مكونات ثمار الخضار والفواكه

تعتبر الخضار والفواكه مجموعة خاصة من الأغذية النباتية مقارنة بمحاصيل الحبوب والبقول وغيرها من المنتجات الزراعية كونها الجزء الغض من النبات وبالتالي لها تركيب كيميائي خاص ومحدد ومؤشرات نوعية مميزة .

تحوي الخضار والفواكه على نسبة مرتفعة من الماء والنسبة العظمى من هذا الماء موجود بالعصير الخلوي وجزءاً منه في الفراغات البينية بالأنسجة بين الخلايا والجزء المتبقي هو عبارة عن المادة الجافة والتي تتراوح نسبتها من ١٠ – ٢٠ % وسطياً .

تقسم المادة الجافة إلى المادة الجافة المنحلة بالماء والمادة الجافة غير المنحلة بالماء والتي تشكل أساساً الجدر الخلوية والعناصر الميكانيكية للأنسجة مثل السيليلوز . إن محتوى المواد الجافة غير الذوابة في الخضار والفواكه قليل نسبياً حيث تشكل وسطياً من ٢ – ٥ % وبعضها عملياً غير قابل للهضم في جسم الإنسان .

إن نسبة المواد الجافة المنحلة بالماء تتراوح من ٥ – ١٨ % وسطياً .

يمكن تحديد نسبة المواد الجافة المنحلة بالماء بواسطة جهاز الريفراكتومتر

في بعض الفواكه والخضار تشكل نسبة السكريات الجزء الأكبر من المواد الجافة المنحلة بالماء مثل العنب – البطيخ – التفاح – اللوزيات وغيرها . لذلك يمكن الحكم على نسبة السكريات فيها اعتباراً من نسبة المواد الجافة المنحلة المقدرة بالريفراكتومتر ومع أن نسبة بقية المواد المنحلة بالماء قليل مقارنة بالسكريات إلا أن وجودها ذو أهمية كبيرة فالمواد العفصية مثلاً تعطي الطعم المميز للنوع أو الصنف وتحدد ثبات ومقاومة الخضار والفواكه للإصابة بالأحياء الدقيقة ولكن بنفس الوقت عندما تتعرض الثمرة للإصابات الميكانيكية كالجروح سرعان ما تتأكسد بأكسجين الهواء وينتج عن ذلك تلون الثمرة بالألوان الغامقة الغير مرغوبة .

إن أهمية منتجات الخضار والفواكه ليس دائماً تقدر بمحتواها من السكريات أو الطاقة الحرارية أو القيمة الغذائية وإنما بتوفر مكونات الطعم والنكهة ونسبة الفيتامينات والأملاح المعدنية وغيرها من المواد والتي لا توجد بالمنتجات الغذائية الأخرى أو توجد بنسب قليلة جداً .

الماء

تتميز الخضار والفواكه باحتوائها على نسب عالية من الماء قد تصل إلى ٩٥ – ٩٧ % ويوجد الماء في المادة الحية بثلاث حالات:

الماء الحر – الماء المرتبط فيزيائياً ويشكل هذا الجزء ١٠ – ١٥ % من الماء الكلي.

– الماء المرتبط كيميائياً

للماء تأثير واضح في قوام الخضر والفواكه فانخفاض نسبته في الخضر والفواكه يغير من قوامها كما في حالة ذبول الخس .

– تعد وظيفة الماء أحد العوامل الرئيسية التي تحدد شدة العمليات البيوكيميائية بالأنسجة

– يؤثر الماء في قابلية الحاصلات البستانية للحفظ والتخزين خاصة نسبة الماء الحر حيث تقل القابلية للحفظ مع ازدياد نسبة الماء فيها لأن الماء هو الوسط الذي تذوب فيه معظم مكونات المادة الغذائية والوسط التي تجري فيه التفاعلات الكيميائية والأنزيمية ولأن وجوده ضروري لنشاط الأحياء الدقيقة والذي يعتبر شرط أساسي لنموها وانتشارها.

– تتميز الخضار والفواكه بمحتواها المائي المرتفع والذي يتراوح وسطياً من ٨٠ – ٩٠ % ويصل أحياناً إلى ٩٣ – ٩٧ % كما في الخيار والخس وذلك باستثناء بعض أصناف البلح وثمار الجوز واللوز والبندق والتين تتراوح نسبة الماء فيها وسطياً من ٢ – ٥ %.

نلاحظ أيضاً أن امتلاء خلايا وأنسجة الخضار والفواكه بالماء يحدد حالتها الشكلية وهذا مرتبط مباشرة بمواصفاتها السلعية فإذا ما فقدت الخضار والفواكه الطازجة جاذبية الشكل تفقد أهم مواصفاتها الاستهلاكية ويحدث ذلك إذا انخفض محتواها المائي٥– ٧% كما في التفاح وأحياناً إذا انخفض ٢ – ٣ % كما في الخيار.

فالماء يساعد على استقرار العمليات الجارية داخل الأنسجة واتزانها في أثناء تخزين الخضار والفواكه بالتبريد ويقيها من خطر التجميد وضرر البرودة.

إذا حدث انخفاض مفاجئ في درجة الحرارة نتيجة لأخطاء التبريد ، كون المحاليل المائية هي الوسط السائل للأنسجة وبالتالي درجة تجمدها أخفض من درجة تجمد الماء فإنخفاض درجة حرارة التبريد عن الصفر المئوي من ١–٢ م^{o} لا يؤدي إلى أضرار عند تخزين بعض أصناف التفاح . ومن جهة أخرى السعة الحرارية للماء عالية وتفوق السعة الحرارية لكل المكونات الأخرى وتساوي ٤,١٩ كيلو حريرة / كغ . إضافة لارتفاع الحرارة اللازمة لتجمد الماء فيلزم نزع كمية كبيرة نسبياً من حرارة الماء لتحوله للحالة الصلبة حيث يلزم نزع ٣٣٥,٢ كيلو حريرة /كغ . كما يساعد في ذلك الطاقة المنطلقة من عملية التنفس لذلك تعتبر الخضار والفواكه نظام حراري هادئ أثناء التخزين وبطيء التغير وقادر على حماية نفسه من خطورة زيادة التبريد والتجميد .

إن احتواء معظم الخضار والفواكه على نسبة مرتفعة من الماء يجعلها تتمتع بخصائص مميزة تجعلها قابلة للتخزين بحالتها الطازجة ولكن ضمن شروط وظروف خاصة ومن بعض هذه الخصائص :

١- سرعة نشاط العمليات الحيوية فيها وبالتالي زيادة شدة التنفس وفقد المواد الإدخارية فيها مقارنة ببعض الحاصلات الزراعية الأخرى كالحبوب .

٢- ارتفاع النسبة المئوية للفقد بالوزن خلال التخزين والذي يعود أساساً إلى فقد الثمار والخضار لكمية كبيرة من مائها أثناء التخزين . مما يؤدي إلى تدهور سريع في مواصفات المواد المخزنة .

٣- ضعف مقاومة الثمار والخضار للأضرار والإصابات الميكانيكية والمرضية مما يستدعي العناية بجمع ونقل وتوظيب الثمار والخضار بشكل جيد .

المادة الجافة :

تتراوح نسبة المواد الجافة من ١٠ – ٢٠ % وسطياً بالخضر والفاكهة .

