التغيرات في المواد البكتينية :-

هي مواد غروية ذات وزن جزيئي عالي وهي مهمة للجدران الخلوية في الثمار وتتكون من وحدات بناء حامض الكالكترونك Calacturonic acid وسكر .

ترتبط جزيئات الحامض مع بعضها في اواصر كلايكوسيدية لتكوين المواد البكتينية التي تدخل في تركيب جدران الخلية وتكون مادة رابطة بين الانسجة ويدخل في تكوين الصفيحة الوسطى خاصة البروتوبكتين اما الجدار الاولي فيتكون من بكتين وسلسلوز وهيموسليلوز.

وتقسم المواد إلى الاقسام التالية :-

1 -حامض البكتيك Pectic acid

هو ابسط المواد البكتينية ويتكون من اربع جزيئات من حامض الكالكترونك Calacturonic acid مرتبطة مع بعضها بروابط كلايكوسيدية ويذوب في الماء.

2 -حامض البكتينك Pectinic acid

يشبة حامض البكتيك في تركيبة ماعدا وجود مجموعة مثيل بدل الهايدروجين ويذوب بالماء الساخن وجزيئاته اكبر حجماً.

3 -البكتين Pectins

تتكون وحدات بنائه من 25 وحدة من حامض البكتيك وهذا يعادل 100 وحدة من حامض Calacturonic acid وهو قابل للذوبان بالماء الحار ويتحد كل من حامض البكتينك والبكتيك والبكتين مع الكالسيوم Ca والمغنسيوم Mg مكون بكتات الكالسيوم الغير ذائبة في الماء وذات صلابة عالية.

4 -البكتين الاولي Proto pectin

وهو اكثر صور البكتينات تعقيداً ويتكون من وحدات من حامض البكتيك لتكوين مركب ذو وزن جزيئي عالي والبروتوبكتين غير ذائب في الماء ويتركز البروتوبكتين في الصفيحة الوسطى لربط جدر خلايا الانسجة .

ان البروتوبكتين والبكتين وحامض البكتينك لها القابلية على تكوين املاح لوجود مجموعة كاربوكسيل حيث تتحد مع الكالسيوم والمغنيسيوم لتكوين بكتات الكالسيوم والمغنسيوم والتي لها صلابة عالية وغير ذائبة في الماء وهذا يلعب دوراً مهماً في صلابة الثمار . غالباً تحدث تغييرات في المواد البكتينية اثناء نضج الثمار.

عند بدأ الثمار بالنضج ينفصل عنصري الكالسيوم والمغنسيوم من البكتات وتذوب في الماء فتنفصل جدران الخلايا عن بعضها فتقل صلابة الثمار وتصبح اكثر ليونة وصالحة للاكل.

اما البروتوبكتين اذا انفصل عنه عنصري الكالسيوم والمغنسيوم فانه لايذوب في الماء لكنة يتفكك ويتاثر بانزيمات اهمها .

أ- البروتوبكتينيز Protopectinase هذا الانزيم يحلل البروتوبكتين إلى حامض البكتيك .
ب- انزيم Poly galactouronase انزيم يفكك الروابط بين حامض Calacturonic acid .
ت- انزيم Pctinesterase يحطم روابط البكتيك .

هذا غير ان للانزيمات دور مهم في فقدان صلابة الثمار اثناء النضج .

اللكنين :-

يشبة في تركيبة الكيميائي مركبات Flavonoid حيث يتكون في جدران بعض الخلايا خاصة خلايا الخشب والانسجة السكلرنكيمية ويتواجد اللكنين على شكل طبقة خارجية تحيط بجدران الخلية مما يكسبها صلابة قوية وخشونة للسطح الخارجي للخلايا وتبلغ نسبتة في الخشب حوالي 30% وزناً او اكثر . بينما يكون في الانسجة المتخشبة في الفواكه والخضر قليل ، ان عملية التخشب تلعب دوراً كبيراً في قوام الثمرة Texture وتكوين الالياف والخيوط والخلايا الصخرية فيها وذلك حسب توزيع الانسجة المعنية حتى اذا كان اللكنين يمثل اقل من 2% من الوزن الجاف للانسجة.

