الفصل الثاني
مراحل نمو الثمار

النمو :-

وهو عبارة عن بداية تكوين الثمرة ثم حدوث تغيرات مورفولوجية وفسيولوجية لتزداد في الحجم و الوزن كى تأخذ شكلها النهائي مع تميزها بخصائصها الخاصة لها .

والثمرة

تمر بمراحل نمو مختلفة ابتداء من بداية تكوينها ثم تزداد في الحجم و الوزن مع حدوث تغيرات فسيولوجية تؤدى في النهاية إلى خصائصها المميزة لها .

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

١- طور إِنقسام الخلايا Cell division

- و هذه المرحلة تأخذ فترة قصيرة جدا" و في هذا الطور يتم تحديد عدد الخلايا النهائي في كل نوع من الثمار طبقا" لتركيبها الوراثي و بانتهاء هذه المرحلة تبدأ المرحلة الثانية

٢- طور تمدد الخلايا Cell expension

تبدأ خلايا الثمرة في التمدد و الإِستطالة تدريجيا" و في هذه المرحلة تأخذ الثمرة شكلها المميز و تتأثر بكثير من العوامل مثل الري و التسميد وكثير من المعاملات الزراعية الأخرى

٣- طور إكتمال النمو Maturity

- وهى المرحلة التي يتم فيها حدوث التغيرات المظهرية والداخلية و التي عندها تكون الثمرة صالحة للجمع و الحصاد و يمكنها بعد ذلك أن تستكمل مكوناتها الداخلية و الوصول إلى المراحل الأخرى كما لو كانت على النبات أما حصاد الثمار قبل هذه المرحلة فتصبح غير صالحة للإستهلاك أيضا" لا تتطور إلى المراحل التالية كما في حالة حصاد الطماطم وهو خير مثال لذلك فى مرحلة النضج الأخضر أو المرحلة التالية لها و أيضا" ثمار الفلفل والكوسة و الخيار وغيرها هى المرحلة الصالحة للأكل .

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

٤- طور النضج Ripening stage

- و هى المرحلة التي تصبح فيها الثمار صالحة للإستهلاك ، فبعد تعدى الثمرة مرحلة إكتمال النمو تدخل في مرحلة النضج بالتدريج و يمكن تقسيم طور النضج إلى عدة مراحل مختلفة واضحة كما في الطماطم .

٥- طور الإنحلال Senescence stage

بنهاية مرحلة النضج تدخل الثمار في حالة غير طبيعية حيث تلين معظم أنواع الثمار و تتوقف العمليات الفسيولوجية داخل الثمرة .

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

التغيرات التي تحدث أثناء نمو الثمار

أولا" : التغيرات الطبيعية :

- ١- **الزيادة في الحجم** :- و ترجع الزيادة في حجم الثمار إلى :
أ - **انقسام الخلايا** : يحدث انقسام لخلايا الثمرة في المراحل الأولى وتكون الخلايا في الحالة المرستيمية و يستمر لفترة تختلف باختلاف الأنواع النباتية و في النهاية يبقى عدد الخلايا ثابت لا يزداد .
- ب- **زيادة حجم الخلايا** : و تبدأ هذه المرحلة عندما تتحول الخلايا المرستيمية إلى البرانشيمية ، و زيادة حجم الخلايا تعتبر مهمة جدا" لزيادة حجم الثمار .
- **و عموما"** يعتبر عدد خلايا الثمار صفة وراثية لا تتغير إلا أن زيادة حجم الخلايا يرتبط ارتباطا" كبيرا" بالظروف البيئية منها :

١ - الري :

و هو أحد أهم العوامل الرئيسية لنجاح الزراعة و إعطاء النباتات حاجاتها المناسبة من المياه يؤدى في النهاية إلى وصول الثمار إلى الحجم المناسب للمحصول و قلة ماء الري تؤدى إلي صغر حجم الثمار أما زيادتها فانها تعمل على سرعة اتساع الخلايا و رقة جدرها و زيادة العصير بها .

- **٢ - التسميد :**

- فهو من العوامل الأساسية في الإنتاج حيث يعمل على
- تنشيط نمو الثمار،
- زيادة حجم الخلايا ،
- ما نقص العناصر الغذائية فانه يؤدى إلي أضرار للنباتات على النمو الخضري و ظهور أمراض فسيولوجية على الثمار كما في حالة نقص الكالسيوم على كل من الطماطم والخس والبطيخ و غيرها .

٣ - درجة الحرارة :

وجد أن عدم ملائمة درجة الحرارة يؤدى إلي صغر حجم الثمار إلا أن نمو الثمار في درجات الحرارة المثلى يؤدى إلى زيادة حجمها.

- **٤- الرطوبة النسبية :**

- زيادة الرطوبة النسبية يعمل على زيادة حجم الثمار حيث أنها تعمل على رقة جلد الثمار و سرعة اتساعها .
- و قد تتأثر الثمار بعديد من العوامل الأخرى مثل الرش بالمبيدات والهرمونات النباتية و غيرها من الظروف التي تتعرض لها النباتات سواء كانت طبيعية أو صناعية بفعل الإنسان .

٢- التغيرات التي تحدث في شكل الثمار

- وهى تغيرات تكون في طول و عرض الثمار :
- بعض الثمار قد يكون شكلها ثابت منذ بداية تكوينها
- قد يتغير من مرحلة لأخرى حتى يأخذ في النهاية الشكل الخاص بالصنف أو المحصول .
- فمثلا" ثمار الطماطم تكون مستديرة و تستمر كذلك أو قد تتغير قليلا" لتأخذ الشكل البلحى .
- ، كما أن درنات البطاطس تكون دائرية في بداية تكوينها و في النهاية تتغير حسب الصنف إما بيضاوية أو دائرية أو غير ذلك. و يتأثر شكل الثمار بالظروف البيئية المحيطة بالنمو ...

