المحاضرة الاولى

اهمية الخزن ومقدار الفقد في الحاصلات البستانية

تقدر الخسارة الناتجة عن تلف الفواكه والخضر قبل وصولها الى يد المستهلك بـ 10–25 % بصورة عامة اما في البلدان ذات المناخ الحار فتقدر النسبة بـ 25– 78 % واحيانا تصل الخسارة الى 100 % لبعض الاصناف السريعة التلف مثل الشليك، تكون الخسارة اشد اذا تأخر شحن الحاصل الى المخزن أو السوق وتقدر الخسارة اليومية بـ 3–11 % حسب الانواع عن كل يوم يتأخر فيه شحن الحاصل الى المخزن.

ان الزيادة السريعة في السكان في العالم بصورة عامة (من 4 مليار عام 1978 الى 5.8 مليار عام ٢٠٠٠) وفي الوطن العربي (من 150 مليون عام 1978 الى 300 مليون عام ٢٠٠٠) تتطلب زيادة انتاج الغذاء لاجل اطعام الأفواه الجديدة الوافدة.

الزيادة في الانتاج الزراعي تكون اما بواسطة الزيادة الافقية (بريادة المساحة المزروعة) أو بالزيادة العمودية (بزيادة حاصل الدونم الواحد) . أن الزيادة الافقية محدودة ومكلفة وكذلك الزيادة العمودية بينما يمكن زيادة الحاصل بمقدار 25 – 50 % وذلك بمنع التلف الذي يحصل للفواكه والخضر وتحسين عمليات الجني والتعبئة والشحن والخزن والتسويق. بالاضافة الى امكانية تقليل التلف فان عملية الخزن تساعد على تزويد السوق بالفواكه والخضر الطازجة على مرور السنة.

يقدر انتاج الولايات المتحدة من الفواكه فقط ب ٢٢ مليون طن بينما يقدر انتاج العالم منها هو باكثر من 70 مليون طن عام 1973 كما ينتج العالم اضعاف ذلك من الخضر.

ان علم فسلجة الثمار بعد الحصاد (Postharvest Physiology) بدراسة وتطوير جني وتنظيف وتدريج وتعينه وخزن وشحن هذه الملايين من الاطنان من الفواكه والخضر وجعلها جاهزة للاستهلاك الطازج في مختلف انحاء العالم.

في الماضي كانت عوائد بيع الفواكه والخضر لاتسد اجور الشحن احيانا ، نتيجة التلف فيضطر المزارع الى التقليل أو الامتناع عن زراعتها ، بل يزرع ما يسد حاجة السوق المحلية فقط ، اما الآن فقد قل تلف الفواكه والخضر نتيجة التطور في عمليات العناية والتحرين ومكافحة الامراض

التي تسبب تلف الثمار اثناء الخزن والتسويق. لقد درست ظروف الحزن المناسبة لكل نوع أو صنف من أصناف الفواكه والخضر وكذلك تمت دراسة نوع العبوات المناسب لكل صنف.

ولقد أصبح بالامكان تصدير التفاح والكمثرى والحمضيات عبر القارات الى جميع انحاء العالم مما زاد الحاجة الى شاحنات وبواخر مبردة لهذا الغرض. ان نجاح عملية حزن الفواكه والخضر بطريقة الـ Controlled Atmosphere ساعد على اطالة مدة الحزن الى ١٢ شهر لبعض الفواكه كالتفاح والكمثرى.

يقوم العلماء في هذا الميدان باجراء التجارب والبحوث لخزن الفواكه والخضر اطول مدة ممكنة مع المحافظة على احسن الصفات النوعية بما في ذلك الصفات الكيمياوية والفيزياوية والقيمة الغذائية وتوجد الآن أجهزة دقيقة لقياس ما يحدث بداخل الثمار والمثال على ذلك قياس التراكيز القليلة جدا من غاز الأثلين المتكون بداخل الثمار بفضل اختراع جهاز الـ Chromotography (Gas). أما في مجال العناية بالثمار فقد قطع هذا النوع من التكنولوجي شوطا بعيدا . بحيث أصبح جني معظم الفواكه والخضر ميكانيكيا بالاضافة الى تحسين طرق التعبئة والنقل والتفريغ فأصبح مثلا تفريغ . صناديق التفاح بواسطة عمرها تحت الماء فيتم غسل الثمار ثم نقلها وتدريجها على احزمة متحركة ثم تعبأ في صناديق خاصة للخزن. كذلك تم تطوير العبوات كى تحافظ على الثمار بحالة جيدة اثناء الشحن والخزن. مثلاً ثمار الخوخ والنكتارين توضع في عنوان مصممة على شكل اقداح بداخل الصندوق كما هو الحال تعبئة البيض. كذلك ظهرت مواد كيمياوية جديدة ذات مفعول جيد في مكافحة امراض التعفن في المخازن.

اما في مجال النقل فقد تم تطوير الشاحنات المبردة وعربات السكك المبردة والبواخر المبردة بالاضافة الى استعمال الطائرات في نقل الفواكه والخضر والازهار المقطوفة الى الاسواق النائية بأقل خسارة اثناء النقل . أضف الى ذلك التطور الذي حصل في مجال الخزن المبرد Cold Storage او طرق ازالة حرارة الحقل Cooling Methods قبل الحزن والشحن قد يتساءل البعض لماذا الحزن ومشاكله ولماذا لانكتفي بالتصنيع ومثل هذا السائل كمن يسأل "اذا كانت الاسواق مملوءة بالازهار الصناعية فلماذا تكلف انفسنا عناء زراعة الازهار الطبيعية او شرائها باسعار عالية ؟ ان التصنيع يكون اما باستعمال درجات الحرارة العالية أو بواسطة التجميد وكلا العمليتين تحطم القوام الطبيعي للثمار وتغير أو تزيل نكهتها بالاضافة الى تقليل قيمتها الغذائية وجمال منظرها .

مهما تفننت معامل التعليب في المحافظة على نكهة المعلبات فأن التفاحة الطازجة لن يكون لها بديل . كلما زادت ثقافة الشعوب زاد الوعي الغذائي واصبح لكلمة "طازج" معنى عميق وصدى في النفوس يعني اللذة والصحة والجمال واصبحت كلمة (مُصنع) او صناعي مدعاة للتقزز والاشمئزاز. ان معظم المواد الكيمياوية الحافظة والصبغ التي تضاف الى المعلبات اثبتت التجارب مؤخرا انها تسبب مرض السرطان للمستهلكين بكثرة والمثال على ذلك مادة السكرين التي دام استعمالها عشرات السنين وكذلك بعض الصيغ الحمراء المستعملة لتلوين المعلبات. فقد اثبتت التجارب بصورة قاطعة انها تسبب السرطان للمستهلكين . كما ان السكر الذي يضاف الى محاليل التعليب يسبب السمنة ومن ثم أمراض القلب والشرايين. اصف الى ذلك فقدان القيمة الغذائية نتيجة الطبخ والتقشير كفقدان معظم الفيتامينات مثل فيتاميB,C) اما من ناحية العوائد للمزارعين فهي اكثر لو تم تسويق الفواكه والخضر طازجة مما لو تم تصنيعها ، فقد دلت احصائيات عام 1964 الى 1967 أن 52% من مجموع الخضر المنتجة استعملت لأغراض التصنيع واعطت دخل للمزارع يعادل 29% من مجمن له س، بينما كان 71% من دخل المزارعين هو من الـ 48% الباقية التي تم بيعها طازجة.

اهداف الخزن المبرد

أ . **الأهداف السياسية :**

من الضروري أن يكون لدى اي بلد مستقل محزون كافي من الغذاء كي يستطيع المحافظة على استقلاله. لان الدول الاستعمارية ستجعل البلد عرضة للابتزار فلا يستطيع اتخاذ قرار سياسي مستقل اذا كان يعتمد في غذائه اليومي على الدول الاستعمارية. أي أن الخزن المبرد يمكن ان يوفر احتياطي محزون من الغداء الطازج لعدة أشهر لحين ايجاد البديل في حالة حدوث أزمة سياسية او تدخل استعماري او حدوث حرب. وحتى الدول التي تستورد معظم غذائها يجب ان يتوفر لديها مخزون من الغذاء يكفي لعدة أشهر ولحين ايجاد مصدر بديل الاستيراد تجنبا للضغوط السياسية عن طريق التحكم بمصادر الغذاء.

ومن الأهداف السياسية الأخرى هو السعي الى تحقيق التكامل الاقتصادي العربي أو القومي. وذلك لأن العراق يعتبر من اهم البلدان العربية المنتجة الغذاء ويمكن ان يكفي حاجة الاقطار العربية في اسيا اذا استطاع استغلال الأرض الزراعية والمياه لزيادة انتاج الغذاء وذلك بتطبيق الثورة الزراعية

الخضراء على أن يرافق ذلك شحن وخزن مبرد متكامل. لقد سعت القيادة السياسية إلى تحقيق هذا الهدف بانشاء اعداد كثيرة من المخازن المبردة والمجمدة في مختلف انحاء العراق ذات طاقة خزنية عالية إضافة إلى تعبيد شبكات من الطرق الحديثة المرض المرور السريع الربط العراق بالاقطار العربية المجاورة.

ب . الاهداف الاقتصادية ومنها ما يلي :

1. تنظيم تسويق المحاصيل والتغلب على التباين في الاسعار ومنع تكدس المحصول في السوق خلال موسم انتاجه .
2. اطالة فترة ظهور المحصول في السوق بالتحزين لمدة طويلة وفي ظروف حزن جيدة مثل خزن التفاح لمدة 12 شهر .
3. تخزين التقاوي لحين الزراعة مثل تخزين تقاوي البصل والثوم والبطاطة.
4. تسهيل عملية الشحن واطالة مدة الشحن باستعمال شاحنات مبردة او بواخر مبردة .

فوائد الخزن بالتبريد ومنها ما يلي :

1 – تقليل انتشار الاحياء المجهرية المسببة للامراض نتيجة الحرارة المنخفضة .