- **الكربوهيدرات :**

تخزين الكربوهيدرات في الثمار والخضار إما على صورة نشاء كما في البطاطا أو على صورة انيلوين كما في الأرضي شوكي أو دكسترين كما في الثوم .

- **السكريات :**

وهي أبسط الكربوهيدرات تركيباً ومنها :

أ- **السكريات الأحادية** أكثرها انتشاراً الغلوكوز والفركتوز والغالاكتوز أما السكريات الخماسية فتوجد غالباً بشكل مرتبط كالريبوز مع الأحماض النووية والأرابينوز في ثمار التين والزيلوز في قشور حبوب القمح

ب- **السكريات الثنائية** : ومن أهمها : سكر القصب (السكروز)

جـ - **السكريات الثلاثية** : وهي قليلة الانتشار منها سكر الرافينوز ويوجد في الشوندر السكري

وأهم ميزات السكريات بالخضار والفواكه :

- تظهر السكريات الطعم الحلو ولكن تختلف السكريات في درجة حلاوتها ويعبر عن أقل تركيز للسكر بالمحلول والذي عنده يبدأ الإنسان الإحساس بالحلاوة بعتبة الإحساس والتي تشكل عند الغلوكوز ٠,٥٥% – السكروز ٠,٣٨%- الفركتوز ٠,٢٥% .

فإذا اعتبرنا أن درجة حلاوة السكروز /١٠٠/ فتكون حلاوة الفركتوز /١٧٣/ وحلاوة الغلوكوز /٧١/ والسكر المتحول الناتج من حلمهة السكروز /١٣٠/ لذلك نجد أن الفركتوز أكثر السكريات حلاوة وهذا ما يفسر بعض المفارقات في الطعم، مثل حلاوة البطيخ لأن السكر السائد فيه الفركتوز مع أن نسبته لا تتجاوز ٧%. كما يلاحظ تحسن الطعم الحلو أثناء نضج ثمار التفاح

نتيجة لحلمهة السكروز الموجود إلى غلوكوز يستهلك بالتنفس وفركتوز يتراكم بالأنسجة مكسباً الثمار طعمها الحلو المميز.

– احتواء السكريات الأحادية على مجموعة مختزلة (ألدهيدية أو كيتونية) يمكن لها أن تتفاعل مع الأحماض الأمينية بالأوساط القلوية حسب تفاعل ميلارد مشكلة مركبات ذات لون داكن يسيء إلى خواص الأغذية ونكهتها وهذا ما يسمى بالاسمرار اللاانزيمي وهذا التفاعل معقد ويمر في مراحل عديدة .

– تعتبر السكريات الأحادية سهلة الامتصاص والاستهلاك مباشرة خاصة الغلوكوز والذي تصل نسبته بالعنب إلى ٢٠% لذلك كثيراً ما يوصف بالحميات وأغذية وأدوية الأطفال.

– يعد السكر المادة الأساسية التي تستعمل في عملية التنفس لذلك تقل كميته وهذا مؤشر سلبي خاصة على طول فترة التخزين حيث تصبح الثمار أكثر عرضة للإصابة بالأمراض .

تختلف نسبة كل من الفركتوز والغلوكوز والسكروز في الثمار باختلاف الأنواع والأصناف حيث تسود نسبة سكر الفركتوز في ثمار التفاحيات حيث تصل نسبته في ثمار التفاح إلى ١٢% من الوزن الرطب على حين تسود نسبة السكروز في ثمار المشمش ، الدراق ، الخوخ ، البرتقال ، اليوسفي ، الليمون ، الموز والأناناس أما ثمار الكرز ، الفريز ، توت العليق ، عنب الثعلب الأسود فتحتوي على كميات متساوية تقريباً من الغلوكوز والفركتوز وعلى نسبة دنيا من السكروز.

أما ثمار العنب فيسود فيها سكر الغلوكوز لكن نسبة السكريات في الخضار أقل منها في الفاكهة باستثناء القرعيات إذ يحتوي البطيخ الأصفر على نسبة من السكريات تبلغ ٧ – ١٧ % والبطيخ الأحمر ٦ – ١٠ ، البصل ٥ – ١٠ % ، الجزر ٥ – ٧ % ، الفليفلة ٣ – ٤ % .

النشاء

– يعطى النشاء مع اليود لوناً أزرقاً ويعتبر الانعكاس النوعي للنشاء أثناء معاملته باليود (باستخدام محلول اليود مع يوديد البوتاسيوم) حيث يستخدم للكشف عن وجوده.

– كثافة النشاء عالية ١,٥– ١,٦ وبالتالي تستخدم هذه الخاصية عند استخلاصه من درنات البطاطا حيث تهرس وتمزج مع الماء فيرسو النشاء في القاع.

– يتواجد النشاء في الخلايا النباتية على شكل حبيبات يختلف شكلها وحجمها وبنائها حسب المحصول فمثلاً بالبطاطا تأخذ شكلاً كروياً غير منتظم قد يصل حجمها إلى ١٠٠ ميكرون وبالمتوسط ١٢– ٣٥ ميكرون. ولا يخصص للتصنيع إلا الدرنات التي يزيد قطر حبيبات النشاء فيها عن ٢٠ ميكرون ويلاحظ تغير حجم الحبيبات خلال التخزين وتصبح أقل حجماً وبالتالي تقل قابليتها للطهي – وكذلك تختلف الأصناف في حجم حبيبات النشاء فيها.

– أثناء تخزين البطاطا في درجة حرارة قريبة من الصفر المئوي يتحول جزء من النشاء إلى سكريات فيصبح طعمها حلواً ولذلك تنخفض مواصفات الدرنات خاصة أن تلك السكريات يمكن

أن تدخل في تفاعل ميلارد مكسبة الدرنات الألوان الداكنة. لذلك يفضل الاحتفاظ بالدرنات المختزنة بالتبريد لفترة ١٠– ١٥ يوم بدرجة حرارة ٢٠– ٢٥ م^{o} حتى يتحول السكر من جديد إلى نشاء داخل الخلايا. ومن الملاحظ أن صلابة درنات البطاطا تزداد بزيادة نسبة النشاء.

تعد البطاطا من المحاصيل الغنية بالنشاء إذ تحتوي درناتها على ١٥ – ١٨% وسطياً وزيادة النشاء في البطاطا دليل على جودة الدرنات بينما تحتوي البازيلاء الخضراء على حوالي ٥ % نشاء وأن وجوده فيها بكمية كبيرة دليل على زيادة نضجها ورداءة نوعيتها حيث يلاحظ مع زيادة نضج البازيلاء انخفاض نسبة السكر وزيادة النشاء في حبوبها فتصبح خشنة صلبة القوام وسميكة الغشاء الخارجي وتفتقر للون الأخضر وعموماً يسوء طعمها لذلك يفضل جمعها قبل زيادة نضجها . وبالمقابل نجد أن وجود النشاء في معظم ثمار الفاكهة دليل على عدم نضجها فمثلاً تكون نسبة النشاء في ثمار التفاح قبل النضج (٤ – ٥ %) تنخفض هذه النسبة حتى (١,٥ – ٢ %) في فترة الجمع خاصة في الأصناف الشتوية ويختفي النشاء تماماً بعد النضج الكامل خلال فترة التخزين نتيجة لتحوله إلى سكريات بسيطة

– **السيليلوز:**

– زيادة محتوى السيليلوز بالأغذية يكسبها خشونة كما في القشور والأغلفة.