- التغير في وزن الثمار:

- يصاحب زيادة عدد الخلايا ------- وحجمها -----وتغير شكلها من مرحلة لأخرى ---------- زيادة في وزن الثمار وهذه الزيادة مستمرة إلي أن تصل للحجم النهائي أو الحصاد في بعض المحاصيل حيث يستمر تخزين و انتقال الكربوهيدرات من الأوراق للثمار ا*** إلا أن وزن الثمرة يتأثر بكثير من العوامل :
- حيث يؤدى قلة الرى و التسميد و عدم ملائمة درجة الحرارة الى انخفاض وزن الثمرة.
- كما أن زيادة عدد الثمار يؤدى الى صغر حجمها ووزنها خاصة إذا صاحب ذلك ضعف النمو الخضري للنباتات
- . و ترجع الزيادة فى الوزن الى زيادة تراكم المواد الصلبة الذائبة والبروتينات و الأملاح و الأحماض العضوية .

٤- التغيرات التى تحدث فى اللون سواء داخلى أو خارجى :

- **وهذه التغيرات**
- يمكن ملاحظتها بالعين حيث يتغير لون الثمرة نتيجة لإختفاء صبغات معينة و ظهور تغيرات أخرى مثل اختفاء الكلوروفيل وظهور صبغات مثل الصبغات الصفراء والحمراء وغيرها حيث تعطى فى النهاية اللون المميز للثمرة . و هذا التغير من دلائل الصلاحية للإستهلاك .
- **وهذا التغيير يتداخل مع التغيرات الأخرى** و ليس عملية قائمة بذاتها.
- **والتغير ينشأ ----** لتغير اللون الأخضر الغامق -----و تحوله الى الفاتح --------ثم الأخضر المصفر------- و فى النهاية يتغير لون الثمرة ------و يزداد تركيز صبغات أخرى مثل -----الزانثوفيل --- و الكاروتين ------ لتكون فى النهاية اللون المميز للثمرة .

العوامل التى تؤثر على اللون :

- **١- درجة الحرارة**

- * التعرض النباتات الى **درجة حرارة منخفضة** أثناء فصل النمو يؤدى الى **قلة اللون النهائى** حيث **تعمل** الحرارة المنخفضة على **قلة نشاط الإنزيمات** التى تؤثر على اللون النهائى
- * كما أن **التفاوت بين حرارة الليل و النهار** يساعد على تشجيع التلوين النهائى
- * العكس من ذلك **التماثل بين حرارة الليل و النهار** يؤدى الى تلون ضعيف .

- **٢- التركيب الكيميائى للثمرة**

- يعتقد أن للتركيب الكيماوى تأثير على التلون النهائى حيث توجد علاقة بين الصبغات و كمية السكر فى الثمار .

٣- نسبة الثمار الى المسطح الورقى

وهذه النسبة لها تأثير واضح على التلون النهائى للثمرة حيث لابد من وجود عدد معين من الأوراق لكى تأخذ الثمرة اللون النهائى لها فاذا زاد أو قل أثر ذلك على اللون النهائى .

- **٤- التسميد**

- و هو من العوامل المهمة للنمو فاذا زاد عن حد معين أثر ذلك على زيادة النمو الخضرى وكان على حساب النمو الثمرى و على ذلك يجب عدم المغالاة فى التسميد حتى لا يؤثر فى النهاية على لون الثمار

- **٥- الضوء**

- و هو أحد العوامل الأساسية لتلون الثمار حيث يؤثر بشدة على بعض الصبغات و بالتالى له علاقة وثيقة بتلون الثمار فاذا انخفضت أو زادت شدة الاضاءة أثر ذلك على التلون النهائى للثمرة .

ثانياً : التغيرات الكيميائية فى الثمار:

- تمر الثمار بسلسلة من
- **التغيرات الكيميائية أثناء النمو والنضج والتخزين** التي تؤدى فى النهاية إلى حدوث تغيرات فى اللون – والطعم - والصلابة - والنكهة وهي صفات متعلقة بالجودة .
- وتزداد سرعة هذة التغيرات
- بزيادة سرعة النمو
- بتقدم مراحل النضج
- ولكي تصل الثمار لأفضل مراحل النضج أو الصلاحية للقطف
- يجب أن تصل الثمار إلى اكتمال التكوين (النمو) على النبات قبل الحصاد
- أما باقى التغيرات التى تؤدى إلى النضج فمن الممكن أن تحدث بعد الحصاد أو أثناء الإنضاج الصناعى لبعض المحاصيل

ليست قاصرة على تلك التي تحدث أثناء النمو واالنضج
وإنما تستمر بعد الحصاد لأن الثمار كائن حى ،
*جزء من هذة التغيرات يؤدى إلى هدم وتحلل المواد المخزونة كتحليل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون لإنتاج الطاقة الضرورية لبقاء الثمار
* وقسم أخر يؤدى عمليات البناء لتكوين مركبات جديدة كتكوين صبغات الكاروتين والزانثوفيل والليكوبين والأنثوسيانين
ومن عمليات البناء الأخرى، تكوين الأحماض النووية مثل (RNA) وتكوين أنزيمات جديدة وبروتينات جديدة تعتبر ضرورية لاستمرار حياة الثمرة بعد الحصاد.

والحقيقة أن علماء فسيولوجيا الثمار اهتموا كثيراً بالتغيرات الكيماوية التى تحدث للثمار بعد الحصاد وذلك لمحاولة السيطرة على هذه التغيرات كى تستطيع الثمرة الاحتفاظ بقيمتها الغذائية والنوعية أطول مدة ممكنة

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

و يهمنا أن نتعرف

على التغيرات الكيميائية فى الثمار كى نستطيع إيقاف أو تقليل عمليات الهدم والتدهور والتلف التى تحدث للثمار بعد الحصاد.