2– تقليل او منع فقدان الرطوبة أو فقدان الوزن بعد الحصاد .

3– تقليل عملية التنفس وتقليل الحرارة الحيوية الناتجة من المحصول اثناء الحزن .

4 . منع التزريع او الانيات اثناء الخزن .

5– منع النمو او الاستطالة اثناء الحزن.

6 . مع الاخضرار كما في حالة البطاطة والجزر.

7– منع استجابة المحاصيل للجاذبية الأرضية والجاذبية الضوئية.

فقدان الحاصل بعد الحصاد في البلدان النامية

يتراوح مقدار الفقد في الخضر بين 25– 75 % في البلدان النامية وخاصة المناطق الحارة . ويكون التلف نتيجة التفسخ. الفقد في الوزن . الضرر الميكانيكي . تدهور القيمة النوعية والغذائية او عبور مرحلة النضج النهائية ،ان فقدان الحاصل يقلل من وصوله الى يد المستهلك ويزيد من اسعار المتبقي منه لذلك وجب تقليل الفقد في الحاصل بعد الحصاد .

المحاضرة الثانية

مراحل نمو ونضج الثمار

تبدأ حياة الثمرة بعد حدوث الاخصاب أو بعد العقد في حالة الثمار التي تنمو بدون تلقيح أو اخصاب. من الضروري دراسة مراحل نمو ونضج الثمار لتحديد مواعيد البلوغ والنضج او موعد القطف المناسب للخزن الطويل أو موعد القطف المناسب لشحن الثمار الى اسواق بعيدة أو موعد القطف المناسب للتسويق المباشر أو موعد القطف المناسب للتصنيع. كذلك نجد ان ثمار انواع عديدة من الخضر تقطف في مراحل مبكرة من النمو وقبل وصول مرحلة البلوغ مثل ثمار البامية والخيار. ان فهم مراحل النمو والنضج يساعدنا على التحكم بمواعيد القطف وسرعة نمو ونضج الثمار باستعمال الهورمونات النباتية أو منظمات النمو وسيتضمن هذا الفصل مناقشة لدور الهورمونات النباتية ومنظمات النمو في نمو ونضج الثمار.

1 . تكوين الازهار

ان مرحلة تكوين الازهار وتفتحها تعتبر من المراحل الحدية في حياة الثمرة. معظم النمو خلال فترة التزهير يكون نتيجة انقسام الخلايا وخلال هذه الفترة يحدث التلقيح **Pollination** الذي يتوقف نمو الثمرة عند عدم حدوثه. ان سبب توقف نمو الثمرة غير معروف تماما ولكن يظهر ان مستوى الهورمونات في المبايض يقل الى الحد الادنى في هذه المرحلة. فقد وجد أن تركيز الجبرلينات Gibberellins والاوكسينات Auxins يقل الى الحد الادنى اثناء عملية تفتح ازهار العنب. وان لم يحدث التلقيح خلال هذه الفترة فان الغذاء ينقطع عن الازهار وتساقط. كما لوحظ تكوين طبقة عازلة **Abscission Layer** في محل اتصال ازهار التفاح والطماطة والعنب الغير الملقحة بالنبات. من ذلك يمكن الاستدلال على ان عملية التلقيح قد يكون لها تأثيران مهمان هما منع تساقط الازهار وتشجيع نمو المبيض. كما وجد انه بالامكان منع تساقط الازهار باستعمال الاوكسينات. كذلك لوحظ ان انسجة الثمار الصغيرة الساقطة قد توقفت عن النمو لانها تعاني من نقص شديد في المواد الغنائية. وفي حالات أخرى نجد ان الازهار التي لم يتم تلقيحها تبقى متصلة بالنبات ولا تتساقط لانها تعاني من نقص شديد في المواد الغذائية لذا فان اتصالها بالنبات يعتبر غير كاف لبقائها مستمرة على النمو. فمثلا نجد أن الازهار الغير الملقحة في الشليك لاتتساقط لكنها تتوقف عن النمو وتنكمش مما يدل

على ان الازهار الغير الملقحة ليست لها القابلية على استهلاك المواد الغذائية. ومما يدعم هذه الحقيقة هي المحاولة التي أجريت لانماء هذه المبايض في وسط غذائي في المختبر. حيث تبين ان المبايض الملقحة تمكنت من النمو في وسط غذائي بسيط يحتوي على العناصر المعدنية والسكريات بينما لم تتمكن المبايض الغير الملقحة لنفس الصنف من النمو تحت نفس الظروف على الرغم من بقائها خضراء لعدة ايام .

نستنتج من ذلك أن الازهار الصغيرة الغير الملقحة تنقصها بعض الهورمونات. ويكون التلقيح ضروريا لاضافة هذه الهورمونات أو لتشجيع نسيج المبيض على تكوينها.

2- الاخصاب . Fertilization

ان عمر الثمرة يبدأ بعد التلقيح وقد يحدث الاخصاب او قد لا يحدث وان الاخصاب يساعد على استمرار العمليات الناتجة من التلقيح ويعود ذلك إلى نمو انبوب اللقاح اضافة الى اندماج احدى النواتين الذكريتين مع النواة الانثوية في البويضة Syngamy واندماج النواة الثانية مع النواتين القطبيتين Triple Fusion . لقد وجد أن التلقيح بحبوب لقاح ميتة أو مطحونة حتى اذا لم تكن من نفس الصنف قد سبب عقد ثمار العنب وبعض اصناف القرعيات. كذلك فان رش الازهار بمستخلص حبوب اللقاح سبب عقدها مما يدل على ان حبوب اللقاح تساهم في تجهيز مبايض الازهار بمواد كيمياوية تساعد على العقد والنمو. ان هذه المواد لاتكون عادة مختصة بصنف واحد لأنه وجد أن مستخلص حبوب اللقاح لصنف معين سببت نمو مبايض اصناف أخرى ، وقد وجد أن مستخلص حبوب اللقاح يحتوي على مجموعة من الهورمونات منها الأوكسينات والجبرلينات، ان مقدار الهورمونات التي تضيفها حبوب اللقاح الى المبايض تعتبر قليلة جدا بالنسبة لعمليات النمو الناتجة عن التلقيح والاخصاب لكنه وجد ان انسجة البيض ونتيجة للتلقيح تقوم بانتاج كميات كبيرة من الهورمونات بسبب انقسام الخلايا وزيادة حجمها.

3- عقد الثمار

قد يحدث العقد بدون اخصاب وتسمى هذه الحالة بالعقد البكريParthenocarpy وهناك تغيرات كثيرة تحدث في الازهار بعد التلقيح منها تساقط البتلات ونمو المبيض. كما يؤدي التلقيح الى منع تكوين طبقة السقوط Abscission Zone التي تفصل بين حامل الثمرة او ساقها ومنطقة

اتصاله بالغص وبذلك يتم تثبيت الثمار على الاشجار وتسمى العملية بعملية عقد الثمار Fruit Set . تحتاج الثمار في عقدها ونموها الى منشط هورموني وتقوم مجاميع عديدة من الهورمونات بادوار اساسية في عقد ونمو الثمار. ويتم تجهيز قسم من هذه الهورمونات عن طريق حبوب اللقاح التي تساهم ايضا بدور مهم في معدل نمو المبيض. اضافة الى تشجيعها للمبيض نفسه على انتاج الهورمونات التي تساعد على نمو الثمار. ومن هذه الهورمونات مجموعة الاوكسينات والسايتوكاينينات والجبرلينات

4 . نمو الثمار Fruit Growth

بعد عملية الاخصاب تتكون اجنة البذور التي تقوم بدورها بتنظيم نمو الثمار الصغيرة فيما بعد . ومن الادلة على ذلك سقوط الثمار الصغيرة على الرغم من تلقيح الازهار وذلك لعدم حدوث عملية الاخصاب او قد يحدث التساقط نتيجة موت الجنين وعدم تكوين البذور. مما يدل على ان البذرة النامية تعتبر من العوامل المنظمة أو السيطرة على نمو الثمرة . أن هذه الفكرة تؤكدها نتائج بحوث السبعين عاما الماضية التي يمكن تلخيص نتائجها بالنقاط التالية :-

أ- اذا لم تتكون بعض البذور في الثمرة او عند موت بعض البذور نتيجة اجهاض اجنتها نجد أن جزء الثمرة المقابل للبذرة المليئة يتوقف عن النمو بينما يثمر الجزء المقابل للبذرة الحية فيتكون اخدود في الثمرة وتسمى في هذه الحالة Lopsided Fruit كما هو الحال في الثمار التفاحية والشليك.

ب - ان الوزن أو الحجم النهائيين للثمرة يتوقف على او يتناسب مع عدد البذور الموجودة أو المتكونة فيها كما هو الحال في الشليك والتفاح وبعض اصناف العنب.

ج - تعتبر البذرة مصدرا غنيا للهرمونات وأن مستخلص البذور الغير البالغة يمكن ان يسبب عقد الثمار بدون تلقيح. وجد جد أن البذور النامية تحتوي على كميات من الهورمونات اكثر بكثير من انسجة الثمرة المجاورة لها كما هو الحال في القرع والطماطة والشليك والفاصوليا والبزاليا. كما ان الثمار البذرية تحتوي على تراكيز عالية من الهورمونات مقارنة بالثمار العديمة البذور. كذلك امكن عقد ازهار الطماطة والفلفل بمعاملتها بمستخلص بذور الذرة الحلوة الغير بالغة. ان مفعول مستخلص البذور الغير بالغة يشابه مفعول مستخلص حبوب اللقاح من حيث كون تأثيره عاما ولا يقتصر على صنف معين.

ان سبب تشجيع نمو الثمرة والناتج عن وجود البذور يعود الى الهورمونات التي تنتجها هذه البذور. ومما يدعم هذه الحقيقة وجود تراكيز عالية للهورمونات فيها. كذلك فانه يمكن الاستعاضة عن وجود البذور باستعمال الهورمونات التي تشجع نمو الثمرة ،ان المدة او الفترة التي يعتمد فيها نمو الثمرة على وجود البذور يختلف باختلاف الاصناف. ففي الشليك مثلا وجد ان ازالة البذور قبل اكتمال نمو التخت بمدة عشرة ايام سبب توقف نمو الثمار تماما ، بينما وجد ان موت جنين بذور الخوخ نتيجة الانجماد وبعد ستة عشر يوما من تفتح الازهار لم يؤثر على نمو الثمار التي كانت نامية بصورة طبيعية.

