận, dâu tây, bắp cải tím, củ dền, rau dền...

- Màu vàng anthoxanthin của các loại rau quả có màu nhạt như táo, hành, khoai tây, bông cải...

- Loại không màu catechins và leucoanthocyanins là các chất tannin, thường thấy trong táo, nho, trà và các mô thực vật khác.

1.3.10. Các vitamin

Rau quả là nguồn cung cấp vitamin rất quan trọng và rất cần thiết đối với người. Rau quả giàu vitamin A (dạng carotene), C, acid folic, P, PP, B₁, B₂, K...

Bảng 1.3. Hàm lượng vitamin C, vitamin A và vitamin B trong một số rau quả (mg/100g)

Loại rau quả	Vitamin C	Loại rau quả	Vitamin A	Loại rau quả	Vitamin B
Ồi	200	Cà rốt	10,0	Rau spinach	80
Ớt ngọt	150	Khoai lang (đỏ)	6,8	Súp lơ xanh	50
Súp lơ xanh, cải Brussel	100	Rau spinach	2,3	Cải Brussel	30
Đu đủ	80	Xoài	2,4	Bắp cải, rau diếp	20
Cam quýt, dâu tây	40	Ớt ngọt đỏ	1,8	Chuối	10
Bắp cải, rau diếp	35	Cà chua	0,3	Phần lớn các loại trái cây	<5
Xoài, cà rốt	30	Mơ	0,1		
Dứa, chuối, khoai tây, cà chua, sắn	20	Chuối	0,1		
Táo, đào	10				
Hành	5				

Nguồn: Sở giáo dục và đào tạo Hà Nội, 2007.

Vitamin nhạy cảm với ánh sáng, nhiệt độ và oxy không khí. Mối quan hệ giữa chúng với các yếu tố môi trường được trình bày ở **bảng 1.4**:

Bảng 1.4. Quan hệ của vitamin trong rau quả với các yếu tố môi trường

Loại vitamin	Tan trong		Nhạy cảm và dễ biến đổi khi có:		
	Nước	Dầu	O ₂	Nhiệt	Ánh sáng
Vitamin A	Không	Có	Có	Không	Có thể
Vitamin B ₁	Có	Không	Không	Có	Không
Vitamin B ₂	Có	Không	Không	Không	Có
Vitamin C	Có	Không	Có	Không	Có thể
Vitamin PP	Có	Không	Không	Không	Không
Vitamin E	Không	Có			

Nguồn: Nguyễn Minh Thủy, 2010.

1.3.11. Các chất khoáng

Trong rau quả một phần nhỏ chất khoáng tồn tại ở dạng hợp chất hữu cơ cao phân tử, phần chủ yếu ở dạng muối của các acid hữu cơ và vô cơ.

Tùy theo hàm lượng, các chất khoáng trong rau quả chia ra các loại: đa lượng, vi lượng và siêu vi lượng.

Các nguyên tố đa lượng trong rau quả là: canxi, kali, natri, phospho. Sắt là nguyên tố trung gian giữa đa lượng và vi lượng.

Các nguyên tố vi lượng quan trọng là: magie, mangan, iot, bo, kẽm, đồng.

Các nguyên tố siêu vi lượng chứa trong rau quả vô cùng nhỏ, được biểu thị bằng µg% hay µg‰, đó là urani, radi, thori...

1.3.12. Các enzyme