عن طريق التحكم والسيطرة على الظروف المحيطة بالثمار مثل التحكم في نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة وتركيز الغازات المختلفة فى هواء المخزن ووجود الإيثيلين.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

ملخص لأهم التغيرات:

- *تحول النشا إلى سكر.
- *إنخفاض الحموضة نتيجة استهلاك الأحماض العضوية فى التنفس أو تحولها إلى مركبات أخرى
- *كما يقل تركيز المواد الفينولية Phenols
- *وتختفى أو تتحلل المواد المرة أو القابضة أو التانينية Tanins.
- *كما يحدث توازن بين السكريات والأحماض العضوية (أى توازن بين الحلاوة والحموضة). بالأضافة
- *قلة صلابة الثمار أى تزداد طراوتها Fruit softness مع زيادة حلاوة الثمار نتيجة لزيادة السكريات .
- *إنخفاض نسبة النشا فى بعض الثمار نتيجة تحوله إلى مركبات أخرى

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

*ويختفى اللون الأخضر وتظهر الألوان الأخرى نتيجة تحلل صبغة الكلورفيل.

*يحدث ارتفاع مفاجئ فى سرعة التنفس ويسمى هذا الارتفاع بظاهرة الكلايمكتيرك Climacteric rise.

*تتكون بعض المواد المتطايرة Volatiles.

*زيادة تركيز صبغات الكاروتين Carotene والزانثوفيل Xanthophylls. والأنثوسيانين Anthocyanins.

*تزداد نسبة المواد الصلبة الذائبة Total soluble solids .

*يزداد محتوى الثمار من المادة الجافة الكلية total solids.

** ويستدل على نضج الثمار ببعض التغيرات الكيمائية والطبيعية**

- *** ومن أهم هذه الاستدلالات الكيمائية ***
- **ما يلى:** مقاييس كمياوية لنضج الثمار:

* تركيز السكريات أو نسبة السكريات فى الثمار.

* نسبة المواد الصلبة الذائبة TSS%.

* نسبة الحموضة الكلية Total acids % أو حموضة العصير.

* تركيز الكلورفيل Chlorophyll أو الكاروتين Carotene أو الأنثوسيانين anthocyanine فى قشرة الثمار أو فى عصير الثمار.

- نسبة المواد الصلبة الذائبة إلى الحموضة

ويعتبر هذا المقياس أفضل المقاييس لمعرفة درجة النضج فى بعض الثمار مثل الحمضيات. وهناك تغيرات كمياوية كثيرة جداً تحدث فى ثمار الخضر أثناء النمو والنضج وكذلك التخزين

ونورد منها ما يلى:*

* الماء :

- **المواد الكربوهيدارتية :**

* تتكون في النبات بعملية البناء الضوئي وتمثل أكثر من ٧٥% من وزن النبات الجاف ،

* تعتبر مصدر الطاقة لجميع الكائنات الحية .

* هى من أهم المكونات الكيميائية بالحاصلات البستانية بصفة عامة و الخضر بصفة خاصة لأنها المسئولة عن إمداد الخلية بالطاقة

*هى تلي الماء من حيث المحتوى

* توجد الكربوهيدرات بنسب تتراوح من ٢-٤٠ جرام/١٠٠جرام من المنتج ، فهي قد توجد بكميات منخفضة كما في القرعيات أو بكميات عالية نتيجة لتراكم النشا كما في الكسافا .

تخزن الكربوهيدرات

** على شكل نشا أو سكريات أو مشتقاتها ويتحول النشا إلي سكريات بسيطة وأهمها السكروز Sucrose والجلوكوز Glucose و الفراكتوز Fructose. **

** يوجد الجلوكوز و الفراكتوز في جميع المنتجات في مستوى متقارب **

**يعتمد الإنسان على السكر و النشا كمصدر للطاقة في احتياجاته اليومية ويوجد النشا بنسبة عالية في بعض المنتجات كالكسافا و اليام ٢٠جرام /١٠٠جرام **

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

* كما توجد بعض المركبات الكربوهيدراتية المعقدة مثل السليلوز Cellulose والهميسليلوز hemi cellulose والمواد البكتينية Pectic substauces و كذلك اللحينين وهذه المركبات لا تذوب في الماء وتدخل في تكوين جدر الخلايا و عند النضج يتحلل اليكتين الأولى إلي بكتين وأحماض بكتينيه قابلة للذوبان في الماء و تقلل من صلابة الثمار *

وجد أن نسبة الكربوهيدرات فى الثمار تتراوح

- من ٢% من الوزن الغض فى الخيار
- إلى ٤% فى الطماطم
- إلى حوالى ٩.٣% من الوزن الغض فى حالة الجزر.

وتخزن الكربوهيدرات --- على شكل نشا أو سكريات أو مشتقاتها ---- ويتحول النشا إلى ---- سكريات بسيطة أحادية Monosacdarides أثناء النضج للثمار-----
وأهم هذه السكريات هى السكروز والجلوكوز والفركتوز .

*** كما تخزن بعض الثمار أشكال أخرى من الكربوهيدرات كما فى حالة (الثوم) الذى يخزن نسبة عالية من الكربوهيدرات على شكل دكسترين Dextrin وهو من نواتج تحلل النشا

** كذلك توجد بعض السكريات الأحادية والثنائية **بتراكيز قليلة جداً** ومنها الزايلوز (Xylose) والأرابنوز (arabinose) والمانوز (Mannose) والجالاكتوز (Galactose) والمالتوز (Maltose)**

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

التغير في النشا :

- *يتكون النشا من عدد كبير من **جزيئات الجلوكوز** ترتبط مع بعضها **بروابط جليكوسيدية** من نوع ألفا (١ – ٤) فى سلاسل مستقيمة كالأميلوز أو من سلاسل متفرعة من نوع (١ – ٤) و (١ – ٦) مثل الأميلوبكتين والأول قابل للذوبان في الماء أما الثاني فهو قليل الذوبان . أثناء النمو يتراكم النشا ويصل حده الأعلى عند البلوغ ثم يبدأ النشا بالتحلل كلما تقدمت الثمار نحو النضج أو أثناء التخزين إلى جلوكوز ثم يتحول إلى أنواع أخرى من السكريات وقد يختفي النشا تماما في بعض أنواع الثمار خاصة في ثمار الفاكهة .