مما سبق نستنتج بان البذرة تسيطر على نمو الثمرة بواسطة افراز هورمونات النمو التي تنتجها اثناء نموها. ان ثمار بعض الاصناف تنمو وتنضج بدون حاجة الى الاخصاب كما الحال في العقد البكري Parthenocarpy ومن الأمثلة على ذلك برتقال الفلنشيا Valencia وبعض اصناف الخيار والتين والعنب والموز وغيرها وهذه الاصناف ذات قابلية على العقد البكري وراثيا. كذلك فأن الظروف البيئية قد تكون سببا في العقد البكري كدرجات الحرارة المنخفضة والانجماد الذي يؤدي الى العقد البكري في الكمثرى وكذلك درجات الحرارة المنخفضة التي تسبب العقد البكري في الباذنجان والقرع والخيار والطماطة ،كذلك فأن معاملة الازهار بالاوكسينات الصناعية تسبب عقد الثمار بكريا وقد أمكن استعمال الجبرلينات والسايتوكاينينات في احداث العقد البكري أيضا .

لا يمكن اعتبار جميع الثمار العديمة البذور عذرية. حيث ان قسماً من الثمار يحدث فيها الاخصاب وينمو الجنين والبذرة فيها لمدة معينة مما يؤدي إلى نمو الثمرة. وقد يحصل بعد ذلك اجهاض وتحلل للجنين فتتكون ثمرة عديمة البذور ولكنها ناتجة أساساً عن الاخصاب.

مراحل نمو الثمار

تتكون الثمرة نتيجة النمو السريع للمبيض ويكون النمو نتيجة انقسام الخلايا وزيادة حجمها.

وتختلف مرحلة انقسام الخلايا Cell Division من نوع إلى آخر. فبينما تكون من 5 – 8 ايام في قرع الكوسة تصل الى 3 – 4 اسابيع في التفاح والاجاص والخوخ و 6 – 8 اسابيع في الكمثرى و 4 – 9 اسابيع في البرتقال وفي التمر تستمر مرحلة انقسام الخلايا 60 يوما في حين تستمر هذه المرحلة في الافوكادو Avocado حتى نضج الثمار .

أما مرحلة الزيادة في حجم الخلايا Cell Enlargment فأنها تلي مرحلة الانقسام أو تكون في آن واحد معها حيث تجري عملية انقسام الخلايا وزيادة حجمها في نفس الفترة من عمر الثمرة. ان النمو يكون سريعا في مرحلة الزيادة في حجم الخلايا وفيها تنتقل المواد الغذائية من مصدر تكوينها Source في الاوراق الى الثمار. وتستمر مرحلة الزيادة في حجم الخلايا الى حين اكتمال حجم الثمار أو اكتمال النمو. ويتوقف الحجم النهائي لثمار بعض الانواع على عدد الخلايا الناتجة من الانقسام كما هو الحال في الكرز في حين يتوقف الحجم النهائي للثمرة في انواع اخرى على حجم الخلايا كما هو الحال في التفاح. ان العلاقة بين سرعة نمو الثمرة وعمرها يكون على شكل خط بياني يمثل منحني نمو الثمرة. وتنقسم الثمار الى مجموعتين حسب نوع او شكل منحني نمو الثمرة.

أ . المجموعة الاولى من الثمار

ويكون فيها منحنى النمو ذو دورة واحدة على شكل حرف S ويسمى Sigmoid Curve او يسمى S-Shaped Curve احياناً. وهذه المجموعة تشمل الثمار التفاحية والحمضيات والتمر والاناناس والطماطة والبزاليا وثمار العائلة الفرعية ومعظم ثمار الخضراوات عدا الشليك.

ويتميز منحني النمو في هذه المجموعة بوجود ثلاثة مراحل هي مرحلة انقسام الخلايا ومرحلة الزيادة في حجم الخلايا ثم مرحلة البلوغ وفيما يلي شرح لكل مرحلة من هذه المراحل:

1 . المرحلة الاولى : – Stage I

ويكون النمو فيها بطيئاً نسبيا وناتجا عن انقسام الخلايا. وقد تستمر هذه الفترة من 3 – 4 اسابيع بالنسبة للتفاح ومن 6 – 8 أسابيع في الكمثرى

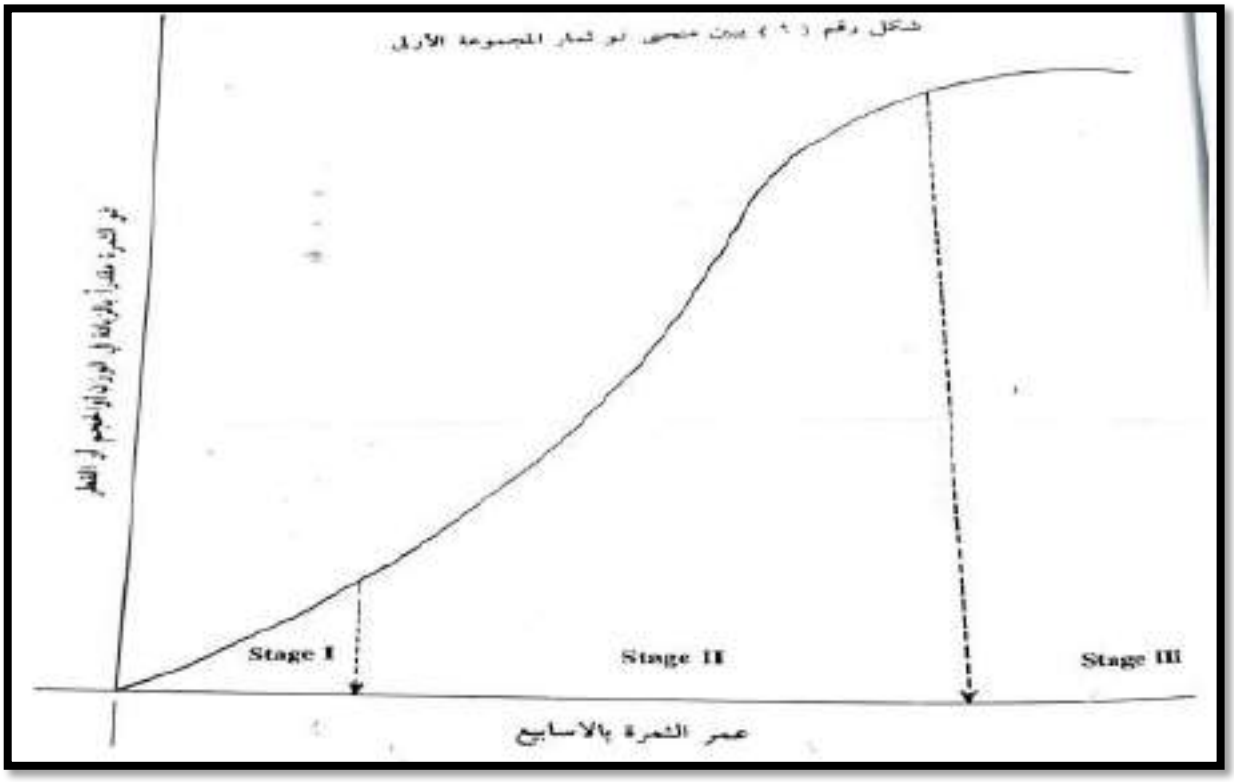
2 . المرحلة الثانية : – Stage II

وتسمى هذه المرحلة بمرحلة النمو السريع ويكون معظم النمو في هذه المرحلة ناتجاً عن الزيادة في حجم الخلايا الا ان انقسام الخلايا قد يستمر في بعض الانواع مثل التمر والبرتقال والافوكادو. وتستمر هذه المرحلة لحين اكتمال حجم الثمار.

3 . المرحلة الثالثة : – Stage III

وهي مرحلة البلوغ أو اكتمال النمر والتي يتوقف النمو في نهايتها وتعتبر هذه المرحلة مرحلة البلوغ **Maturation** وهي المرحلة التي يكتمل فيها حجم الثمار مع حدوث تغييرات كيمياوية وفلسجية فيها. اضافة إلى تكوين طبقة شمعية على بشرة الثمرة في بعض الانواع او تتكون طبقة

فلينية على بشرة الثمرة في انواع أخرى. ويختلف الوقت اللازم لوصول الثمار إلى طور البلوغ او اكتمال النمو حسب الانواع كما يعتمد ذلك على درجة الحرارة ومدة الاضاءة وغيرها من العوامل الوراثية والبيئية.