التغيرات في الاحماض العضوية :-

تخزن الفواكه والخضراوات انواع عديدة من الاحماض العضوية اهمها احماض دورة Krebs مثل Oxalic acid و Tartaric و Malice و Citric و Isocitric والتي تستهلك اثناء عملية التنفس وكذلك تتغير نسبتها اثناء مراحل النمو والنضج وتختلف انواع واصناف الثمار في كمية الحامض المخزون فمثلاً تقدر مجموع الاحماض في الليمون 7% والبرتقال 1.02 % والموز 0.3% ان الطعم الجيد للثمار يحدث عند حصول توازن بين محتوى الثمار من الاحماض والسكريات لذلك تعتبر نسبة الاحماض من افضل مؤشرات نضج الثمار بالاخص الحمضيات والعنب والرمان .

1 - Citric acid وهو الحامض السائد في الحمضيات والطماطة والبطاطا الحلوة والشليك والرمان والاننناس .
2 - Malice acid وهو الحامض السائد في ثمار المشمش والموز والخس والقرنابيط والجزر والشلغم والبقوليات والباميا والبصل والخوخ.
3 - Tartaric acid وهو الحامض السائد في العنب.
4 - Oxalic acid وهو الحامض السائد في السبانغ .

يتغير تركيب كل حامض بشكل مستقل عما في الاحماض الاخرى اثناء مراحل نمو الثمرة والتغير في هذه الاحماض يعتبر اسرع من التغير في اي مركب من المركبات الاخرى في الثمار .

عادة تكون نسبتها عالية اثناء نمو الثمرة وحتى وصولها إلى مرحلة اكتمال النمو لتبدأ بعد ذلك بالتناقص عند بدأ النضج وتستهلك بشكل رئيسي في عملية التنفس لانتاج الطاقة والبعض الاخر يتحول إلى حامض عضوي اخر يعتبر احد الاحماض العضوية في دورة Cribs ، وقد تتحدبعض الاحماض

العضوية مع بعض العناصر كما في حالة اتحاد حامض Oxalic مع الكالسيوم ليترسب المركب الغير ذائب على شكل بلورات غير ذائبة داخل الثمرة وتؤثر كل من درجة حرارة الخزن وتركيز الغازات ومدة الخزن على تركيز الاحماض العضوية بعد الحصاد فزيادة تركيز Co_2 يوقف تحلل هذه الاحماض.

التغيرات في المواد الطيارة :-

المواد المتطايرة هي مجموعة من المواد العضوية التي لها القابلية على التسامي والتحول إلى الحالة الغازية تحت الظروف الاعتيادية ومعظمها ينتج من مواد غير مشبعة وتكون على اشكال عديدة فقد تكون على شكل تربينات او استرات او كحولات او الدهايدات او كيتونات او تكون على شكل احماض عضوية مثل حامض الخلي كاو على شكل احماض امينية مثل حماض Allin والذي يحتوي على مركبات الكبريت المسئولة عن اعطاء الرئحة المميزة للبصل والثوم ويزداد انتاج المركبات المتطايرة في الثمار حتى تصل إلى الذروة عند اكتمال نضج الثمار ثم يقل انتاجها بعد ذلك عندما تدخل الثمار مرحلة النضج الزائد او الشيخوخة وفائدة هذه المواد انها تكون مسئولة عن اعطاء النكهة للثمار . اما اهم اضرارها هي الغازات الهايدروكاربونية الغير مشبعة الناتجة من هذه المواد مثل الاثلين والاستلين فانها تسرع من نضج الثمار وتدهورها اي انها تقصر من عمر الثمار المخزونة في المخزن.

التغير في المواد الفينولية والتانينية :-

تعتبر المركبات الفينولية من اكثر المركبات الكيميائية في الثمار تعقيداً وتشمل المواد الفينولية والتانينية على مدى واسع من المواد اهمها الاحماض العطرية وبعض المواد المسئولة عن اللون والمواد التي تعطي الطعم المميز لبعض الثمار ذات الطعم القابض والطعم المر .

وتحتوي الثمار الغير ناضجة على نسبة عالية من هذه المواد لذلك تكون غير صالحة للاستهلاك الطازج في حين يقل تركيزها عند دخول الثمار مرحلة النضج.

اما التانينات فهي مركبات فينولية معقدة وذات اوزان جزيئية كبيرة وهي السبب في اعطاء الطعم القابض في الثمار الغير ناضجة وتقسم إلى :-

1 -تانينات قابلة للتحلل

وهي التانينات القابلة للتحلل في الماء وتتكون جزيئاتها من حامض Gallic acid علماً ان هذا الحامض يتكون من عدد من جزيئات حامض Benzoic acid المرتبطة مع بعضها لتكوين تانينات حرة تتصل بمجاميع كاربوكسيلية .