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

وتوجد عدة أنواع من الأنزيمات تعمل على تحلل النشا إلى سكر منها الآلفاأميليز Alpha amylase والبيتا أميليز Beta amylase وأنزيم أخر من نوع الفوسفوريليز Starch phosphorylase الذى ينشط أثناء النخزين فى درجات الحرارة المنخفضة ويعمل على تحلل النشا إلى السكر ويظهر ذلك واضحاً في البطاطس مما يؤدي لزيادة حلاوة الدرنات فلا تصلح لعمل بطاطس الشيبسى أو لعمل البطاطس المقلية . وذلك لاحتراق السكريات وتحول لونها إلى لون بنى وطعم محروق فيفقد الشيبسى لونه الأبيض الناصع وقد وجد أن البطاطس المخزونة بدرجة حرارة ٤.5°م (٤٠ف) تحتوى على نسبة من السكريات حوالى ٤-٥ أضعاف ما تحتويه البطاطس المخزونة على درجة حرارة 10°م (٥٠ف).

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

ولذا يفضل عند تصنيع البطاطس المخزونة على درجة حرارة منخفضة إجراء عملية التكييف Conditioningالتى تؤدى إلى إعادة تحول السكر إلى نشا ويتم ذلك برفع درجة حرارة المخزن إلى ١٠-١٥مْ لفترة زمنية كافية لإزالة معظم السكر فى الدرنات وتحوله إلى نشا. وعلى العموم فإن العلاقة بين تغيرات النشا فى أغلب الثمار فيما عدا الأصناف النشوية (كدرنات البطاطس وكرومات القلقاس وجذور البطاطا) علاقة عكسية دائماً ما بين تغيرات النشا وتغيرات السكر . ففى الأطوار التى تحتوى فيها الثمرة على نسبة عالية من النشا تقل محتوياتها من السكريات التى تعطى الطعم الحلو . أما فى الأطوار النهائية حيث تبرز حلاوة طعم الثمار فنجد أن زيادة السكريات يكون على حساب نقص كمية النشا

التغير فى السكريات

- * غالباً تنتقل الكربوهيدرات ----- إلى داخل الثمار أثناء نموها ----- على شكل سكريات -- ثم -- يتحول السكر-- إلى نشا--- أو إلى مركبات أخرى حسب نوع المادة التى تخزنها .
- * عند النضج فيتحول النشا ---إلى سكر .
- * عند التخزين نجد أن النشا---- يتحول إلى سكر --- فى درجات حرارة منخفضة كما فى حالة (درنات البطاطس)

- * أيضاً نجد أن السكريات --- تفقد --- أو تقل فى -- الثمار الناضجة---- عند التخزين نتيجة لإستخدامها ----فى التنفس لانتاج الطاقة الضرورية لبقاء الثمار.
-

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

*يزداد فقدان السكريات

وذلك لاستهلاكها**بطريقتين هما**

أولاً : زيادة سرعة التنفس الذى يزيد احتراق السكريات لإنتاج الطاقة

وثانياً : زيادة نشاط الأنزيمات التى تحول السكر إلى نشا بدرجات الحرارة المعتدلة فتقل حلاوة الثمار وتفقد نكهتها.

والسكر السائد فى الثمار بصورة عامة هو -----سكر الفركتوز----- يليه الجلوكوز------- ثم السكروز ----- وتحدث تغيرات متبادلة فى أنواع السكريات أثناء **الإنضاج والتخزين** على الرغم من عدم زيادة السكريات الكلية .

ففى (الشليك) يزداد تركيز الفركتوز على حساب باقى السكريات.

* (البطيخ) فإن نسبة السكروز تزداد مع نقصان السكريات المختزلة عند الإنضاج عند درجة ْ20م وأن معاملة ثمار البطيخ بغاز الأثيلين لغرض الإنضاج يؤدى إلى تحول السكريات المختزلة إلى سكروز.

* (القرع العسلى) يتضاعف تركيز السكريات المختزلة أثناء التخزين مع عدم تغيير السكروز.(whiliag,1970).

*** ويجدر الإشارة إلى أن **(الأنيولين)** --- وهو مركب تجميعى--- لسكر الفركتوز بشكل مشابه **للنشا** ولذلك فرغم أنه يعطى مظهر النشا إلا أنه لا يتجاوب مع اختبار اليود. ويوجد الأنيولين كنشا غالباً فى ثمار (الكاسافا) وتشبه البطاطا، ولهما أهمية كبيرة فى المناطق الإستوائية . كما يوجد فى نورات (الخرشوف) وبعض الخضر الأخرى كمادة نشويه اساسية.

التغير فى الأحماض العضوية

- تخزن ثمار الخضر أنواع عديدة من **الأحماض العضوية** أهمها أحماض دورة كربس (Krebs Cycle) التى تستهلك أثناء التنفس لإنتاج الطاقة. **الأحماض العضوية التى تخزنها الثمار** يحدث فيها تغيير أثناء (النمو والنضج والتخزين)
- *حامض الأوكساليك Oxalic Acid وحامض التاريك Tartaric acid وحامض الماليك Malic acid وحامض الستريك Citric aced وحامض الأيزوسترك Isocitric aced.

*وجود الأحماض العضوية ---------- فى الثمار ----------

- يجعل

---عصير معظم أنواع الثمار حامض.

* ويمكن قياس مجموع الأحماض العضوية فى عصير الثمار بالمعايره مع قاعدة قوية مثل NAOH، فنحصل على تركيز الأحماض الكلية أو مجموع الحموضة القابلة للمعايرة Titratable acidity .

* كذلك يمكن الاستدلال على الحموضة من قياس تركيز أيون الهيدروجين والذى يعبر عنه برقم الحموضة (Ph) .

*وتختلف أنواع وأصناف الثمار فى كمية الأحماض المخزونة فيها أو الحموضة القابلة للمعايرة. فمثلاً يقدر مجموع الأحماض لعصير الطماطم ٤.٥.

ونحصل على الطعم الجيد عندما يحدث توازن بين الأحماض والسكريات ولذلك تعتبر نسبة الأحماض إلى السكريات من أفضل مؤشرات النضج فى ثمار الحمضيات.

يختلف الحامض السائد --- باختلاف الأنواع ففى (الطماطم والبطاطس والشليك) يعتبر **حامض الستريك** هو السائد.