المحاضرة الثالثة

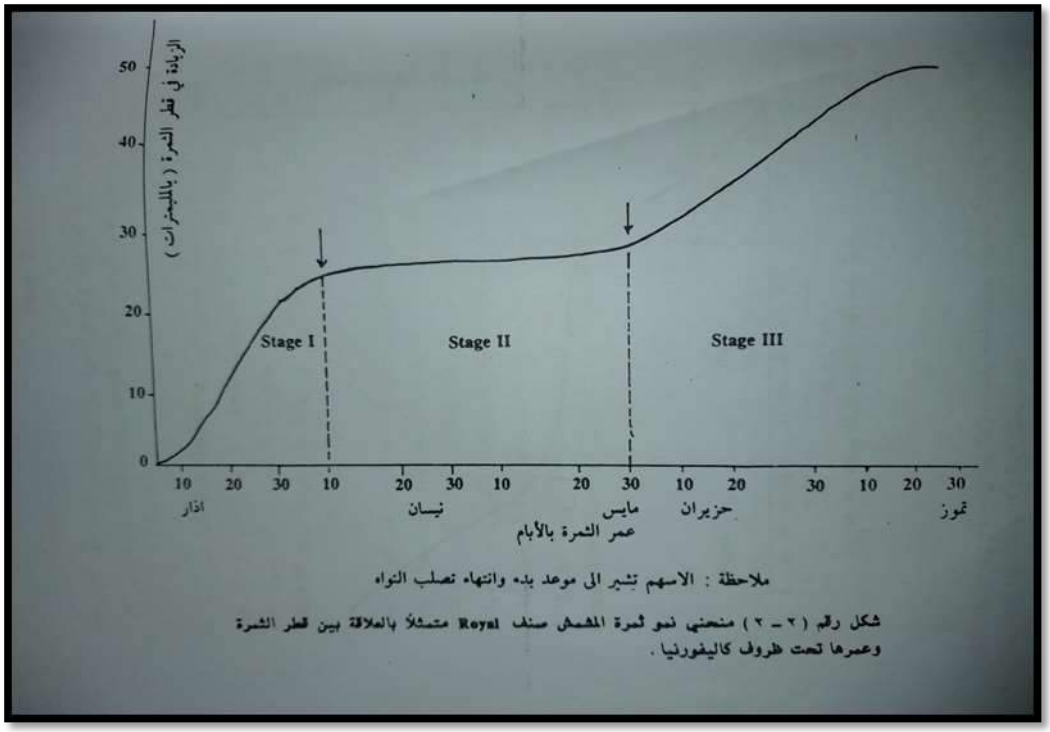
ب ـ المجموعة الثانية من الثمار

ويعتبر منحني النمو في هذه المجموعة و دورتين Double Sigmoid وتشمل هذه المجموعة الثمار اللوزية مثل الشمش والخوخ والاجاص والكرز عدا اللوز وكذلك تضم هذه المجموعة التين والزيتون والعنب والشليك والتكي.

ان منحني النمو الناتج عن العلاقة بين مقدار الزيادة في وزن او حجم او قطر الثمرة وعمرها أو موسم النمو يكون ذو دورتين اما منحني النمو الناتج عن الزيادة في الوزن الجاف الثمرة خلال فترة النمو فيكون دو دورة واحدة Single Sigmoid ، يمتاز منحني النمو في هذه المجموعة بأنه يتكون من اربعة مراحل مختلفة من النمو تشمل فترتين من النمو السريع مفصولة بفترة من النمو البطيىء أو عدم النمو. بالاضافة الى مرحلة البلوغ **Maturation** التي تتشابه تماما مع مرحلة البلوغ لثمار المجموعة الاولى لتأخذ مراحل نمو ثمرة المشمش او الخوخ كمثال الراحل نمو ثمار المجموعة الثانية. ويوضح الشكل منحنى نمو ثمرة المشمش على اساس العلاقة بين قطر الثمرة وعمرها وشكل العلاقة بين الوزن الطري لثمرة الشمش وعمرها كمثال على ثمار المجموعة الثانية.

1 - المرحلة الاولى Stage I

تتميز هذه المرحلة بالنمو السريع نسبيا وزيادة حجم الثمرة ووزنها. ويكون النمو في هذه المرحلة ناتجا بالدرجة الاولى عن القسام الخلايا وزيادة عددها. وتستمر فترة انقسام الخلايا ثلاثين يوما بعد اكتمال تفتح الازهار تعقبها فترة الزيادة في حجم الخلايا وفي هذه المرحلة تصل النواة (Pit of Endocarp) الى الحجم الكامل وتكون الزيادة في وزن وحجم الثمار ناتجة عن نمو النواة ونمو لحم الثمرة Mesocarp . يمكن الاستدلال على نهاية هذه المرحلة من بدء تصلب النواة في الطرف الزهري. ويمكن فحص بدء تصلب النواة عند محاولة قطعها من الطرف الزهري باستعمال شفرة الحلاقة. ويتم ذلك بقطع شرائح خفيفة الزهري للثمرة الى ان تصطدم شفرة الحلاقة بطرف النواة حيث يكون قطع النواة صعبا اذا تصلبت وسهلا اذا لم تتصلب بعد. كما اوضح ذلك الباحث Westwood (1978) في نهاية هذه المرحلة تبدأ الاندوسبرم بالنمو.



ملاحظة : الاسهم تشير الى موعد بدء وانتهاء تصلب النواة

شكل رقم (٣ ـ ٢) منحني نمو ثمرة المشمش صنف Royal متمثلاً بالعلاقة بين قطر الثمرة وعمرها تحت ظروف كاليفورنيا .

2 ـ المرحلة الثانية ، - State II

وفيها تتوقف الزيادة في وزن وحجم الثمرة ويصبح منحني النمو على شكل خط مستقيم تقريبا وتسمى هذه المرحلة احياناً Plateau Period . او تسمى أحيانا بمرحلة الخمول النسبي.

تتميز هذه المرحلة باكتمال تصلب النواة **Pith Hardening** كما تتميز بسرعة تكوين الجنين **Embryo** والاندوميرم **Endosperm** . في نهاية هذه المرحلة يصل الجنين الى الحجم النهائي مستهلكا جميع محتويات الاندوسيرم. أما النواة **Pit** فيتحول لونها إلى الاصفر الغامق أو البني في نهاية هذه المرحلة (West Wood, 1978).

ان سبب عدم الزيادة في حجم او وزن الثمرة في هذه المرحلة غير معروف تماما وربما يرجع هذا الى نمو الجنين والاندوميرم بسرعة مما يؤدي الى استهلاك جميع الغذاء الوارد الى الثمرة من الاوراق او بقية أجزاء النبات. أو قد يكون ذلك نتيجة لنقص الأوكسينات في هذه المرحلة (West Wood، 1978) والتي يسبب نقصها قلة النمو أو انعدامه. ومما يؤيد هذه النظرية هو امكانية تقصير هذه الفترة وزيادة نمو الثمرة باستعمال بعض الأوكسينات مثل الاوكسجينTrichloro phenoxy acetic acid (2,4,5-T) في حالة الخوخ والمشمش (Crane، 1969) كما في شكل رقم (٣ - ٤).

3 ـ المرحلة الثالثة Stage III

وتسمى هذه المرحلة كذلك Final Swell .تتميز هذه المرحلة بسرعة الزيادة في حجم ووزن وقطر الثمرة. ويكون النمو في هذه المرحلة ناتجا عن الزيادة في حجم الخلايا بالدرجة الأولى. فمثلا نجد ان قطر الخلايا يزداد بمقدار 50 % وفي نفس الوقت يزداد وزن وحجم الثمرة بمقدار 85 % خلال هذه المرحلة. ولذا تسمى عنه المرحلة بمرحلة النمو السريع.

4 - المرحلة الرابعة Stage IV

وهي مرحلة اكتمال النمو أو البلوغ وفيها يتوقف نمو الثمرة وتبدأ بالبلوغ الفسلجي **Maturation** نتيجة حدوث تغيرات كيمياوية وفلسجية. في صلابة أو طراوة الثمار. وعموما يمكن تقدير النضج بثلاثة مقاييس حسية هي اللون والطعم والطراوة ويرافق عملية النضج كذلك زيادة في سرعة التنفس في الاصناف ذات الخواص الكلايمكتيرية **Climacteric Fruits**.

يلى فترة النضج حدوث عملية التدهور أو الشيخوخة **Senescence** التي تؤدي الى موت انسجة الثمرة اثناء عملية التدهور تقل حيوية الخلايا بالتدريج ويتم استهلاك الطاقة المخزونة في الخلايا ويضمحل النشاط الانزيمي وتفقد الثمار قيمتها الغذائية وتصبح غير صالحة للاستهلاك.

تصل الثمار الى مرحلة النضج بعد مرورها بسلسلة من التغيرات في اللون والطعم والنكهة والرائحة وتقل صلابة الثمار وتصبح صالحة للاكل. قد يحدث النضج على الاشجار او على النبات أو بعد القطف. الا ان بعض انواع الثمار لا يبدأ نضجها الا بعد القطف كما هو الحال في الافوكادو Avocado بينما يسرع القطف في نضج ثمار التفاح والكمثرى والموز.

ب - النضج الفسلجي او البلوغ Maturation or Maturity

هي مرحلة خاصة في حياة الثمرة تصل فيها الى عمر فسلجي ويكون بعد بلوغ الثمرة الى الحجم المميز للصنف أو مرحلة اكتمال النمو في الحجم. وقبل بدأ النضج **Ripening** أو يمكن تعريف النضج الفسلجي بأنه التغيير الاساسي في طبيعة التمثيل الغذائي Metabolism ووظائف الانسجة النباتية . بحيث يصبح منتظم وتصبح الثمار مستعدة للنضج Ripening.

ان العامل المحدد لدرجة النضج الفسلجي هو التعادل بين درجة اكتمال نمو الثمار بحيث تكون ذات صفات نوعية جيدة وتبقى الثمار ذات قابلية على الخزن لمدة طويلة (1975 Pantastico) وهي المرحلة التي تكتمل فيها التغيرات الفسلجية المميزة للصنف. كلما اقتربت الثمار من النضج كلما تحسنت صفاتها النوعية وقلت قابليتها الخزنية.

ويستدل على النضج الفسلجي من قياس تنفس الثمار او من قياس العمليات الفسلجية الاخرى. اذا قطفت الثمار بعد اكتمال النضج الفسلجي فيمكنها ان تستمر بالنضج حتى تصل مرحلة النضج بدون نقص ملحوظ في صفاتها الثمرية من حيث الجودة والطعم.

يجب عدم قطف ثمار الفاكهة قبل اكتمال نموها (Immature) او قبل وصولها الى مرحلة النضج الفسلجي لانها لا تصل الى مرحلة النضج الا بعد مرور مرحلة الفسلجي على النبات. كما يجب عدم قطف الثمار الا بعد تكامل جميع العوامل المكونة للجودة بصورة نهائية. كذلك يجب ان لا تبقى الثمار على الاشجار او على النبات مدة أطول مما هو مناسب لان بقاء الثمار مدة طويلة على الاشجار يؤدي الى تقليل القابلية الخزنية ويجعل عمرها اثناء الخزن قصيراً.