2 -تانينات غير حرة او مكثفة:-

تتميز عن الاولى بعدم وجودالمجموعة الكاربوكسيلية وان التانيانات هي التي تعطي الطعم القابض الغير مستساغ للثمار قبل النضج كما في التفاح والكاكي والسفرجل والتمر والرمان.

يقل تركيز التانينات كلما تقدمت الثمرة نحو مرحلة النضج نتيجة لزيادة قابلية التانينات على الذوبان بالماء والى سرعة تفككها وبالتالي تحولها إلى المركبات الاساسية اي انها تتحول إلى سكريات وحامض البنزويك وعندما تفقد الثمار طعمها القابض وتتحول إلى الطعم الحلو وهذا بالنسبة للتانينات القابلة للتحلل (التانينات الحرة) اما التانينات الغير حرة او المكثفة ستتحول إلى مركبات ذات اوزان جزيئية عالية نتيجة لاتحادها مع بعضها البعض الاخر بعملية البلمرة وستكون صلبة لاتذوب في الماء وتفقد طعمها التانيني القابض بسبب ان هذه المركبات لايذيبها اللعاب .

كما ان هناك الكثير من الانزيمات تؤثر على هذه المواد وتؤكسدها كما في تحول لون بعض العصائر إلى اللون البني وتكون الثمار التي تتعرض إلى الرضوض حيث يتحول لونها إلى اللون البني ، والمهم في التانينات انها تتحد مع البروتينات لتكوين مركبات غاية في التعقيد وهذه المركبات الجديدة ستبطل مفعول البروتين لذلك نستعمل التانينات كوسائل دفاعية لأنها توف مفعول الانزيمات بسبب اتحادها مع البروتين المكون للانزيم وتبطل مفعول الانزيم.

التغيرات في الفيتامينات :-

الفيتامينات عبارة عن مواد عضوية توجد بتراكيز قليلة في جسم الانسان وتقوم بوضائف خاصة ليكون الجسم قادراً على اداء وضائفة بشكل كامل .

وان الفواكه والخضراوات هي المصادر الطبيعية للفيتامينات مثل فيتامين C و B و A فان هذه الثمار مصدر جيد لفيتامين A مثل الجزر والمشمش ويوجد فيتامين B في التفاح والبرتقال والموز والعنب .

فيتامين C او حامض الاسكوربك :-

يعتبر مهم لجسم الكائن الحي لان جسم الانسان غير قادر على تصنيعه ويعتبر النبات المصدر الرئيسي لهذا الفيتامين وكذلك فان جسم الانسان لايستطيع خزنة وهو يكسب الجسم مقاومة للامراض خاصة امراض البرودة.

وهو يمنع تلف المركبات الحيوية في الجسم لان فيتامين ج يمنع تاكسدها ويتكون هذا الفيتامين في الخلية من سكر الكلوكوز وسكر اللاكتوز وكميتة في النبات تختلف باختلاف انواع و اصناف الثمار. ويتاثر بشكل كبير بظروف الخزن فهو مؤشر جيد للخزن الجيد فاحتفاض الثمار بتركيز عالي منه يدل على كفائه ذلك المخزن والظروف الغير مثالية في ذلك المخزن مثل انخفاض درجة الحرارة في المخزن ستؤدي إلى ظهور البرودة وهذه تؤدي إلى فقدان فيتامين C في الثمار .

وكذلك فان درجة الحرارة المرتفعة في المخزن والضوء تؤثر بشكل كبير على هذا الفيتامين وتقلل من تركيزه في الثمار . وبمجرد تعرضه إلى الهواء فانه يتاكسد لذلك يكون اول مركب يقاس في الثمار لتجنب تأكسده .

التغير في البروتينات :-

البروتينات هي مركبات عضوية معقدة التركيب تتكون من الكاربون ونسبته 45 – 50% والهايروجين 7% والنتروجين 16 – 17% والاوكسيجين 20 – 25% ويمكن ان يحتوي البروتين على نسبة من الكبريت لاتزيد عن 3 % ويدخل الفسفور في تركيب البروتينات النووية ،جزيئات البروتينات كبيرة الوزن الجزيئي حيث يبلغ 16000 ويرتفع إلى عدة ملايين في الجزيئات الكبيرة الحجم والبروتينات اما تكون بصورة ذائبة او غير ذائبة على شكل بروتين متبلور اما البروتينات الذائبة فيمكن ان تكون مع الماء محلول غروي شبيه بالمستحلبات ويمكن تقسيم البروتينات إلى

1 -البروتينات البسيطة :

وهذا النوع من البروتينات اذا ما تحللت لاي سبب فسينتج من تحللها احماض امينية او احد مشتقاتها .