ويعتبر حامض الماليك هو السائد فى ثمار (القرعيات والبامية والبصل) وكذلك بعض الخضراوات الأخرى مثل (الخس والخرشوف والبروكولى والقرنبيط والكرفس والجزر والبقوليات).

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

تركيز الأحماض العضوية لا يكون ثابت بعد الحصاد بل يحدث تغيير مستمر لكمية الأحماض الموجودة فى الثمرة ويكون بصورة مستقلة عن باقى الأحماض.

فنجد مثلاً أن حامض الستريك والماليك فى (الخضر الورقية) يتغيران بصورة مستقلة عن بعضها وأن التغيير فى الأحماض العضوية يعتبر أسرع من التغيير فى أى مركب من المركبات الأخرى فى الثمار.

أن نسبة الأحماض العضوية فى الثمار تكون **عالية أثناء نمو الثمار** وعند وصولها مرحلة البلوغ **ثم تبدأ فى التناقص عند بدء الثمار فى النضج** كى تصبح صالحة للاستهلاك.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

إن درجة حرارة المخزن وطريقة التخزين وتركيز الغازات فى هواء المخزن كلها عوامل تؤثر بصورة مباشرة على التغيير فى تركيز الأحماض العضوية فى الثمار بعد الحصاد. كذلك وجد أن رفع نسبة C02 فى هواء المخزون يوقف تحلل الأحماض العضوية وقد يؤدى إلى زيادة تركيز بعض أنواع الأحماض العضوية.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

التغير فى المواد البكتيينة

- **المواد البكتينية**

عبارة عن مواد غروية ذات وزن جزئى مرتفع وتتكون من وحدات بناء مكونة من حامض الجلاكتيرونيك Galacturonic acid كما تدخل مواد أخرى مثل الجلاكتوز والأرابيوز والزايلوز وغيرها.

* تدخل المادة البكتينية فى تركيب جدار الخلية النباتية ---- وفى تركيب الصفيحة الوسطى Middle lamella التى تتكون من مواد بكتينية فقط ---- وتعتبر كمادة رابطة بين الخلايا. *تدخل المواد البكتينية فى تركيب الجدار الأولى Primary Wall والجدار الثانوى Secandry Wall ويحدث تغيير فى جدران الخلايا و فى الصفيحة الوسطى أثناء نمو ونضج الثمار حيث يزداد تركيز المواد البكتينية غير الذائبة بتقدم النمو وتقل مع تقدم مراحل النضج ويزداد تركيز البكتين الذائب .

***** أهم المركبات البكتينية الموجودة فى جدر الخلايا حامض البكتيك Pectic acid ويوجد فى الصفيحة الوسطى Middle lamella ويذوب حامض البكتيك فى الماء ولكن بعض أملاحه تكون غير قابلة للذوبان فى الماء مثل بكتات الكالسيوم والماغنسيوم. وكذلك يوجد حامض البكتينيك Pectinic acid والبكتينات Pectins والبروتوبكتين Protopectin*****

توجد **علاقة عكسية** بين صلابة الثمار وكمية المواد البكتينية الذائبة فى الماء **فعند نضج الثمار تزداد** نسبة المواد البكتينية الذائبة **وتقل** تبعاً لذلك صلابة الثمار كما فى حالة ثمار (الطماطم) حيث بلغت نسبة الزيادة فى البكتين الذائب إلى الضعف .

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

* من الجدير بالذكر أن **الزيادة** فى تركيز البكتين الذائب توافق الزيادة فى ------ سرعة التنفس ---- أثناء النضج فى الثمار ذات الخواص الكلايمكتيرية ----- مما يشير إلى أن البكتين قد يستهلك لإنتاج الطاقة.

ومن المعروف أن المعاملات التى ------- تؤخر نضج الثمار بعد الحصاد----- **تؤخر** تحلل البكتين الأولى Protopectin مما تساعد ----على الاحتفاظ بصلابة الثمار.

فإزالة غاز الإيثيلين من هواء المخزن أو التخزين فى جو هوائى معدل يؤخر النضج ويؤخر تحلل البكتين.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

التغيير فى البروتينات والأحماض الأمينية

- **البروتينات** ---- هي من أهم----- مكونات بروتوبلازم الخلايا وتكون **جزء بسيط جداً** من محتويات الخلية ----والباقى عبارة عن---- فجوات خازنة للمواد الغذائية ولذلك **فإن الثمار**- --- تكون فقيرة فى محتوياتها من البروتينات .
- * مع هذا فتوجد بعض أنواع الثمار ذات مستوى جيد من البروتينات مثل (البقوليات ١٠.٩% من الوزن الجاف).

* **التغيير الرئيسى** --- فى ----- البروتينيات والأحماض الأمينية يكون على شكل توازن بين النتروجين البروتينى والنتروجين الأمينى ------- أثناء النضج --------- *أى أن الأحماض الأمينية ---- تتحول إلى بروتينات---- وبالعكس

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

وتغير نسبة البروتين فى الثمار مع تطورها---------- أمر يمكن ملاحظته بسهولة،

ففى أطوار الطفولة----- يكون النشاط الحيوى للثمار------ مركزاً فى انقسام الخلايا--- تكون **نسبة البروتينيات عالية** ---- بينما **تقل البروتينيات** فى الثمار ----بعد ذلك نظراً لاتساع الخلايا وزيادة نسبة الماء فى مكونات الثمرة.

* البروتينات لا تدخل ضمن مكونات ----الطعم فى الثمار إلا فى حالات نادرة جداً وعلى الأخص فى الثمار البقولية حيث أنها مهما بلغت نسبتها لا تكون إلا جزءاً محدداً من مكونات الثمار الكيميائية الطازجة.