ج - النضج البستاني Horticultural Maturation

هي المرحلة التي تكون فيها الثمار صالحة للاستعمال او الاكل عند القطف. وقد يحدث النضج الفسلجي والبستاني والنضج النهائي في نفس الوقت وفي هذه الحالة يقع ضمن تعريف النضج النهائي Ripening او قد يحدث النضج الفسلجي والنضج البستاني معا كما هو الحال في الثمار التي لا تخزن النشا مثل الحمضيات. اما الثمار التي تخزن النشا مثل التفاح فتنضج فسلجيا على الاشجار ثم تنضج نضج نهائي Ripening بعد مدة من التخزين (Biale، 1964).

ويمكن تقسيم الثمار الى ثلاثة مجاميع من حيث النضج البستاني كما يلي :-

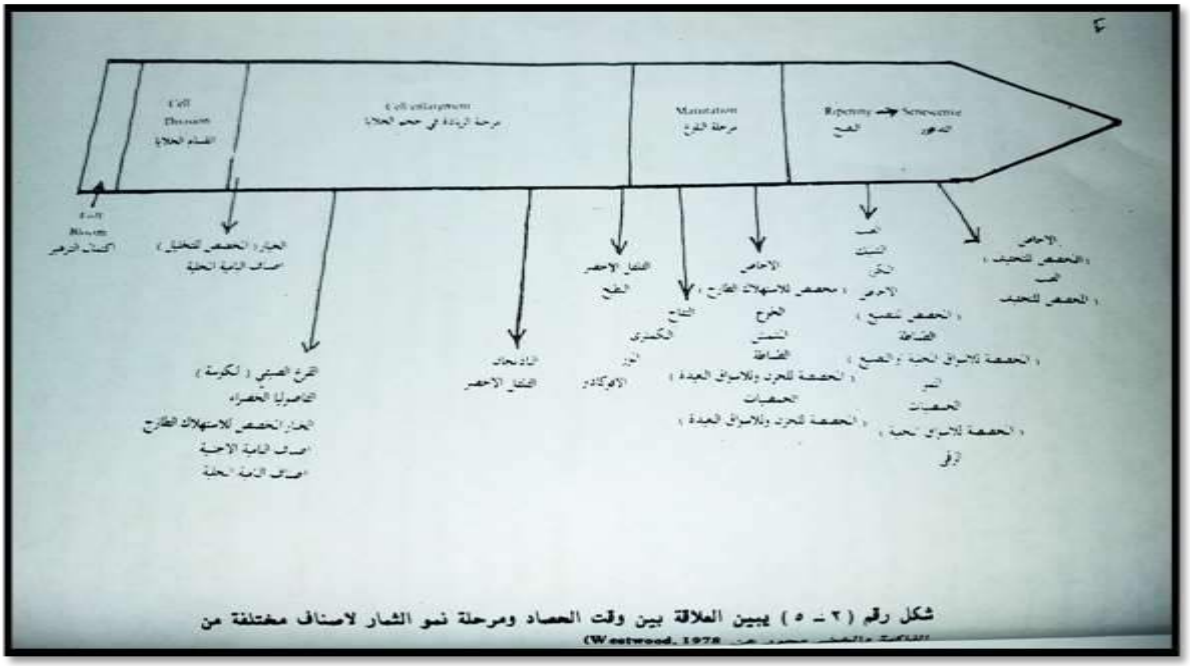
1- ثمار يتم حصادها قبل مرحلة النضج الفسلجي Maturation مثل ثمار الخيار والشجر والبامية والباذنجان والفلفل.

2- ثمار تحصد عند بلوغ مرحلة النضج الفسلجي لكنها تنضج وتصبح صالحة الاكل بعد فترة معينة من الخزن مثل الكمثرى والتفاح الشتوي والخوخ والاجاص والموز.

3 - ثمار يتم حصادها بعد بلوغ مرحلة النضج النهائي Ripening مثل الشليك والعنب والكرز والبلاك بيري والطماطة.

قد يحدث النضج البستاني في مرحلة الزيادة في حجم الخلايا كما هو الحال في الخيار والقرع والبامية. أو يحدث في مرحلة النضج الفسلجي كما في التفاح والكمثري والاجاص والمشمش والخوخ المعدة للشحن أو في مرحلة النضج النهائي Ripening مثل العنب والشليك والكرز والطماطة المعدة الاسواق القريبة والأحاص المعدة للتصنيع.

ويسين شكل رقم (2-5) العلاقة بين مراحل نمو الثمار وفترة النضج أو الحصاد المناسبة لمعظم اصناف الفاكهة والخضر.



شكل رقم (٢ ـ ٥) يبين العلاقة بين وقت الحصاد ومرحلة نمو الثمار لاصناف مختلفة من

(Westwood, 1978

المحاضرة الرابعة

التنفس وعلاقته بالنضج والتخزين

ان عملية التنفس عبارة عن اكسدة المواد الغذائية المخزونة كالكاربوهيدرات والبروتينات والدهون وغيرها الى مواد بسيطة وتحرير طاقة حرارية. وعندما تكون الثمار على النبات نجد بأن المواد الغذائية تصلها من اجزاء اخرى من النبات والتي تصنع هذه المواد الغذائية عن طريق عملية التركيب الضوئي ولذا نجد ان الثمار تحتوي على كميات لا بأس بها من المواد الغذائية، وبعد قطف الثمار او الاجزاء النباتية الأخرى نجد ان خلاياها تبقى حية أو بمعنى آخر انها تقوم بالعمليات الحيوية كالتنفس وتستمر في القيام بهذه العمليات الحيوية طالما ان هنالك مواد غذائية مخزنة في داخلها وعلى هذا الاساس نجد ان الهدف الرئيسي من دراسة موضوع الجني والخزن هو اطالة عمر الحاصلات البستنية بعد الحصاد الى اطول فترة ممكنة عن طريق استهلاك هذه المواد الغذائية المخزونة بنسبة واطئة في العمليات الحيوية التي تجري في داخلها خاصة عملية التنفس.

ان عملية التنفس قد تحدث بوجود غاز الاوكسجين لذا فيسمى التنفس في هذه الحالة بالتنفس الهوائي. وهذه هي الحالة الطبيعية التي تحدث في الحاصلات البستنية بعد الحصاد. كما قد تحدث عملية التنفس بعدم وجود غاز الاوكسجين وهذه حالة غير مرغوب فيها وتسمى هذه الحالة بالتنفس اللاهوائي.

التنفس الهوائي (Aerobic Respiration)

يمكن توضيح التنفس الهوائي بهذه المعادلة البسيطة التالية .

$$C_6H_{12}O_6+6O_2 \longrightarrow 6CO_2+6H_2O+ \text{Energy (686 K Cal.)}$$

يمكن تقسيم عملية التنفس الهوائي الى خطوتين رئيسيتين هما :

1 - عملية الكلايكوكوسس (Glycoloals) :

وفيها تتحول السكريات السداسية الى حامض البيروفيك Pyruvic Acid وذلك بسلسلة من الخطوات أولهما ان النشاء والذي يكون بحالة Amylose وبواسطة انزيم Phosphorylase يتحول إلى كلوكوز - 6- فوسفيت (Glucose-6-po$_4$) او ان سكر الكلوكوز يتحول مباشرة الى

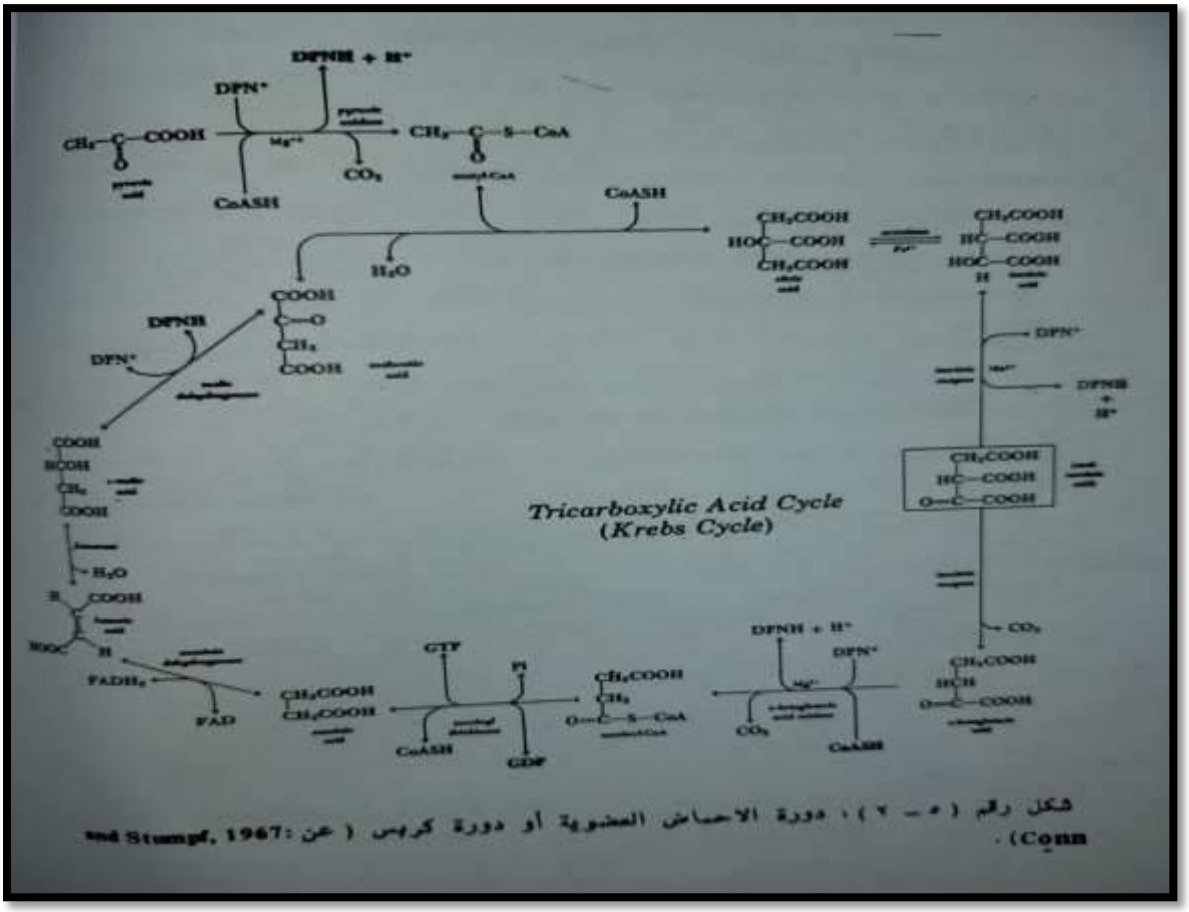
كلوكوز - 6 - فوسفيت بواسطة انزيم hexokinase ويتحول أيضاً أدينوسين ثلاثي فوسفيت (ATP) الى ادينوسين ثنائي فوسفيت (ADP) ثم يستمر التفاعل حيث يتحول كلوكوز - 6 - فوسفيت الى فركتوز - 6 - فوسفيت (Fructose-6- po_4) وبعدها يتحول الى فركتوز – 6,1 - فوسفيت (Fructose-1-6-po_4) ويتحول ATP إلى ADP ثم تنقسم جزيئتي السكر السداسي وبواسطة انزيم الالدوليز (Aldolase) الى مركب كلسير الدهايد- 3- فوسفيت ومركب اخر غير ثابت يسمى دايهايدروكسي أسيتون فوسفيت (Dihydroxy Acetone Phosphate) والذي يتحول الى المركب الأول بواسطة أنزيم ايزوميريس (Isomerase) ثم يتحول المركب كلسير الدهايد - 3 - فوسفيت الى 1 ، 3- داي فوسفوكليسيريك أست (1,3-Diphospho glyceric Acid)