2 -البروتينات المرتبطة :

وهي اكثر تعقيداً من النوع الاول وعند تحللها ستنتج بروتينات نوويه واحماض امينية ، ان نسبة البروتين قليلة في الخلايا النباتية لان معظم الخلايا في الثمار هي خلايا خازنة وتكون نسبة الفجوة كبيرة لذلك سيكون حجم البروتوبلازم صغير يقع بين الجدار الداخلي للخلية وجدار الفجوة قياساً إلى باقي اجزاء الخلية وبما ان البروتين هو المكون الاساس لبروتوبلازم الخلية لذلك سيكون البروتين قليل في الخلية النباتية مقارنة بالخلية الحيوانية ، ان التغيير النسبي في البروتينات والاحماض الامينية يكون على شكل توازن بينهما فاي زيادة فب كمية البروتين اثناء النضج ستكون على حساب الاحمض الامينية الحرة في البذرة او الثمرة التي سيقل تركيزها في حين سزداد تركيز البروتين.

التغير في الصبغات النباتية :-

الصبغات النباتية عبارة عن مركبات كيميائية مسئولة عن اعطاء اللون لاجزاء النبات من اوراق وسيقان وثمار فالكلوروفيل مثلاً مسئول عن اعطاء اللون الأخضر والكاروتين عن اللون الاصفر واللايكوبين اللون الاحمر .

وتقسم الصبغات النباتية :-

1 -مجموعة الصبغات الغير قابلة للذوبان في الماء وتشمل
أ - مجموعة الكلوروفيلات Chlorophyll مثل كلوروفيل A و B و AB .
ب- مجموعة الكاروتينات Carotinoids ومنها Carotene و
B- Carotene و X- Caroten و Xanthophylls و Lycopine

2 -مجموعة الصبغات النباتية القابلة للذوبان في الماء.
أ - مجموعة Flavenoid
ب- مجموعة Anthocynine

وهي المسئولة عن اعطاء اللون الاسود للباذنجان والاسود البنفسجي للاجاص والاحمر الداكن للرمان.

وصبغة الكلوروفيل توجد في البلاستيدات الملونة وتعطي اللون الاخضر وتتحلل عند نضج الثمار بانزيم الكلوروفيليز.

اما الكاروتين فيرجع لها اللون البرتقالي او الاصفر ويزداد تركيزها عند النضج وتوجد في الكرموبلاست.

وتعتبر مجموعة Anthocynine مسئولة عن اعطاء اللون الاحمر او الازرق او الوردي وحسب pH الثمار حيث تكون حمراء في pH المنخفض او الحامضي وبنفسجي في pH المتعادل وزرقاء في القاعدي .

المواد الدهنية :-

تشمل المواد الدهنية الدهون Fats والزيوت Oils والمواد الشمعية Waxes وغيرها مثل الفوسفولبيدات والكلايكولبيدات . جميع هذه المواد قليلة او عديمة الذوبان بالماء لكنها تذوب في المذيبات العضوية وهي مواد احتياطية مخزونة لتوليد الطاقة عند الحاجة وتتواجد بكثرة في سطوح الثمار لتقليل الفقد الرطوبي حيث تزداد المواد الدهنية مع تقدم نضج الثمار وتصل نسبة الزيوت في الزيتون 12.7 – 20% وفي الجوز 45 – 70% وبقية الفواكه بحدود 1% .

ان عملية الخزن تؤثر على نسبة المواد الدهنية فقد تزداد المادة الدهنية في المادة الشمعية التي تغطي قشرة ثمار التفاح اثناء الخزن وان الثمار لخا القابلية على افراز المواد الشمعية كلما تقدمت نحو النضج اكثر من الثمار التي تقطف قبل البلوغ.