وتتكون البروتينيات نتيجة للنشاط الحيوى فى النبات حيث تلعب عملية التنفس دوراً كبيراً فى إيجاد الأحماض العضوية التى يتحول بدورها إلى أحماض أمينية التى تنشأ من تجمعها البروتينيات المختلفة.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

التغير فى المواد الدهنية

- وتشمل---- الدهون Fats----- والزيوت والمواد الشحمية Waxes-----وغيرها من الفوسفوليبيد Phospholipids الجلايكوليبيد Glycolipids.
- ***جميع المواد السابقة--- تعتبر قابلة للذوبان فى المذيبات العضوية** ---------وعديمة أو قليلة الذوبان فى ----**الماء** .
- * **تعتبر المواد الدهنية**----- فى الخلية كمواد احتياطية مخزونة ----- - تستخدم لتوليد الطاقة عند الحاجة.

* كذلك تدخل المواد الدهينة فى ---- تركيب بعض أجزاء الخلية ----- مثل الأغشية الخلوية التى تحتوى على نسبة عالية من الفوسفوليبيد Phospholipid

* المواد الشمعية تعتبر من أهم مكونات طبقة الكيوتيكل التى تغطى سطح الثمار وتمنع أو تقلل تبخر الماء الذى يؤدى إلى ذبول الثمار بعد الحصاد.

*تختلف نسبة المواد الدهنية فى الثمار------ حسب الأنواع ---- والأصناف ----ودرجة النضج.

* تعتبر (الخضروات) قليلة ---- في محتواها من المواد الدهنية حيث تبلغ نسبتها أقل من ١% من الوزن الطازج.

* الثمار التى تخزن الدهون تحتوى على إنزيم الليبيز Lipase-- ----الذى يساعد على تحلل الدهون--------- إلى أحماض دهنية وجلسرين.

وهي تتأثر أثناء التخزين فعند تخزين (البطاطس) على درجة ٤.5م (٤٠ف) لمدة طويلة يقل محتواها من الحامض الدهنى اللاينوليك Linoleic ويزداد تركيز الحامض االبالمتيك Palmatic ويزداد أيضاً الأحماض االدهنية متعددة الكاربون في الدرنات مع زيادة فترة التخزين .

التغير فى المواد الفينوليه والتانينية

- **تعتبرالمركبات الفينولية والتانينية-----** من أكثر المركبات الكيماوية الموجودة فى الثمار تعقيداً وتشمل --- الأحماض العضوية العطرية------ وبعض المركبات المسئولة عن اللون ----------والمواد التى تعطى الطعم المميز لبعض الثمار --------والمواد ذات الطعم القابض Astringncy والطعم المر Bitterness.
- * تحتوى الثمار غير الناضجة على نسبة عالية من المواد الفينولية والتانينية---- لذلك تكون غير صالحة للاستهلاك -- ---------- ويقل تركيز المواد الفينولية والتانينية فى الثمار --------كلما تقدمت الثمار ------ نحو النضج ويختلف تركيز المواد الفينولية فى الثمارالناضجة باختلاف الأنواع والأصناف.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

التغير فى الصبغات النباتية.

- * الصبغات النباتية ---- هى المركبات التى تعطى الثمار لونها الطبيعى --- فمنها ذات الون الأخضر---- الذى يكون سببه تغلب صبغات الكلوروفيل Chlorophylls على باقى الصبغات الأخرى .---- ومنها ذات اللون الأصفر --- الذى ينتج عن تغلب صبغات الكاروتين Carotine على باقى الصبغات الأخرى -----ومنها ذات اللون الأحمر الذى نتج عن تغلب صبغات الليكوبين Lycopenes على باقى الصبغات الأخرى -----ومنها ذات اللون الوردى الذى ينتج عن تغلب صبغات الأنثوسيانين Anthocyanine على باقى الصبغات الأخرى.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

ويمكن تقسيم الصبغات الرئيسية التى تعطى اللون للثمار إلى المجاميع التالية:

- أ – صبغات الكلوروفيل chorophylls وتشمل كلورفيل أ و ب.
- ب – صبغات الكاروتينات Carotenoids

  وتشمل صبغة الألفا كاروتين Carotene

  والبيتاكاروتين B-Carotene

  والزانثوفيلات Xanthophylls

  وصبغات الليكوبين Lycopenes وهى مشتقات من صبغة الكاروتين.
- ج – مجموعة الصبغات القابلة للذوبان فى الماء مع المواد الفينولية تعطى الوان معينة للثمار.

صبغات الكلوروفيل Chlorophylls

- صبغة الكلورفيل فى البلاستيدات الخضراء

هى الصبغة الأساسية فى جميع أنواع الثمار . إذ أن الثمار يكون لونها أخضر من بداية نموها ثم تتحول إلى اللون النهائى عند النضج.

- وظيفة صبغات الكلوروفيل من الدرجة الأولى هو التركيب الضوئى .
- وفى معظم الثمار نلاحظ أن صبغة الكلورفيل تتحلل أو تتأكسد كلما تقدمت الثمار نحو النضج.
- ومع اختفاء الكلوروفيل تبدأ الصبغات الأخرى بالظهور فتكتسب الثمار اللون المميز للصنف.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

وقد وجد أن تخزين الثمار فى جو هوائى معدل ترتفع فيه نسبة Co2 يؤدى إلى منع تحلل صبغة الكلورفيل. لأن ارتفاع Co2 يمنع تكوين أنزيم الكلوروفيلز Chloroplyllase.

* تحلل صبغة الكلورفيل وزوال اللون الأخضر ---- يساعد على ظهور الصبغات الأخرى مثل -----الكاروتينات والليكوبين.

*** لذلك نجد أحياناً أن مجرد زوال صبغة الكلورفيل تظهر الصبغات الأخرى المميزة دون حدوث أى زيادة فى صبغات الكاروتين أو الصبغات الأخرى الملونة. أى أن الصبغات الأخرى تكون موجودة بتركيز كافى لكنها تكون محجوبة أو مغمورة (Mashed) بصبغة الكلورفيل الخضراء.**

٢ – صبغات الكاروتين Carotenoids.