ثم بعدها يتحول الى 3- فوسفوكليسيريك است وبعدها وبسلسلة من التفاعلات الكيماوية يتحول إلى حامض البيروفيك (Pyruvic Acid) اي ان جزيء واحد من الكلوكوز قد تحول إلى جزيئتين من حامض البيروفيك وكما موضح شكل رقم (5-1) ومما يجدر الاشارة اليه إلى ان هذه التفاعلات تحدث بوجود أو عدم وجود غاز الاوكسجين .

2- دورة الاحماض العضوية (Tricarboxylic Acid Cycle)

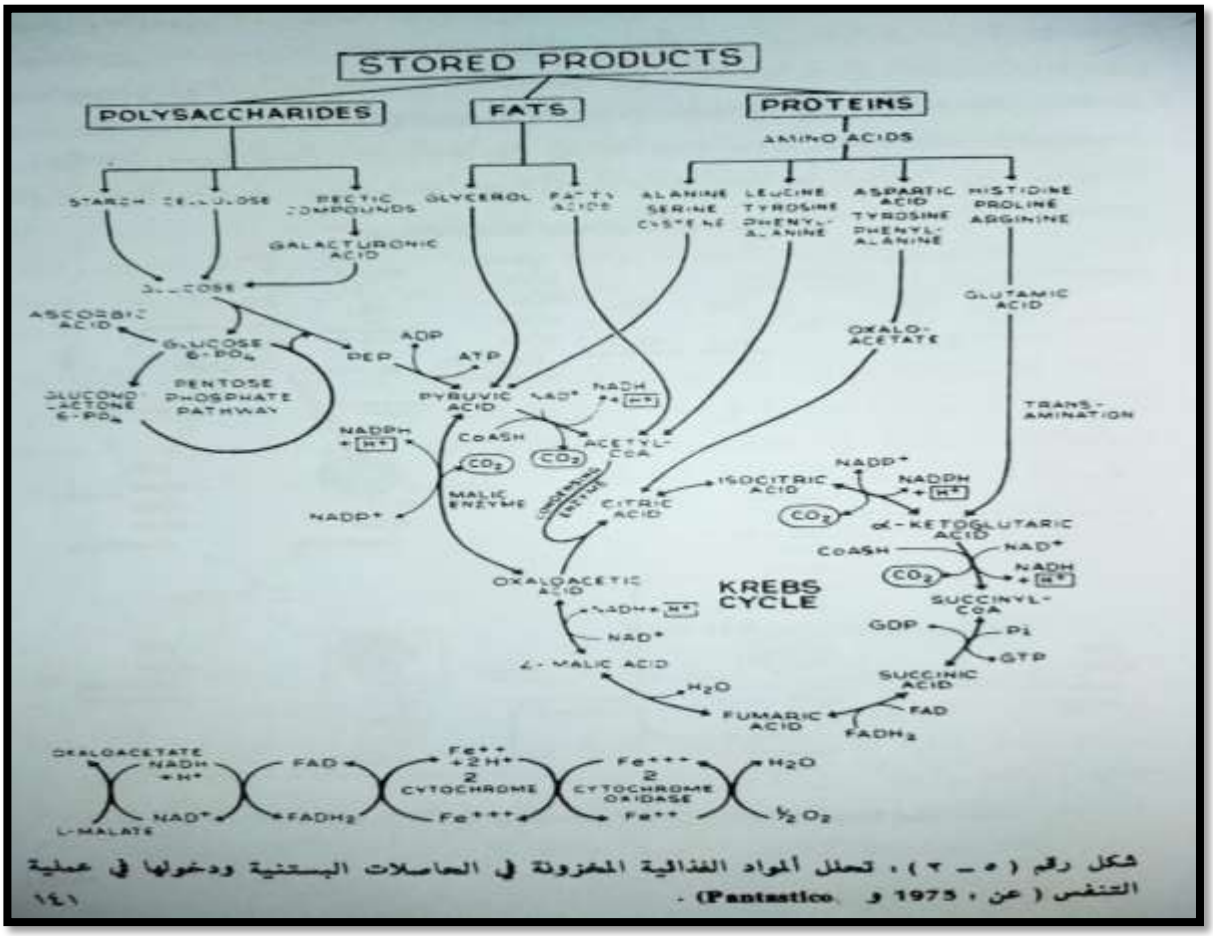
دورة كريبس (Krebs Cycle)

وتشمل سلسلة من التفاعلات والتي تحتاج إلى غاز الاوكسجين وفيها يتحول حامض البيروفيك إلى الماء وغاز ثاني اوكسيد الكاربون حيث أولا يتحد حامض البيروفيك مع حامض اوكزالواسيتيك است (oxaloacetic acid) ليتحول الى ثم يتحول بعدها الى حامض حامض الستريكAcid) Ketoglutaric Acid (Citric Acid) وبعدها يتحول الى حامض السكسنيك (Succinic) ثم يتحول إلى حامض الفيوماريك Fumaric Acid ثم يتحول الى حامض الماليك Malic Acid ثم يتحول الى حامض أوكزال استيك اسيت (Oxalacetic acid) وهكذا تعاد الدورة ويحدث التنفس الهوائي في الحاصلات البستنية



شكل رقم (٥ – ٢) : دورة الاحماض العضوية أو دورة كربس (عن Conn and Stumpf, 1967).

بعد الحصاد لذا يجب توفير التهوية الجيدة للحاصلات البستنية اثناء نقلها وتخزينها وتسويقها. كما وان المواد الغذائية كالسكريات المتعددة والدهون والبروتين والتي تدخل في تركيب الحاصلات البستنية يمكنها ان تتحلل ذاتياً داخل الخلية لكي تدخل بعد سلسلة من التفاعلات الكيماوية في عملية التنفس وكما موضح في الشكل



شكل رقم (٥ ـ ٢) ، تحلل المواد الغذائية المخزونة في الحاصلات البستنية ودخولها في عملية التنفس (عن ، 1975 و Pantastico) .

١٤١

التنفس اللاهوائي :

يقصد **بالتنفس اللاهوائي**(Anaerobie Respiration) او**التخمر الكحولي**(Alcoholic Fermentation) تحول السكريات إلى الكحول الاثيلي وغاز ثاني أوكسيد الكاربون وكما موضح في المعادلة المبسطة التالية :

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + \text{Energy (24 K Cal)}$$

وتتم عملية التخمر الكحولي **بخطوتين الأولى** تحول حامض البيروفيك وبواسطة انزيم البيروفيك كاربوكسليس (pyruvie carboxylase) الى مادة أسيت الدهايد(Acetaldehyde) وانتاج غاز ثاني أوكسيد الكاربون **والخطوة الثانية** هي تحول مادة أسيت الدهايد الى الكحول الأثيلي (Ethanol) بواسطة انزيم Alcohol dehydrogenase وكما موضح في الشكل رقم (5-1) ويؤدي حدوث التنفس اللاهوائي في الحاصلات البستنية الى انتاج رائحة غير مقبولة(Abnormal Flavor)، واذا ما أصبح تركيز الكحول عاليا داخل الخلايا فانه يؤدي إلى قتل الخلايا وموت الحاصلات

البستنية وتلفها بسرعة، ولأجل تفادي حدوث عملية التنفس اللاهوائي يجب توفير غاز الاوكسجين للحاصلات البستنية بعد الحصاد لضمان حصول التنفس الهوائي.

ان التنفس اللاهوائي قد يحدث في الحاصلات البستنية عند عدم توفير غاز الاوكسجين بكميات مناسبة في جو المخزن او اثناء النقل والتسويق حيث أن وضع الحاصلات البستنية في مخازن غير مهواة أو عند وضعها في عبوات المستهلك البلاستيكية الغير مثقبة والمغلقة باحكام قد تؤدي الى حدوث التنفس اللاهوائي وتلف المحاصيل بسرعة فائقة.