كما ان الاحماض الدهنية تزداد او تقل حسب نوعية المحصول فمثلاً عند خزن البطاطا على 4م^0 يقل محتواها من الحامض الدهني Linoleic ويزداد تركيز الاحماض الدهنية غير الشمهية . كما تعرف اللبيدات Lipids وهي عبارة عن مركبات عضوية تحتوي على واحد اواكثر من الحوامض الدهنية ذات السلسلة الطويلة وانها اقل ذوباناً بالماء من المذيبات العضوية مثل الكلوروفورم . وهذه اللبيدات الموجودة في الفواكه والخضر تشبه البروتينات من حيث تواجدها في الطبقات السايتوبلازمية وتكون مرافقة للاغشية السطحية باستثناء الافوكادو والزيتون وجوز الهند . وتبلغ نسبة اللبيدات اقل من 1% في الفواكه والخضر الطرية وهذه اللبيدات سواء في صورة دهون او زيوت او شمع تكون هي السائدة في الانسجة الوقائية على الاسطح الخارجية لاعضاء النبات كما في الكيوتكل وخلايا البشرة والطبقات الفلينية كما انها تشمل المركبات المشابه للشمع والتي تذوب في المذيبات الشحمية وتحوي على خليط من الحوامض الدهنية والمايدوكسيل والكحول والاسترات والكيتونات والايثرات ومركبات هيدروكاربونية خاصة ذات السلسلة الكاربونية الطويلة عدد ذرات الكاربون فيها 18 – 22 ذرة اضافة إلى احتوائها على بعض المركبات الطيارة مثل حامض Ursolic الموجود على سطح ثمار التفاح والكمثرى والعنب.

الانزيمات :-

هي عوامل مساعدة لمعظم التغيرات الكيميائية في الانسجة الحية قبل وبعد الحصاد واثناء النضج واهمها :

1 - انزيمات الاكسدة والاختزال Peroxides acid ، Catalase ، Cytochromase ، Dehydrogenase ، Phenolase ، Oxidase .
2 - الانزيمات المحللة للمواد البكتينية والتي تؤثر على صلابة وبناء الفواكه والخضر Pectin ، Protopectinase ، Estrase .
3 - الانزيمات المسيطرة على توازن النشأ والسكر اهمها X,B-amylase .
4 - انزيمات الدهون وهي مسئولة عن تحلل الدهون اهمها Lipoxidase وهي تعطي طعم غير مقبول في البزاليا والبطاطا عند التجفيف.
5 - انزيمات محللة للصبغات النباتية مثل الكلوروفيل اهمها Chlorophyllase .

العناصر المعدنية :-

هي العناصر المعدنية الموجودة في الفواكه والخضر مثل محتويات المحصول من الرماد ash ونسبها قليلة وتمتص من التربة ولم يلاحظ علاقة مباشرة بين محتوى النبات من هذه العناصر ومحتوى التربة. ومقدار ماتحتوية هذه النباتات من العناصر المعدنية خاضع للصفات الوراثية وحتى ثمار الشجرة الواحدة تختلف في محتواها من هذه العناصر ومن اكثر هذه العناصر وجوداً في الثمار هي البوتاسيوم والكالسيوم والحديد والفسفور والكبريت والنتروجين اما الصوديوم والالمنيوم والسليكون موجودة بنسب تواجدها في التربة فهي من العناصر غير الضرورية للنبات .

النحاس والمنغنيز والزنك والبورون والموليبدنم والكلور كمياتها قليلة جداً وتسمى بالعناصر النادرة وهي ضرورية لتغذية النبات وتدخل في بناء الانزيمات التي تسيطر على العمليات الحيوية في الحاصلات والتي تؤثر على نوعية الحاصلات بعد الحصاد.

البوتاسيوم من اكثر العناصر في المحاصيل ويوجد متحداً مع الحوامض العضوية في عصير الخلية ويعتمد تفاعل Ph عصير الخلية على التوازن بين البوتاسيوم والحوامض العضوية بدرجة كبيرة ، الكالسيوم موجود في جدران الخلايا متحد مع المواد البكتينية اما المغنيسيوم يدخل في تركيب الكلوروفيل في الكلوروبلاست ، الفسفور من مكونات السايتوبلازم وبروتين النواة والحوامض النووية والفوسولبد ويساهم في تكوين الكاربوهيدرات . توزيع العناصر في الثمرة مختلف مثلاً الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم يتركز في الجزء الخارجي من ثمرة التفاح بعدة اضعاف مما موجود في مركز الثمرة كما ان لهذه العناصر تاثير على مدة خزن الثمار ودرجة تلونها.