* صبغات الكارتينات ---يعود لها السبب فى ------ظهور الألوان الصفراء والبرتقالية فى الثمار---- وهى موجودة فى البلاستيدات الملونة chromoplasts.
* قد تكون مرتبطة مع البروتينات ----- وهى صبغات قابلة للذوبان ----- فى المذيبات العضوية ----التى تذيب الدهن مثل الأسيتون.
* صبغات الكاروتينات يزداد تركيزها فى الثمار عندما تقترب نحو النضج
* تتكون الكاروتينات فى الثمار قبل القطف أو بعد القطف وتزداد تكوينها عند إنضاج الثمار صناعياً باستعمال غاز الأيثيلين.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

- تتكون صبغات الكاروتينات فى الضوء أو فى الظلام لكن الضوء يساعد على سرعة تكوينها.

* الثمار التى تنضج على النباتات تحتوى تركيزاً أكثر من الكاروتين مما هو فى حالة الثمار إلى نضج أثناء التخزين.

* وجد أن تكوين صبغات الكاروتين يتأثر بشدة بدرجات الحرارة قبل أو بعد الحصاد.

- فمثلاً نجد أن الحرارة المثلى لتكوين صبغات الليكوبين فى ثمار (الطماطم) هى ٢٠-25ْم.

- تختلف الثمار فى محتواها من صبغات الكاروتين على حسب موقعها على الشجرة أو النبات ،

- كما أن تركيز الكاروتين فى قشرة الثمرة يختلف عن تركيزه فى لب الثمار

ولصبغات الكاروتينات أهمية غذائية لأنها تعتبر مصدر لتكوين فيتامين A في الثمار .
فمثلاً نجد أن كل جزء من البيتاكاروتين B- Carotane يعطى جزءين من فيتامين A.
كذك تعتبر الكاروتينات عرضه للفقد أو التلف الناتج عن أكسدتها خصوصاً فى الثمار المجففة.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

صبغات الفلافونات Flavonoids

* مجموعة الصبغات النباتية ----- القابلة للذوبان فى الماء--- --- وهى عبارة عن جليكوسيدات ----من نوع خاص تتكون الفلافونات من السكريات المختلفة فى الثمار.
* **والضوء---** يعتبر من أهم العوامل المحددة لتكوين صبغات مثل الأنثوسيانيات فى عدد من الثمار.
* **الدليل** على ذلك أن ---- اللون الأحمر----- يكون فى الأجزاء المعرضة للضوء فقط كما أن ---- صبغات الأنثوسيانينات -- ---لا يزداد تركيزها بعد الحصاد فى بعض أنواع الثمار.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

التغيرفى المواد المتطايرة:

* المواد المتطايرة ------ مجموعة من المواد العضوية ---- لها القابلة على التسامى أو التبخر أو التحول إلى حالة غازية تحت الظروف العادية. *تتطاير هذه المواد من الثمار إلى الهواء فتحفز حاسة الشم لدى الإنسان مما يجعلنا نشعر برائحة الثمار.

* معظم المواد المتطايرة ------ تنتج من مواد عضوية غير مشبعة.

* تتكون المواد المتطايرة أساساً من التربينات Terpenes----- ولكنها تحتوى على مواد أخرى مثل الإيسترات Ester والكحول Alcohols والكيتونات Ketonen وبعض الاحماض العضوية مثل حامض الخليك Acetic asid وحامض البروبيونك Propionic acid وحامض البيوتريك Butyric acid إضافة إلى بعض الاحماض الأمينية خصوصاً الحاوية على الكبريت مثل الحامض الأمينى Altiin الذي يعتبر السبب فى ظهور رائحة البصل والثوم.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

* تزداد سرعة انتاج المواد المتطايرة من الثمار---- كلما اقتربت نحو النضج وتصل سرعة إنتاج المواد المتطايرة ---- ذروتها عند اكتمال نضج الثمار----- ثم يقل إنتاجها تدريجياً عند اقتراب الثمار نحو التدهور أو الشيخوخة.

* إنتاج المواد المتطايرة من الثمار ---- ذو فائدة كبيرة أثناء التسويق لأنها تغرى المستهلك على دفع سعر جيد.

* كما أن المستهلك يعتبر وجود المواد المتطايرة فى الثمار أحد مقاييس الجودة لأنها تعتبر من عوامل النكهة فى الثمار .

** لكن تراكم المواد المتطايرة فى المخزن يعتبر ضار للثمار لأن هذه المواد تتفاعل و تختلط مع بعضها أثناء التخزين وتتحول إلى مواد أخرى ذات روائح غير مرغوبة لذلك، وجب تهوية المخزن للتخلص منها**.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

وقد وجد أن من بين المواد المتطايرة ما هو ضار جداً للثمار مثل الغازات الهايدروكربونية غير المشبعة مثل الأيثيلين والأستيلين والبروبيلين التى تسبب تدهور وتلف الثمار أثناء التخزين.

ومن أهم المركبات المتطايرة التى اكتشفت فى الثمار حديثاً هى بعض الأحماض الدهنية الصغيرة الوزن الجزيئى مثل حامض الفورميك والدباستيل Diactyl والجيرانول Geranol. فبالإضافة إلى دور المواد المتطايرة فى إظهار رائحة الثمار الناضجة فإنها تعتبر أحد مكونات النكهة Flavour فى الثمار .

* **فالنكهة** عبارة عن تفاعل حاستى الذوق والشم ---- وأن المواد المتطايرة تعطى الجزء الخاص بالشم .

* سبب اختلاف روائح ونكهة محاصيل الخضر قد يعود إلى اختلاف نوع المواد المتطايرة السائدة التى ينتجها كل نوع من أنواع الخضر .

-- الخضراوات التابعة (للعائلة الصليبية) Cruciferace مثل الكرنب والقرنبيط والفجل غنية بالمركبات الحاوية على الكبريت مثل المركب أيزوثيوسينيت العضوى Organic Isothiocynates الذى يتحلل معطياً مواد متطايرة تحتوى على الكبريت.