سرعة التنفس Rate of Respiration

تختلف سرعة التنفس في الحاصلات البستنية باختلاف وتركيز المواد التي تدخل في التفاعل الكيماوي وكذلك المواد الخارجة منه وطبيعة الخلايا النباتية حيث تحدث اثناء عملية التنفس تغيرات كثيرة في داخل الخلية النباتية كما وأن سرعة النفس تختلف أيضاً بين الاجزاء النباتية المختلفة في المعدل الواحد ودرجة النضح لذا فان سرعة التنفس تختلف بين الحاصلات البستنية. وانه كأي عملية كيمياوية حيوية تجد أن سرعة التنفس تتأثر بالعوامل الخارجة كدرجة الحرارة لذا فان عند ذكر سرعة التنفس لأي محصول يجب الاشارة الى درجة الحرارة وكما موضح في الجدول رقم (5-1) والشكل رقم (5-5) حيث يوضح سرعة التنفس الانواع مختلفة من الحاصلات البستنية.

جدول رقم (٥ ـ ١) ، مقارنة بين سرعة التنفس في بعض انواع الحاصلات البستنية المقطوعة
(عن Duckworth, 1966:) .

المحصول	درجة الحرارة م°	سرعة التنفس mg Co_2/Kg/hr.
الافوكادو	٢٠	٧٠
الموز	٢٠	٤٠
المانجو (عنبة)	٢٠	٤٤
التفاح	٢٣	١٢ ـ ٢٠
الطماطة	٢٢,٢	٥١
البرتقال (فالينشيا)	٢١	٢٦
الذرة الحلوة (عرانيص غير مقشرة)	٢٢,٢	٢٦٧
الفاصوليا الخضراء	٢٢,٢	١٨٣
البزاليا (قرون)	٢٢,٢	٣٠٦
البزاليا (بذور)	٢٢,٢	٤١٨
الاسبركس	٢٢,٢	٢٧١
الخس	٢٥	٥٥
السبانخ	٢٠	٦٠ ـ ٧٠
البطاطا	٢٢	٧ ـ ١٤

معامل درجة الحرارة (Q_{10}) وعلاقته بعملية التنفس :

من المعلوم بأن سرعة التنفس في الحاصلات البستنية يمكن قياسها بسهولة في المختبر وعلى اي درجة حرارية الا انه يمكن التوقع طول سرعة التنفس في اي مدى من الحرارة سواءً كانت عالية او منخفضة وذلك باستعمال معامل درجة الحرارة (Q_{10}) ان هذا المعامل قد وضع من قبل العالم Van't Hoff والذي ينص على ان سرعة التفاعل الكيمياوي تتضاعف لكل زيادة في درجات الحرارة مقدارها 10 ◦م.

$$Q10 = \frac{R_2}{R_1} = \text{عدد ثابت مقداره (٢)}$$

حيث R_1 هي سرعة التفاعل على درجة حرارية معينة

R_2 هي سرعة التفاعل على درجة حرارية اعلى 10◦م من الحرارة الأولى

الا انه قد وجد بأن Q_{10} هي ليست ثابتة لكثير من التفاعلات الحيوية ومن منها عملية التنفس لذا فان Q_{10} تساوي بين 1-5 حيث ان قيمة Q_{10} تكون عالية على درجة حرارية بين 0-10 ◦م وانها بين 3-2 على درجة حرارة بين 10-32 ◦م ولكنها تصل إلى (1) على حرارة أعلى من 32 ◦م حيث انه لو كانت قيمة $Q_{10} = 1$ اي بمعنى اخر ان سرعة التفاعل لاتزداد مع زيادة درجة الحرارة واذا كانت قيمة Q_{10} اقل من (1) فمعنى هذا ان سرعة التفاعل تنخفض مع ارتفاع درجة الحرارة ان قيمة Q_{10} تختلف كثيراً في انواع مختلفة من الحاصلات البستنية وفي درجات حرارية مختلفة وكما موضح في الجدول (2-5). ولتطبيق هذه الحقيقة اجريت دراسات حول قياس كمية الطاقة المتحررة في الحاصلات البستنية اثناء عملية التنفس وعلى درجات حرارية مختلفة ولقد وجد بأن كمية الطاقة المتحررة والمعبر عنها بالوحدات الحرارية البريطانية لكل طن واحد من المحصول المخزن لمدة يوم واحد (BTU/Ton/Day) هي مختلفة بين الحاصلات وانها تزداد بازدياد درجة الحرارة .

معامل التنفس Respiration Qutient (RQ)

يقصد بمعامل التنفس أنه عدد الاوزان الجزيئية (Moles) من غاز ثاني اوكسيد الكاربون التي تتحرر نتيجة لعملية التنفس: مقسومة على عدد الأوزان الجزيئية من غاز الاوكسجين التي يحتاجها في عملية التنفس.

$$\text{معامل التنفس} = \frac{\text{الأوزان الجزيئية من غاز ثاني اوكسيد الكاربون المتحرر}}{\text{الاوزان الجزيئية من غاز الاوكسجين المستخدم}}$$

فاذا كانت قيمة معامل التنفس معادلة الى (1) فمعنى هذا ان المادة المستهلكة في التنفس هي المواد الكاربوهيدراتية. اما اذا كانت قيمة معامل التنفس أقل من (1) فهذا معناه ان مواد كحولية او مواد دهنية كحامض Lanolinic Acid ($C_{12}H_{32}O_2$).

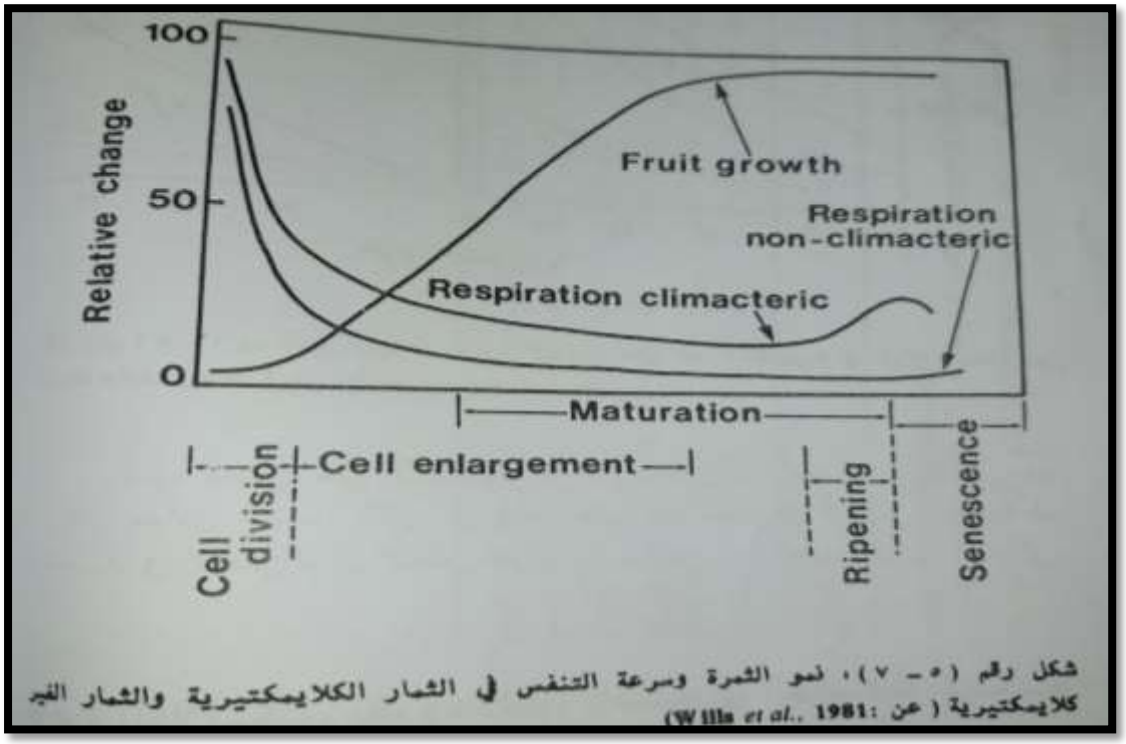
والذي يحتوي على كمية قليلة من الاوكسجين قد استخدمت في التنفس اما اذا كان معامل التنفس اكثر من (1) فان هذا معناه ان احماض عضوية قد استخدمت في التنفس او ان التنفس الهوائي قد توقف وبدأ يظهر التنفس اللاهوائي.

المحاضرة الخامسة

ظاهرة الكلا يمكتيريك وعلاقتها بالنضج في الحاصلات البستنيـة

لقد وجد بعض الباحثين ومنهم Kidd and West (1930) عند دراستهم لمراحل النمو في عدد من الثمار ومنها التفاح مثلاً ابتداء من عقد الثمار الى مرحلة اكتمـال النمو بان هنالك اختلافاً كبيراً في سرعة التنفس حيث وجدوا أن سرعة التنفس

تكون عالية في المراحل الأولى من عمر الثمرة ثم مع تقدم الثمرة في النمو وجد بأن سرعة التنفس بدأ في الانخفاض ولحين وصول الثمار الى مرحلة اكتمال النمو وبعد ذلك وجد بان هنالك ارتفاع مفاجئ في سرعة التنفس حتى يصل الى قمة أو ذروة معينة وبعده تبدأ سرعة التنفس بالانخفاض مرة أخرى وتستمر في الانخفاض لحين وصول الثمار إلى مرحلة الشيخوخة) شكل رقم (5-7) لقد سمي هذا الارتفاع في سرعة التنفس باسم ظاهرة الكلايمكتيرك (Climacteric) وان الغاية من خزن الحاصلات البستنية هو اطالة الوقت الذي تصل فيه هذه الحاصلات الى مرحلة الكلايمكتيريك وكذلك التقليل من ذروة الارتفاع الكلايمكتيري.