– تختلف الثمار بمحتواها من السيليلوز تبعاً للنوع والنسيج فبينما تتراوح نسبته بالخضار والفواكه عموماً من ٠,٢٥– ٢,٨ % تتضاعف عشرة مرات في أغلفة البذور. وتحوي ثمار اليوسفي على ٠,٣ % سيليلوز على حين تحوي ثمار عنب الثعلب على ٢,٧ % أما ثمار البطيخ الأحمر فتحتوي على ٠,٥ % والفجل الحار على ٢,١ % .

– **الهيميسيليلوز:**

– يتواجد مع السيليلوز ويشاركه في بناء الجدر الخلوية النباتية نسبته بالخضار والفواكه متناسبة مع وجود السيليلوز وتتراوح من ٠,٢– ٣,١ % .

– يدخل في عمليات تبادل المواد أثناء النضج لذلك يخفض من قوام وتماسك الفواكه كما يغير جزئياً في طعمها .

– **المواد البكتينية :**

– تقسم المواد البكتينية إلى البروتوبكتين ويوجد مرتبط مع السيليلوز والنشاء وغيرها من المواد. لا ينحل بالماء لكنه يتحلمه بسهولة تحت تأثير الحموض والأنزيمات معطياً البكتين، والبكتين بدوره ينحل بالماء ويتحلمه معطياً الحموض البكتينية.

وينطوي تحت المواد البكتينية المركبات التالية :– **حمض البكتينيك** – **حمض البكتيك** – **البكتين** وهذه مركبات ذائبة بالماء– **البروتوبكتين** لا يذوب بالماء البارد إنما يتحلل بالماء الغالي حيث يبدأ بالتحلل عند درجة حرارة ٨٠ – ٨٥ م^{o} أو بإضافة أحماض وقلويات مخففة ساخنة .

يوجد البروتوبكتين بكميات كبيرة في الثمار غير الناضجة ويعمل على ربط المكونات الميكانيكية للأنسجة وكمادة لاصقة لجدران الخلايا وعند نضج الثمار يتحول البروتوبكتين إلى بكتين ذواب بالعصير الخلوي بفعل أنزيم بروتوبكتيناز ونتيجة لتحول المواد البكتينية غير الذوابة إلى مواد بكتينية ذوابة تتغير صلابة الثمار وتقل سماكة جدر الخلايا تدريجياً فتصبح الثمرة طرية وتدخل في طور الشيخوخة ويشكل البكتين الناتج من تحلل البروتوبكتين الكتلة الأساسية للمواد البكتينية الموجودة بالثمار الناضجة وهو عديم الطعم والرائحة .

يلعب الكالسيوم دوراً هاماً في تحديد مدى صلاحبة الثمار إذ يتحد مع البكتين والأحماض البكتينية ويكون مركبات غير قابلة للذوبان بالماء مثل بكتات أو بكتينات الكالسيوم مما يحافظ على صلابة الثمار وهناك علاقة طردية بين نسبة الكالسيوم في الثمار ومدى صلابتها . ويعتقد بعض العلماء أن التغير في صلابة بعض الثمار لا يعزى إلى المواد البكتينية وحدها وإنما كذلك إلى التغيرات التي تحدث في بعض المكونات الأخرى مثل النشاء في ثمار الموز والسيليلوز وغيره في بعض الثمار الأخرى .

– نسبة المواد البكتينية في ثمار الفاكهة أكبر منها في الخضار حيث تتراوح نسبتها في ثمار الفاكهة ٠,٥ – ١,٥ % وأعلى نسبة لها نجدها بالحمضيات والتفاحيات ثم المشمش والخوخ وعنب الثعلب وبعدها الكرز والعنب والفريز أما نسبتها بالخضار تتراوح من ٠,١ – ٠,٧ % وقد تصل إلى ١ % وتختلف نسبة المواد البكتينية تبعاً للصنف وكذلك تتفاوت نسب وجودها كثيراً في أنسجة الثمرة حيث نجد نسبة كبيرة من المواد البكتينية بالطبقة البيضاء في قشور الحمضيات (الألبيدو) بينما تكون أقل بكثير في الأنسجة والخلايا العصيرية .

إن بعض الدراسات تقول إن تفكك المواد البكتينية له علاقة بظهور الأشكال المختلفة لتلون قشرة ولب الثمار خاصة أثناء النضج والتخزين ويفسرون ذلك بتحرير الكحول الميتيلي حيث أن الكحولات لها تأثيرات مشابهة.

الدهون والشموع :

– تتعرض الدهون للفساد حيث تتعرض لنوعين من التزنخ :

أ– **التزنخ المائي :** حيث يتحلل الغليسيريد إلى مكوناته الرئيسية (الغليسرول والأحماض الدهنية) بفعل أنزيم الليباز وبوجود الماء فترتفع الحموضة.

ب– **التزنخ الأوكسيدي :** حيث تتأكسد الأحماض الدهنية غير المشبعة بأكسجين الهواء ويظهر نتيجة لذلك طعم شحمي زنخ.

وأهميتها ليس فقط بالتغذية بل كونها تدخل كجزء هام من مكونات الخلية وخاصة في أغشيتها كالفوسفوليبيدات

الشـموع : وهـي اتحـادات ذات طبيعـة دهنيـة تغطـى طبقـة البشـرة (الكيوتيكـل) فـي الثمـار والخضار فتحد من فقد الرطوبة وتعيق وصول الأحياء الدقيقة الممرضة إلى الثمار ودخول الماء من الوسط الخارجي إلى الأنسجة كما تكسب الثمار بريقاً ولمعاناً طبيعياً إلا أن الطبقة الشمعية على سطح البشرة عند أغلب منتجات الخضار والفواكه تشكلها ضعيف وبالتالي دورها يبقى محدوداً .

ولذلك من المفيد معاملة الثمار والخضار بالشموع الطبيعية أو الصناعية لرفع مقاومتها لكل الظـروف الخارجيـة وزيـادة قـدرتها التخزينيـة والشـموع ثابتـة كيميائيـاً بـالحرارة العاديـة وتـذوب بالمحاليـل القلويـة السـاخنة وهـذه الخاصـة يسـتفاد منهـا لإزالـة الطبقـة الشـمعية مـن الفواكـه المخصصة للتجفيف لتسهيل عملية إزاحة رطوبة الثمار والخضار .

إن نسبة الدهون في الثمار منخفضة جداً وعادة ترافق الشموع أما النسب المرتفعة من الدهون تتواجد عادة في البذور كما في نواة بذور اللوزيات والقرعيات حيث تشكل ٢٠ – ٦٠ % منها .

ومن المعروف الأهمية الخاصة لزيت الزيتون في ثمار الزيتون حيث تحوي الثمار على كميات مرتفعة من الزيت تصل أحياناً في بعض الأصناف إلى ٣٠ % حيث يتميز هذا الزيت بفوائده المتعددة بارتفاع نسبة الفيتامينات الذوابة بالدسم كالكاروتينات حيث تصل نسبتها لأكثر من ١٠٠ ملغ % وفيتامين E حيث تصل نسبته لأكثر من ١٢٠ ملغ % . إضافة لاحتواء ثمار الزيتون على نسب جيدة من فيتامين C و P وغيرها من الفيتامينات .