التغيير فى الفيتامينات Vitamins

- تعرف الفيتامينات ----- بأنها مواد عضوية ---- توجد بتراكيز قليلة فى جسم الإنسان ------ وتقوم بوظائف خاصة فى الجسم ----- وتعتبر ضرورية لقيام الجسم بوظائفه بصورة صحيحة .
- * نقص الفيتامينات فى الجسم يؤدى إلى ظهور أعراض نقص أو سوء تغذية.
- **وتعتبر الخضر والفاكهه من أهم المصادر الطبيعية للفيتامينات المختلفة خاصة فيتامين C والذى يكون مصدره من النباتات فقط وليس له مصدر حيوانى. كذلك تعتبر الخضر من المصادر الغنية لفيتامين A مثل (الجزر).**

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

فيتامين A: ويقاس فيتامين A بالوحدات الدولية I.U وأهم مصادر فيتامين A هو البيتاكاروتين B-Carotene وتختلف ثمار الخضر فى محتواها من فيتامين A. لذلك يمكن تقسيمها إلى ثلاثة مجاميع حسب ما تحتويه من فيتامين A.

١ - المحاصيل التى يكون فيها تركيز فيتامين A أكثر من ١٠٠٠٠ وحدة دولية لكل ١٠٠ جرام من الوزن الطازج وأهم هذه المحاصيل (الجزر والبقدونس والسبانخ).

٢ - المحاصيل التى يكون فيها تركيز فيتامين A من ٥٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ وحدة دولية لكل ١٠٠جرام من الوزن الطازج مثل (البطاطا).

٣ - المحاصيل التى يكون فيها تركيز فيتامين A أقل من ٥٠٠٠ وحدة دولية لكل ١٠٠ جم من الوزن الطازج مثل (الطماطم) و (قرع الكوسة).

وتختلف الأنواع والأصناف فى محتواها من فيتامين A وكذلك يختلف تركيز فيتامين A فى الثمار باختلاف مراحل النضج وظروف التخزين

ب – فيتامين (ج) Ascorbic acid

- * يعتبر حامض الأسكوربيك أو فيتامين C-------- من الفيتامينات الضرورية للجسم والتى تكسب الإنسان -------- مقاومة للأمراض -------- وخصوصاً أمراض البرد ومرض الأسكوربوط .
- * كذلك يعتبر من المواد التى تقاوم الأكسدة فى جسم الإنسان ويمنع تلف المركبات الحيوية فى الجسم ويحافظ على الجلد بصورة صحية .
- * يتكون فيتامين C فى الخلية من سكر الجلوكوز --------- ويختلف تركيز فيتامين C فى الثمار ------ باختلاف الأنواع------ والأصناف -------وظروف النمو -------- ومرحلة النضج --------وكيفية التخزين ------ وطريقة الإنضاج الصناعى

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

== فمثلاً فى ثمار (الطماطم) فإن تركيز فيتامين C يتراوح من ١٠ إلى ٣٠ مليجرام /١٠٠جم من الوزن الطازج حسب الصنف ودرجة نضج الثمار .

== كما وجد أن درنات (البطاطس) تفقد معظم محتواها من فيتامين C عند تخزينها على درجات حرارة مرتفعة أو معتدلة (18م). أما الدرنات المخزونة بدرجات حرارة منخفضة (4م) فتحافظ على محتواها من فيتامين ج.

== تركيز فيتامين ج المرتفع فى الثمار يدل على مدى ملائمة ظروف التخزين لتلك الثمار. فإذا كانت الثمار مخزونة فى درجات الحرارة المناسبة أو فى نسبة الغازات المناسبة فإنها ستحافظ على محتواها من فتامين C. أما عند إصابة الثمار بأضرار البرودة Chilling Injuries أثناء التخزين فإن ذلك سيؤدى إلى فقدان فيتامين ج.

== يتأكسد أثناء التخزين أو أثناء استخراج العصير من الثمار فيتحول إلى حامض الديهيدرواسكوربيك بفعل أنزيمات الأوكسيديز Oxidase والفينوليز phenolese والأسكوربيزAscorbase ويحدث هذا التفاعل بسرعة ولمجرد تعرض عصير الثمار للهواء الجوى الحاوى على الأكسجين. لذلك يجب الأخذ فى الاعتبار أخذ الاحتياطات اللازمة عند قياس (فيتامين ج) . لمنع أكسدة حامض الأسكوربيك أثناء تحضير العصير.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

العوامل التى تؤثر على فيتامين ج

١ – الإختلاف في التركيب الوراثى
٢ – الظروف المناخية قبل الحصاد
٣ – العمليات الزراعية
٤ – درجة النضج
٥ – طرق الحصاد
٦ – طرق التداول

- زيادة الكثافة الضوئية طول موسم تؤدى لزيادة فيتامين ج
- زيادة التسميد البوتاسى تؤدى لزيادة فيتامين ج
- قلة معدلات الرى تؤدى لزيادة فيتامين ج
- يقل المحتوى من فيتامين ج مع زيادة التسميد النيتروجينى
- يقل المحتوى من فيتامين ج مع إجراء عملية التبيض
- يقل المحتوى من فيتامين ج مع التظليل
- يزداد محتوى ثمار الفلفل الأحمر عن الأخضر بمقدار ٣٠ % ويرجع ذلك لدرجة النضج.
- يزداد محتوى ثمار الطماطم الخضراء الناضجة بعد معاملتها بالإثيلين مقارنة بالكنترول.
- يزداد محتوى ثمار الطماطم من فيتامين ج بعد المعاملة بكلوريد الكالسيوم.

Said Abdalla Shehata
.Cairo Univ

العوامل التى تساعد على فقد فيتامين ج

١– إرتفاع درجة الحرارة أثتاء التخزين

٢ – ظول مدة التخزين

٣ – التعرض لأضرار البرودة

٤ – الظروف التى تساعد على زيادة فقد الماء من الخضر الورقية

٥ – إنخفاض الرطوبة النسبية أثتاء التخزين

٦ – التعرض للأضرار المكانيكية كالخدوش او الجروح

٧ – عمليات الطبخ تقلل من فيتامين ج

الجرعات المنخفضة من الأشعة (1KGy) أو أقل، لا تؤثر على فيتامين ج فى كل من الخضر والفاكهة. ويمكن تقليل الفقد بعد الحصاد عن طريق التخزين في جو هوائى معدل إلا أن زيادة ك ٢١ تؤدى لزيادة الفقد من فيتامين