المركبات الآزوتية :

تشمل المواد الآزوتية البروتينات والأحماض الأمينية والنووية والأميدات ومركبات النشادر وأملاح حمض الآزوت وغيرها وتشكل البروتينات القسم الرئيسي من المواد الأزوتية في ثمار الفاكهة والخضار وتعد المادة الرئيسية المكونة لبروتوبلازما الخلايا .

تعتبر ثمار الفاكهة والخضار فقيرة بمحتواها البروتيني عموماً حيث تبلغ نسبة البروتينات من ٠,٢ – ١,٢ % ، في اللوزيات من ٠,٤ – ١,٣ % وفي الأعناب من ٠,٥ – ٥,١ % على حين أنها تبلغ من ١٨ – ٢٠ % في ثمار الجوز واللوز و ٩ – ٢٠ % في البيكان . أما في الخضار فتتراوح نسبة البروتينات من ٠,٩ % في القرعيات والبندورة وإلى ٤,٥ – ٦,٥ % عند البقوليات الخضراء .

ومن أكثر البروتينات المدروسة بروتين البطاطا التوبرين والذي يعتبر من البروتينات الكاملة إذ تقترب نسبة الأحماض الأمينية فيه من البومين البيض . وكذلك من البروتينات الكاملة بروتين الخضار البقولية وبروتين السبانخ والخس والخضار الملفوفية أما بروتين الجزر يعتبر غير كامل لخلوه من التربتوفان . وقابلية هضم بروتينات الخضار والفواكه جيدة حيث تشكل (٠,٧) من قابلية هضم بروتين الحليب الذي يعتبر مقياساً لهذا لمؤشر .

- الأنزيمات:

تعتبر أنزيمات الخضر والفواكه ذات أهمية كبيرة في تسيير معظم التفاعلات البيوكيميائية في الخلايا حيث تنشط عمليات التنفس وتحولات المواد بعد القطاف وهذه تؤدي إلى إكمال نضج الفاكهة وتصبح قابلة للاستهلاك خاصة تلك الثمار التي يمكنها أن تتابع النضج بعد القطاف أما نشاط الأنزيمات في الثمار الأخرى خاصة تلك التي لا تستطيع متابعة النضج بعد القطاف (منها الثمار اللينة مثل الفريز والتوت وغيرها) فغالباً ما يؤدي إلى تفكك المكونات الرئيسية الداخلة في تركيبها وتحطمها مثل السكريات والفيتامينات ومركبات الطعم والنكهة والعمليات والتحولات الأنزيمية في هذه الحالة تدعى بالتحولات الأنزيمية غير المرغوبة ومن هنا يبرز الدور الهام في الحفاظ على التغيرات الأنزيمية المرغوبة خلال فترة التخزين بدرجة محددة وثابتة والعمل ما أمكن على تخفيف العمليات الأنزيمية غير المرغوبة في حدودها الدنيا من خلال التحكم بشروط التخزين بما يتلائم مع طبيعة المادة المخزنة. ومن أهم الأنزيما :

١- أنزيم الليبيز

٢- الأنزيمات الكربوهيدراتية ومنها - الانفرتيز - ألفا وبيتا أميليز

٣- الأنزيمات البكتينية :

ويؤدي وجود هذه الأنزيمات بالخضار والفواكه إلى فقدانها الصلابة والقوام خاصة خلال النضج والتخزين . حيث تعمل على حلمهة وتحول المواد البكتينية غير الذوابة بالماء إلى مركبات بكتينية ذائبة بالماء .

ومن أهم هذه الأنزيمات :

أ- **بكتين أستريز - بولي غالاكتيورنيك**

٤- الأنزيمات المؤكسدة وأهمها : الفينوليز: وهي مجموعة من الأنزيمات التي تحدث الإسمرار الأنزيمي للخضار والفواكه وتعرف باسم مؤكسدات الفينول.

المواد الفينولية بالأنسجة الكاملة تكون بمعزل عن الهواء وفعل الأنزيمات المذكورة. لذلك لا يحدث تلون بني لها أما التلون يحدث على الأسطح المقطوعة للخضار والفواكه ذات اللون الفاتح كالتفاح والموز فيتعرض السطح المقطوع للهواء (الأكسجين) ينتج عنه التلون البني السريع بسبب أكسدة الفينولات أنزيمياً. وهذه المجموعة تسبب بعض المشاكل أثناء تحضير المادة الغذائية لذلك يجب التخلص منها . وتعرف هذه المجموعة باسم البولي فينول أكسيديز .

ب- اللايبوكسيديز: يكثر وجوده في فول الصويا والبقوليات وبنسبة أقل في الحبوب والبذور الزيتية. وجد أنه المسؤول عن تدهور طعم ونكهة المواد الحاوية عليه بسبب أكسدته للأحماض الدهنية غير المشبعة. وثبت أنه ذو فعالية عالية في أكسدة الأحماض الدهنية الحرة وأقل فعالية بالنسبة للغليسيريدات الثلاثية وعديم الفعالية بالنسبة للدهون الفوسفورية والسكرية.

- الفيتامينات :

أ- الفيتامينات الذوابة بالدهون :

١- فيتامين A (الريتنول) : النباتات على الكاروتينات وهي مولدات للفيتامين A يحولها الجسم إلى الحالة النشطة.

يوجد الكاروتين عادة مع اليخضور في الأجزاء الخضراء من النبات لذلك تعد الخضار والفواكه من أهم المصادر الغنية به . ويوجد بكميات كبيرة في كثير من الفاكهة والخضار وبما أن الكاروتين لا يهضم بشكل كامل إذا كان طازجاً لذلك عملية طبخ الخضار الغنية به مع الدهون تساعد في الاستفادة منه بشكل أفضل كونه ينحل بالدهون وخاصة أنه مقاوم لحرارة الطهي .

٢- فيتامين E أو التوكوفيرول : تتميز التوكوفيرولات بنشاط بيولوجي هام كمضادات للأكسدة لذلك تضاف مركبات التوكوفيرول إلى بعض الأغذية لوقايتها من عوامل الأكسدة كما في الزيوت والدهون ويوجد بكميات كبيرة في بذور اللوزيات وثمار الزيتون والجوز .

ب- الفيتامينات الذوابة بالماء : - فيتامين B (الثيامين) - فيتامين B_2 (الريبو فلافين) :

- فيتامين B_6 (البيريدوكسين) - النياسين (حمض النيكوتينك) - حمض الفوليك (الفولاسين)

وتوجد الفولات بالكبد بصورة حرة أما الموجودة بالخضراوات تكون بصورة مرتبطة ويتطلب تحرير حمض الفوليك لكي يكون نشطاً إلى أنزيم كونجوغيز الذي يوجد في الغشاء المخاطي للأمعاء.

٦- حمض البانتوثنيك B_3

٧- فيتامين C (حمض الأسكوربيك) : يتواجد فيتامين C في كل الأنسجة الحية كونه يلعب دوراً مهماً جداً في تفاعلات الأكسدة والاختزال وتعتبر الفواكه والخضراوات بمثابة المصدر الرئيسي لهذا الفيتامين . وكل الكائنات الحية تخلق فيتامين C عدا الإنسان ونوع من الخنازير (خنازير غينيا) وهذا الفيتامين منتشر بشكل واسع بالمملكة النباتية حيث تعتبر بعض منها غنياً بهذا الفيتامين أما المنتجات الحيوانية فقيرة به.

ويعتبر أقل الفيتامينات ثباتاً حيث يمكن تحطيمه بسهولة أثناء المعاملات التصنعية والتخزين ويزداد معدل تحطمه بوجود المعادن ولاسيما النحاس والحديد.

وتأتي أهمية فيتامين C بالخضر والفواكه كونها المصدر الوحيد له فلابد من إدخالها في الوجبات الغذائية بشكل دائم وبالشكل الطازج لأن هذا الفيتامين يتلف بسرعة بالحرارة خاصة بوجود الأكسجين والتسخين لفترات طويلة .

كما أن الأنزيمات الحاوية في مجاميعها على الحديد والنحاس تعتبر حافزات قوية لتخريب حمض الاسكوربيك – وتؤدي الأضرار الميكانيكية والإصابة بالأعفان إلى حدوث خلل بالتنظيم

الخلوي مما يساعد على بدء تحلل الفيتامين . وتبين أن وجود SO_2 يحمي هذا الفيتامين من الأكسدة ويعزى ذلك إلى تثبيط الأنزيمات المؤكسدة له . كما تبين أن حموضة الوسط (pH) تؤثر في ثبات فيتامين C حيث يتمتع هذا الفيتامين بدرجة عالية من الثبات في الأوساط الحامضية على عكس الأوساط القلوية حيث تعمل على تسريع التفاعلات المؤدية لتخريبه .

ومن نتائج بعض الدراسات تبين أن الخضروات التي تغطى بالماء بالكامل أثناء السلق تفقد ٨٠ % من فيتامين C في حين أن الخضروات التي يغطى نصفها تفقد ٤٠ % فقط .

واتضح أن سلق قطع صغيرة من الجزر يؤدي إلى فقد ٣٢ – ٥٠ % من فيتامين C في حين أن سلق قطع أكبر يؤدي لتقليل الفقد إلى نحو ٢٢– ٣٣ % وهذا يوضح مدى تأثير المعاملة الحرارية . وللحد من ارتفاع نسبة الفقد لهذا الفيتامين أثناء الطبخ يمكن إتباع ما يلي :

١– إجراء عملية الطهي في كمية قليلة من الماء إذا أمكن ذلك .

٢– طهي المادة الغذائية دون تقشير كما في طهي البطاطا .

٣– طهي المادة الغذائية في كمية قليلة من الماء وتحت ضغط مناسب وذلك لهدف تقصير الفترة الزمنية للمعاملة الحرارية .

يمكن التعرف بسهولة على المادة الغذائية الغنية لهذا الفيتامين من خلال قياس أحد العاملين التاليين :

١– **الحموضة** : كلما زادت حموضة الفاكهة بشكل عام زاد محتواها من حمض الاسكوربيك وزادت بالتالي قابليتها للحفظ .

٢– **اللـون** : تزداد نسبة حمض الاسكوربيك في الأجزاء الخضراء من النبات عنها في الأجزاء البيضاء .

جدول رقم (٤–١) : يبين نسب فيتامين C في بعض أنواع الفاكهة والخضار (ملغ/١٠٠ غ)

نوع الخضار	فيتامين C	نوع الخضار	فيتامين C	نوع الفاكهة	فيتامين C
الملفوف العادي	٣٠	الكوسا	١٥	التفاح	٧

الملفوف الأحمر	٥٠	القرع	٨	السفرجل	١٨
ملفوف بروكسل	٩٤	البطيخ الأحمر	٧	المشمش	٩
الزهرة	٧٠	البطيخ الأصفر	٦٠	الدراق	١٠
الفجل واللفت	٢٠	الشمام	٣٠	الخوخ	٥
الجزر والشوندر	١٠	الكراث	٢٠	الكرز	١٥
البطاطا الحلوة	٢٣	البازيلاء الخضراء	٢٥	ليمون – برتقال – أناناس	٤٠
البندورة	٢٠	البقدونس والشمره	١٥٠	العنب	٣
الفليفة الخضراء (الحلوة)	١٠٣	الحميض	٦٠	اليوسفي	٣٠
الفليفة الحمراء (الحلوة)	٢٥٠	السبانخ	٥٠	الفريز	٦٠
الباذنجان	١٥	الهليون	٢٣	الكاكي	١٣
البطاطا – الخيار	١٠	الأرضي شوكي	٥	الموز	١١
البصل الجاف	١٠	الخس	٣٠	الزعرور	٥٠

لا تحوي الخضار والفواكه على بعض الفيتامينات مثل فيتامين A أو نسبة وجودها قليلة جداً مثل فيتامين B_{12} .

– الأحماض العضوية :

وتعتبر من المركبات الوسطية أثناء تحول السكريات إلى CO_2 وماء وتعد إحدى المركبات الهامة في ثمار الخضر والفاكهة لأنه :

١– كثيراً ما تحدد الأحماض العضوية خواص الطعم

٢– تنشط الحموض العضوية الموجودة بالخضر والفاكهة وحتى الموجودة في مخللاتها العصارات الهاضمة خاصة عند هضم الأغذية المنخفضة الحموضة كالخبز ومنتجات القمح والطحين – البطاطا – اللحم – السمك – البيض – الحليب وغيرها .

٣– تستخدم نسبة الحموضة بالخضر والفاكهة كأحد المؤشرات والتي تحدد الموعد الأمثل للقطاف في بعض أنواع الثمار وخاصة الحمضيات .

٤- تلعب الحموض العضوية دوراً فسيولوجياً أساسياً حيث يمكن أن تدخل في عملية التنفس وبالتالي تستهلك خلال فترات التخزين الطويلة .

٥- تستخدم بعض الأحماض العضوية كمواد حفظية لكثير من الأغذية مثل حمض البنزويك .

٧- بعض الأحماض العضوية مثل حمض السالسليك وملحه الصودي لها تأثير طبي وعلاجي حيث يعتبر خافض للحرارة ولذلك يستخدم توت العليق الحاوي عليه بالطب الشعبي كمعرق وخافض للحرارة عند إصابات الرشح

وفيما يلي أهم الأحماض العضوية الموجودة بالخضار والفواكه :

١- **حمض التفاح (الماليك)** – يغلب وجوده بالفاكهة التفاحية

٢- **حمض الليمون (الستريك)**: يوجد في كثير من الفواكه والأعناب تصل نسبته بالليمون إلى ٥-٨%

٣- **حمض العنب (الطرطريك)** : يوجد بكميات ملحوظة في العنب ٠,٣- ١,٧ %

٤- **حمض الحماض (الأوكزاليك)**: نسبته قليلة بالفواكه وموجود ببعض النباتات بكميات عالية نسبياً مثل الحميض والسبانخ والرواند ، يتواجد فيها كذلك على شكل أكزالات الكالسيوم التي ترتفع نسبتها مع زيادة عمر النبات وهذا الملح ضار بجسم الإنسان حيث يساعد على تشكيل الحصاة الكلوية وعند استخدام هذه النباتات بالتغذية يفضل أن تكون فتية.

٥- **حمض الخل**: يوجد بكميات قليلة في الخضر والفواكه الطازجة

- كما يوجد بالخضر والفاكهة عدد من الحموض الأخرى ومنها تلك الحاوية على حلقة عطرية مثل حمض البنزويك وحمض السالسليك . . ويعتبر حمض البنزويك مضاد حيوي لذلك تحفظ الثمار التي تحتوي على هذا الحمض بشكل جيد نتيجة عدم إصابتها بالأمراض .

تختلف كمية الأحماض ورقم الـ (pH) في الثمار تبعاً للنوع والصنف وغالباً ما تكون مجموعة ثمار الفاكهة ذات حموضة أكبر من حموضة الخضار والتي منها لا يحتوي على الأحماض باستثناء الحميض والرواند والبندورة التي تتميز بحموضتها العالية

كما تختلف نسبة الأحماض في أجزاء الثمرة نفسها وغالباً الحموضة في لب الثمرة أعلى منها في القشرة ونلاحظ أن الثمار الناضجة أقل حموضة من الغضة حيث تنخفض الحموضة مع زيادة النضج .

- **الغليكوزيدات :**

عبارة عن مركبات معقدة يدخل في تركيبها سكر ومادة لا سكرية تسمى أكليكون يمكن أن تكون مواد كحولية أو فينولية أو كبريتية أو آزوتية وغيرها .

تنتشر الغليكوزيدات بشكل واسع في النباتات ومعظمها سام وذات طعم مر وتكسب الثمار صفة المقاومة للأمراض ، ويغلب وجودها في قشور الثمار وبذورها ونادراً ما توجد في لب الثمار إلا في حالات التخزين في ظروف غير ملائمة . ومن أهم الغليكوزيدات التي توجد في ثمار الفاكهة والخضار .

١ – الأميجدالين :

يتفكك تحت تأثير أنزيم الأمليسين (الموجود في بذور اللوزيات) أو تحت تأثير الأحماض إلى جزيئين من سكر الغلوكوز + جزيء واحد من الدهيد البنزويك (بنز الدهيد) + جزيء واحد من حمض الهيدروسيانيك (HCN) وهذا الحمض عبارة عن مادة سامة جداً عندما تصل نسبته إلى (١ ملغ لكل ١ كغ من وزن الجسم) . يوجد غليكوزيد الأميجدالين في بذور كثير من الفواكه وخاصة في بذور اللوزيات ويوجد في بذور اللوز المر بنسبة ٢,٣ – ٣ % وفي بذور المشمش بنسبة ٠,٣٧ % وفي بذور الخوخ بنسبة ٠,٩ – ٢,٥ % وفي بذور الكرز بنسبة ١,٣ – ٢,٤ % .

٢ – الفاكسينين :

ويوجد في التوت البري وعنب البقر وهو ذات طعم مر

٣ – الهيسبيريدين :

يوجد بكميات كبيرة في قشور ثمار الحمضيات ، ليس له طعم مر، ويتمتع بخصائص فيتامين (P) المنظم لنفاذية الأوعية الدموية .

٤ – النارنجين :

يوجد في بذور الحمضيات وتحت طبقة الألبيدو البيضاء وخاصة في الثمار غير الناضجة وهو ذو طعم مر .

٥ – الليمونين : يوجد في ثمار الحمضيات وخاصة في ثمار الليمون الحامض ليس له طعم مر إنما يسبب الطعم المر (الذي يظهر في ثمار الحمضيات) نتيجة اتحاده مع حمض الليمون وهذا ما يحدث عادة عند انهيار الأنسجة نتيجة التجميد أو تعفن الثمار .

٦ – السولانين :

عند وصول تركيز السولانين إلى تركيز معين يمكن أن يؤدي إلى التسمم ، هذا ويختلف تركيب السولانين باختلاف النباتات .

يوجد السولانين في خضار الفصيلة الباذنجانية بنسب مختلفة حيث توجد في ثمار الباذنجان بنسبة (٠,٠٠٤ – ٠,٠٩٨ %) مما يكسب الثمرة مرارة خفيفة وتزداد هذه النسبة في الثمار الزائدة النضج ، كما يوجد في البندورة غير الناضجة بكمية (٢٠ ملغ /كغ) وإذا زادت هذه

الكمية عن ذلك تصبح الثمرة ذات طعم مر وغير صالحة للاستهلاك . أما كمية السولانين في البطاطا فتختلف تبعاً لعوامل عديدة منها :

آ- **درجة النضج** : تكون نسبة السولانين في الدرنات غير الناضجة أكبر منها في الدرنات الناضجة .

ب- أجزاء الدرنة : يوجد السولانين بشكل رئيسي في القشرة والطبقات الخارجية التي تستبعد أثناء التقشير . والنسبة العادية للسولانين التي توجد في الدرنات قليلة لا تزيد عن (٠,٠٠٢ – ٠,٠١ %) تزداد هذه النسبة عند إنبات الدرنات فتكسبها الطعم المر ، كما تكون نسبة السولانين في البراعم النامية ومنطقة اللب الموجودة قرب العيون أكبر من نسبته في منطقة اللب الداخلي للدرنة

جـ- الضوء : تزدادنسبة السولانين في الدرنات المعرضة للضوء المباشر (بسبب تحول جزء من النشا إلى سولانين) وخاصة في الطبقات الخارجية مما يكسب الدرنات صفة المقاومة للأمراض وهذا يزيد من صلاحيتها للتخزين ويقلل من احتمال تعفنها في التربة بعد الزراعة .

وإقياء وتهيج في الأغشية المخاطية إضافة إلى تأثيرها على كريات الدم الحمراء

٧- السنجرين :

يوجد السنجرين في نباتات الفصيلة الصليبية وخاصة في الفجل البري وبذور الخردل الأسود ويعطيها النكهة والطعم اللاذع .

٨- السينالبين :

يوجد هذا الغليكوزيد في بذور الخردل الأبيض ويعطي عند الحلمهة زيوت الخردل الطيارة التي تعطي الخردل الطعم اللاذع .

٩- الايبئين :

يوجد في أوراق البقدونس ويكسبها مرارة خاصة .

١٠- الكابسيسين :

يوجد في ثمار الفليفلة ويعطيها الطعم الحريف .

١١- اللاكتوسين : يوجد في الخس .

١٢- السانتونين : ويوجد في بذور الكوسا .

١٣- الفيسين : ويوجد في بذور الفول الخضراء .

- الأصبغة النباتية :

الأصبغة النباتية عبارة عن مجموعة من المركبات تعزى إليها الألوان المختلفة في النباتات

١- الأصبغة الذوابة في الماء :

توجد في الأنسجة النباتية مدمصة على البلاستيدات الملونة كما توجد ذائبة في الماء الموجود في عصير فجوات الخلايا وهي عبارة عن غليكوزيدات تتكون من سكر وأكليكون يمكن فصلها عن بعضها بواسطة الأنزيمات أو الأحماض .

- **الأنتوسيانينات :**

عبارة عن مجموعة كبيرة من الصبغات تعطي الثمار ألواناً مختلفة (أحمر ، أزرق ، بنفسجي) تظهر في الثمار قبل اختفاء اليخضور وتصبح أكثر وضوحاً عند تلاشيه . توجد الانتوسيانينات ، أما في قشور الثمار كما في الخوخ والعنب وأما في قشور الثمار ولبها كما في الشوندر الأحمر وبعض أصناف العنب . ومن أكثر الانتوسيانينات انتشاراً في ثمار الفاكهة والخضار :

١- **الآينين :** ويوجد في قشور ثمار العنب .

٢- **البيتانين :** ويوجد في الشوندر الأحمر .

٣- **الكيراسيانين :** ويوجد في ثمار الكرز .

٤- **الايدين :** ويعزى إليه اللون الأحمر في بعض ثمار التفاح .

تتراكم الانتوسيانينات في الثمار كلما تقدمت في النضج ومن أهم خواصها :

١- لها صفات المضادات الحيوية .

٢- يتلف جزء منها عند التسخين في الماء لمدة طويلة و تتفاعل مع القصدير وتكسب الثمار لوناً مزرقاً .

٣- تتمتع الأنتوسيانينات بخصائص أمفوترية يمكن أن تتغير تبعاً لوسط التفاعل ووجود أيونات المعادن .

٤- يمكن للأنتوسيانينات أن تتفاعل مع المركبات الفينولية أثناء فترة الشيخوخة بعد نضج الثمار وتعطي لون أسود أو بني .

- **الفلافونوئيدات :**

الفلافونوئيدات هي مجموعة من الصباغات النباتية القابلة للذوبان في الماء توجد في العصير الخلوي للثمار وتعطيها اللون الأصفر البرتقالي ، وهي عبارة عن غليكوزيدات تتكون من سكر وأكليكون عبارة عن مشتقات الفلافون والفلافونول ومنها غليكوزيد الكويرسيترين الذي يوجد في الأوراق الخارجية للبصل الجاف

٢- الأصبغة الذوابة في الدهون :

وتشمل الكلوروفيلات والكاروتينات التي هي عبارة عن مجموعة من المواد ترتبط بها الوظائف الهامة للنبات كالتمثيل الضوئي والتكاثر الجنسي ، وهي مع الأنتوسيانينات تحدد لون

الثمار الذي يعتبر من إحدى دلائل الجودة في الثمار ، توجد هذه الصبغات في البلاستيدات الخضراء أو الملونة وفي بروتوبلازم الخلايا.

آ- الكلوروفيلات :

توجد هذه الصبغة في معظم أوراق النباتات وفي الثمار غير الناضجة . وهي الصبغة المسؤولة عن اللون الأخضر في النبات الذي يأخذ بالتأكسد والاضمحلال كلما تقدمت الثمار في النضج ، ويستثنى من هذه القاعدة عدد من ثمار الفاكهة التي تظل خضراء بالرغم من وصولها إلى مرحلة النضج مثل ثمار بعض أصناف التفاح والحمضيات والجانرك والأفوكادو والمانجو ، كما أن معظم ثمار التفاح والأجاص تفقد لونها الأخضر قبل انتهاء عمليات النضج بينما يكون فقدان اللون في ثمار الحمضيات والبندورة والخضار البقولية متوافقاً مع عمليات النضج .

يتحول الكلوروفيل في الوسط الحامضي من اللون الأخضر إلى اللون الأسمر الداكن نتيجة استبدال عنصر المغنيزيوم الموجود في جزيئاته بالايدروجين وتكوين مركب الفيوفيتين ذو اللون الأسمر الداكن وهذا ما يلاحظ عند طبخ الخضار الورقية . وكذلك يتغير لون الكلوروفيل عند استبدال المغنيزيوم بأيونات المعادن حيث يظهر اللون البني بوجود الحديد واللون الفضي بوجود الرصاص والألمنيوم واللون الأخضر الفاتح بوجود النحاس . والمحافظة على اليخضور تجرى عملية الطبخ في أوعية مغلقة لمنع تفكك الأحماض .

ب- الكاروتينات :

عبارة عن مجموعة من الصباغات تعطي الثمار الألوان الصفراء والبرتقالية وأحياناً الحمراء وينتمي لهذه المجموعة الكاروتين والزانتوفيل والليكوبين .

الكاروتين : (مولدفيتامين A) : لونه أصفر برتقالي يوجد في الجزر والمشمش والدراق والقرع والحمضيات وجميع أجزاء النباتات الخضراء (يتواجد مع اليخضور الذي يعمل على إخفائه) .

الزانتوفيل : لونه أصفر لكن أفتح من الكاروتين ، ينتج من أكسدة الكاروتين ، يوجد في قشور الحمضيات وفي الذرة الصفراء والأجزاء الخضراء من النبات .

الليكوبين : لونه أحمر برتقالي يوجد في البندورة الحمراء الناضجة والكريفون الأحمر والبطيخ الأحمر ، وأن تراكم الليكوبين في البندورة دليل نضجها وأفضل درجة حرارة لتكوينه هي (٢٢ – ٢٤ ^{o}م) وبانخفاض الحرارة عن ذلك تنضج الثمار ببطء بينما تصفر الثمار ولا تصبح حمراء عند ارتفاع الحرارة .

تتكون الكاروتينات في الثمار قبل القطاف أو بعده عند انخفاض محتاها من اليخضور .

المركبات الفينولية :

تعتبر المواد الفينولية من أكثر المركبات الكيميائية تعقيداً وتشمل عدداً من الأحماض العضوية العطرية الموجودة في الثمار بالإضافة إلى بعض المركبات المسؤولة عن اللون في

بعض الثمار مثل الفلافونوئيدات والأنتوسيانينات والكاتيكينات وغيرها ، كما تدخل المواد الفينولية العديدة (التانينات) في تحديد طعم الثمار وبالتالي مدى صلاحيتها للاستهلاك ، وللمواد الفينولية صفة المقاومة للأمراض وبعضها الآخر يتمتع بخواص الفيتامينات .

تنتشر المركبات الفينولية في ثمار الفاكهة والخضار بشكل واسع وغالباً ما توجد على صورة غليكوزيدات (ونادراً جداً ما توجد بشكل حر) ، وتختلف المركبات الفينولية في عدد الحلقات العطرية ، وتحتوي ثمار الفاكهة على نسبة عالية منها وخاصة الثمار غير الناضجة .

وفيما يلي بعض المركبات الفينولية الهامة :

١- حمض السلسليك :

يوجد هذا الحمض في الكرز والفريز وتوت العليق ، أملاحه مخفضة للحرارة .

٢- حمض البنزويك :

يوجد هذا الحمض في التوت البري بنسبة (٠,٠٢ – ٠,٠٦ %) وعنب البقر بنسبة (٠,٠٨ – ٠,٢ %) وهو مرتبط مع سكر الغلوكوز ويعتبر حمض البنزويك مضاد حيوي.

٣- حمض الكافيئيك :

يوجد هذا الحمض في البن مع الكافيئين ويوجد في البطاطا والتفاح متحداً مع حمض الكيونيك أي على صورة حمض الغلوروجنيك.

٤- حمض الكيونيك :

يوجد بكميات كبيرة في التفاح والخوخ والعنب والتوت البري والآس الأسود ويدخل في تركيب المواد التانينية .

٥- حمض الغلوروجينيك :

ويقوم هذا الحمض وخاصة الشكل المؤكسد منه بعمل التوكسينات الفطرية وعند إصابة ثمار الأصناف المقاومة بالأمراض تزداد كمية حمض الغلوروجينيك في الأنسجة المتاخمة لمنطقة دخول المرض وتشكل حاجزاً أو عائقاً كيميائياً في طريق نمو وتطور المرض .

٦- الفلافونوئيدات والأنتوسيانينات .

٧- التانينات Tannins : التانينات عبارة عن مركبات فينولية متعددة ذات وزن جزيئي مرتفع تنتشر في ثمار الفاكهة بشكل أوسع من انتشارها في الخضار وتعطي طعماً تربينياً قابضاً وخاصة في طور اكتمال النمو الأخضر . وتقسم التانينات النباتية إلى قسمين :

١- تانينات قابلة للتحلل (حرة) :

وهي عبارة عن عدد من جزيئات حمض العفصيك ويتكون هذا الحمض من عدد من جزيئات حمض البنزويك وبها مجموعات كربوكسيلية

٢- تانينات غير حرة :

لا يوجد فيها مجموعات كربوكسيلية زائدة مثل التانينات القابلة للتحلك . يكثر وجود التانينات في الثمار غير الناضجة ، وبصفة عامة تقل كمية التانينات الحرة في الثمار مع تقدمها في النضج نتيجة لزيادة قابليتها للذوبان وزيادة تحول التانينات غير الحرة إلى أجسام تانينية صلبة غير قابلة للذوبان بل تتحوصل في الخلايا فلا تتهشم أثناء الأكل ولا تنتشر بالفم ولا تختلط باللعاب وبذلك لا يشعر المستهلك بالطعم القابض عند أكل الثمار ويمكن التخلص من المواد القابضة باستخدام الانضاج الصناعي .

- بعض خواص التانينات :

آ- تتأكسد المواد التاتينية بسهولة تحت تأثير أنزيم البولي فينول أوكسيداز بوجود الهواء وتكون كينونات ومن ثم تتفاعل المركبات الناتجة مع بعضها ومع مواد أخرى مكونة اللون الغامق وهذا ما يفسر اسمرار لب ثمار التفاح والباذنجان وغيرها عند قطعها وتعرضها للهواء .

- للمواد التانينية القدرة على ترسيب البروتينات - تتحد المواد التانينية القابلة للتحلل مع الحديد الثلاثي التكافؤ وتعطي لون أسود مزرق ، بينما تعطي المواد التانينية غير القابلة للتحلل عند اتحادها مع الحديد لون أسود مخضر لذلك يجب استخدام سكاكين مصنوعة من معدن لا يصدأ عند تجزئة العينات وتحضيرها للتحاليل الكيميائية .

أهمية المركبات الفينولية بالنسبة لتخزين الفاكهة والخضار :

- تزداد المواد الفينولية في عيون درنات البطاطا خلال فترة السكون وتعمل على منع تنبيتها قبل الأوان - تلعب المواد الفينولية دوراً وقائياً أو دفاعياً هاماً عند إصابة المحصول المخزن بالأمراض وذلك نتيجة تأكسدها وتحولها إلى مضادات حيوية نشطة تعمل عائقاً كيميائياً في طريق نمو وتطور المرض .

المركبات العطرية (الزيوت الطيارة) :

عبارة عن مجموعة من المركبات (تربينات ، استرات ، كحولات ، الدهيدات ، أحماض عضوية) تعزى إليها رائحة الثمار ونكهتها المميزة وهي قابلة للتطاير نظراً لطبيعة تركيبها الكيميائي . تحتوي ثمار الفاكهة والخضار على كميات قليلة من الزيوت العطرية إلا أن بعض الفاكهة والخضار تكون غنية بهذه الزيوت أكثر من غيرها مثل :

١- **الحمضيات** : من أغنى الفواكه في الزيوت العطرية خاصة في قشور الثمار إذ تحتوي قشور الليمون والبرتقال على حوالي ٢,٥ % وقشور اليوسفي حوالي ١,٥ % . أما لب ثمار الحمضيات فيحتوي على آثار فقط من الزيوت الطيارة . ومن هذه الزيوت الطيارة الموجودة في الحمضيات : الدهيد السترال ، كحول الستراتول ، تربين الليمونين .. الخ .

٢- **التفاحيات واللوزيات والأعناب** : توجد الزيوت العطرية فيها بشكل رئيسي في لب الثمار بنسبة تقل عن ٠,٥ % ومنها استرات الفورميك والخليك والبنزالدهيد وغيرها .

٣- **خضار التوابل** : (بقدونس ، كرفس ، شمرة ، طرخون ، نعناع .. الخ) تعتبر خضار التوابل غنية بالزيوت العطرية حيث تصل النسبة فيها حتى ٠,٥ % ومنها الأبيون في البقدونس والكارفون في الشمرة والمنتول في النعناع .

٤- **الأبصال** : تتركز كمية الزيوت العطرية داخل البصلة حيث تحتوي بداءات البراعم على حوالي ٣٥ ملغ% وتحتوي الحراشف اللحمية المغلقة على حوالي ٢٥ ملغ % أما الحراشف اللحمية المفتوحة على حوالي ٢٠ ملغ % .

والجزء الأساسي من الزيوت العطرية المسؤول عن رائحة البصل والثوم هو مادة الآليسين الناتجة عن تحلل الحمض الأميني المسمى اليئين فتتبخر مادة الآليسين في الهواء (عند قطع البصلة) وتتفكك مكونة الرائحة المميزة للبصل والثوم .

- لا تذوب الزيوت العطرية في الماء لكنها تذوب في المذيبات العضوية كالبنزين والكحول.

- للزيوت العطرية خصائص مضادة للبكتريا وخاصة الزيوت الموجودة في البصل والثوم . وتشير الدراسات والتجارب إلى أن مقاومة البصل لمسببات الأمراض (وخاصة العفن الرمادي) ليست مرتبطة بكمية الزيوت العطرية بقدر ما هي مرتبطة بالتغيرات التي تطرأ على هذه الزيوت والتي من خلال هذه التغيرات تتكون مواد ذات تأثير قاتل للفطريات .

- **العناصر والأملاح المعدنية :**

وهي عبارة عن كمية الرماد المتبقي بعد حرق المادة الغذائية حتى تصبح خالية من الفحم وتحتوي الخضار والفواكه على مواد معدنية كثيرة تتراوح نسبتها بين (٠,٢٥ – ١,٥ %)

توجد العناصر المعدنية في الثمار والخضار على شكل أملاح قابلة للتمثيل الغذائي تكونت من مختلف الأحماض العضوية والمعدنية .

تدخل المواد المعدنية في تركيب المركبات العضوية ذات الوزن الجزيئي العالي على هيئة عناصر معدنية كالمغنزيوم الذي يدخل في تركيب الكلوروفيل والكبريت والفوسفور اللذان يدخلان في تركيب البروتينات وغيرها وبالتالي فهي تلعب دوراً فيزيولوجياً هاماً في نشاط التبادل الخلوي . فالبوتاسيوم يؤثر على قدرة احتفاظ الأنسجة بمائها ويحافظ الصوديوم على التوازن المائي . ويلعب الكالسيوم دوراً هاماً في تحديد مدى صلاحية صلابة الثمار حيث أنه يتحد مع البكتين والأحماض البكتينية مكوناً مركبات غير قابلة للذوبان في الماء مما يحافظ على صلابة الثمار وتعتبر خضار السلطة والسبانخ والكرفس والملفوف والأعناب والفريز وتوت العليق غنية بهذا العنصر . هذا ونجد أن معظم العناصر النادرة تدخل في تركيب الأنزيمات وتنشط تفاعلاتها فمثلاً يدخل النحاس في تركيب أنزيم البولي فينول أكسيداز وأنزيم أكسيداز حمض الاسكوربيك .

.