شكل رقم (٥ – ٧)، نمو الثمرة وسرعة التنفس في الثمار الكلايمكتيرية والثمار الغير كلايمكتيرية (عن Wills et al., 1981)

ولقد درس علماء فسيولوجيا ما بعد الحصاد ظاهرة الكلايمكيتريك بدقة في مختلف انواع ثمار الفواكه والخضراوات ودرسوا العلاقة بين حدوث هذه الظاهرة وكذلك حدوث عملية النضج (Ripening) ومن هذه الدراسة توصلوا الى احسن المراحل لقطف الثمار وكذلك درسوا التغيرات الكيمياوية والتشريحية والطبيعية والتي تحدث في الثمار اثناء مراحل النمو والنضج ولقد قسمت ظاهرة الكلايمكتيريك الى ثلاثة مراحل:

1- مرحلة ماقبل الكلا يمكتيريك Pre-Climacterice Stage
2- قمة الكلا يمكتيريك Climacteric Peak
3- مرحلة ما بعد الكلا يمكتيريك Post-Climacteric Stage

كما وجدوا ان الثمار تختلف في وقت حدوث الارتفاع الكلايمكتيري فيها وايضاً في مقدار هذا الارتفاع حيث ان هنالك بعض انواع الثمار كالافوكادو يحدث الارتفاع الكلايمكتيري فيها بسرعة ووضوح بينما انواع اخرى من الثمار كالتفاح والعنبة والكمثرى مثلا يكون الارتفاع الكلايمكتيري فيها بطيئاً ومنخفضاً (شكل رقم5-8) كما ان هنالك ثمار اخرى لا يلاحظ فيها اي ارتفاع كالبرتقال وعلى العكس من حدوث ظاهرة الكلايمكتيريك في الثمار نجد ان هنالك انواع اخرى من الثمار كالحمضيات تكون سرعة التنفس فيها ثابتة خلال مرحلة النضج كذلك نجد أن هنالك ثماراً اخرى يكون هنالك انخفاضاً خلال مرحلة النضج مثل ثمار الفلفل (Howard and Yamaguchi 1957)

ان ظاهرة الكلايمكتيريك وجدت في بعض انواع الثمار بعد الحصاد وقسماً منها لم تلاحظ فيها هذه الظاهرة بعد الحصاد لذا فقد قسمت الثمار الى مجموعتين وهي الثمار التي تحدث فيها ظاهرة الكلايمكتيريك (Climactaeric Fruit) وثمار لا تحدث فيها هذه الظاهرة (Non-Climacteric) كما يعتقد بعض المشتغلين ومنهم (Pratt and Gaeschl 1969) بان ظاهرة الكلايمكتيريك تحدث في جميع انواع الثمار ولكن هناك اختلاف في وقت ظهورها فمنها ماتظهر بعد الحصاد ويمكن ملاحظتها وقياسها وقسماً اخر تحدث فيها هذه الظاهرة قبل مرحلة الحصاد وعندما تكون الثمار على النبات وعلى هذا الاساس لا يمكن قياسها او ملاحظتها بعد الحصاد.

لقد قسم Will وجماعته (1981) الثمار الى مجموعتين وهي الثمار الكلايمكتيرية والثمار غير الكلايمكتيرية وذلك بالنسبة لسرعة التنفس فيها عند النضج وكما موضح في الجدول رقم (5-4).

وان التقسيم في الجدول السابق قد لا يكون صحيحاً في بعض الاحيان خاصة وان هنالك بعض الاصناف التي تعود الى نفس النوع قد تختلف عن الاخرى.

لقد اثبتت الابحاث التي قام بها McGlosson and Pratt (1964) على البطيخ صنف

Powdery Mildew Resistant No-45 بأن ظاهرة

الكلايمكتريك تحدث في الثمار بعد الحصاد. اما بعض الباحثين فقد وجدوا بأن ثمار العنب صنف Thompson seedless تحدث فيه ظاهرة الكلا يمكتريك بعد يوم من عقد الثمار. أن معاملة الثمار بغاز الأثلين تؤدي إلى الاسراع من ظهور الارتفاع الكلايمكتيري في الثمار الكلايمكتيرية أو ظهور الارتفاع الكلايمكتيري في الثمار الغير كلايمكثيرية وإن هذا الاسراع يتناسب طردياً مع تركيز غاز الاثلين المضاف وكما موضح في الشكل رقم (5-9) (5-10).

اما بالنسبة للثمار التي تؤكل وهي غير ناضجة فيسيولوجيا ولكنها ناضجة بستنا (Horticulture Maturity) كثمار الخيار والباذنجان وقرع الكوسة والفلفل فانه يحتمل أن تحدث فيها ظاهرة الكلايمكتيريك قبل وصولها إلى مرحلة اكتمال النمو وطبيعة هذا النوع من الثمار تكون غير صالحة للاستهلاك عند وصولها إلى مرحلة اكتمال النمو حيث لم يلاحظ أي من الباحثين وجود ظاهرة الكلايمكتيريك فيها لانها تقطف وتخزن وتستهلك في مرحلة ماقبل اكتمال النمو. كما قام Workman et al. (1957) بدراسة حول نضج ثمار الطماطة ووجدوا بان هنالك علاقة مباشرة بين النضج او ظهور اللون الاحمر في الثمار مع بدء الارتفاع في سرعة التنفس وان النضج يستمر حتى وصول الثمار الى الارتفاع الكلايمكتيري شكل رقم(5-11). كما وان النتائج التي حصل عليها هادي (1987) عند تخزين ثمار الطماطة الناضجة الخضراء للصنف سوبر ماريمونت تؤكد بأن سرعة التنفس تبدأ بالارتفاع عند بدء ظهور اللون الاحمر على الثمار وذلك بعد اليوم الرابع من الخزن على حرارة 20 °م.

ان هنالك دراسات لايجاد علاقة بين حدوث ظاهرة الكلايمكتيريك ووصول الثمار الى المرحلة التي تكون فيها صالحة للاستهلاك ولذا يمكن تقسيم الثمار الى ثلاثة مجاميع :

1- ثمار تحدث فيها قمة الكلايمكتيرية في الوقت الذي تكون فيه صالح للاستهلاك مثل معظم الثمار اللحمية كالكمثرى مثلاً .

2- ثمار تحدث فيها قمة الكلا يمكتيرية بعد وصول الثمار الى احسن مرحلة صالحة للاستهلاك مثل التفاح والموز.

3- ثمار تحدث فيها قمة الكلايمكتيريك قبل وصول الثمار تمام النضج مثل الطماطة.

ان ظاهرة الكلايمكتيريك تحدث في الثمار سواء قطفت من النبات أو لم تقطف الا في حالة **الافوكادو** حيث وجد بأن الارتفاع الكلايمكتيري لا يحدث الا بعد قطف الثمار وبصورة عامة نجد ان عملية قطف الثمار قد تسرع حدوث الارتفاع الكلايمكتيري في معظم انواع الثمار.

ولقد اقترح Balle (1950) بأن ظاهرة الكلايمكتيريك لها علاقة مباشرة بتحليل المواد الغذائية المخزونة في الثمار مشيراً الى ان الثمار التي لا يحدث فيها الارتفاع الكلايمكثيري بعد الحصاد مثل البرتقال والليمون والتين لا يلاحظ تحليل للمواد الغذائية المخزونة داخلها.

ولقد لاحظ Kidd and West (1930) بأن انخفاض درجة الحرارة تؤدي الى وقف او ابطاء حدوث عملية الارتفاع الكلايمكتيري حيث وجد مثلا في الكمثرى بأن تخزين الثمار على حرارة منخفضة جداً وقريبة من الصفر المئوي يؤدي الى ازالة قابلية الثمار لحدوث عملية الارتفاع الكلايمكتيري(Hansen and Hartman، 1937) وبعد أن أوضحت ظاهرة الكلايمكثيريك تمكن Kidd and West (1930) من اقتراح نوع خاص من التخزين يتضمن استعمال الجو الهوائي المعدل اي بمعنى آخر استعمال جو هوائي يحتوي على نسبة قليلة من الاوكسجين وزيادة نسبة غاز ثاني اوكسيد الكاربون أو النتروجين في هذا الجو ولقد وجد بأن هذا الجو يؤدي الى منع ظاهرة الكلايمكتبريك خاصة في المعاملات التي تشمل وضع الثمار في جو هوائي يحتوي على نسبة قليلة من غاز الاوكسجين. وفي السنين الاخيرة استعمل كل من Smoch and (1958)

Blenpied تكنيك جديد يشمل وضع الثمار في اكياس من البولي ايثيلين وفي داخل هذه الاكياس نتيجة لعملية التنفس يزداد تركيز غاز ثاني اوكسيد الكاربون ويقل تركيز غاز الاوكسجين حيث ان هذه الاكياس تعمل عمل الجو الهوائي المعدل والذي يؤدي الى وقف حدوث ظاهرة الكلايمكتيريك وبالتالي اطالة عمر الثمار في المخزن.

الايثلين وعلاقته بنضج الثمار Ethylene and Fruit Ripening

ان قابلية بعض الغازات التي تشجع ظهور الارتفاع الكلايمكتيري والاسراع في النضج كان ملاحظ من قبل قدماء الصينيين عندما كانت تشعل الاخشاب في غرف الانضاج للثمار وفي اوائل العشرينات استعملت في كاليفورنيا الصوبات النفطية

لغرض تحسين اللون في الليمون ولقد وجد Denny (1924) بأن الغازات الهيدروكربونية الغير مشبعة (Unsaturated Hydrocarbon) في الدخان هي المسؤولة عن الاسراع في النضج، ولقد جرب اضافة غاز الايثيلين ووجد بأنه يشجع من الاسراع في النضج. كما وجد Gane (1947) بأن الايثلين يشجع ظهور الارتفاع الكلايمكتيري وأن الثمار التي وصلت الى مرحلة قمة الكلايمكتيريك غير حساسة للمعاملة بغاز الأثيلين. كذلك بان وضع ثمار الموز الناضجة مع الثمار الغير ناضجة يؤدي الى تشجيع ظهور الكلايمكتبريك وان الثمار الناضجة لها نفس التأثير الذي يحدثه غاز الايثلين حيث وجد بأن غاز الايثلين ينتج طبيعياً من الثمار الناضجة (Gane 1935). كما أن الدراسات اثبتت بأن انتاج غاز الايثلين في الثمار يكون بنظام معين وان غاز الايثلين يبدأ بالظهور في الوقت الذي تبدأ فيه سرعة التنفس بالارتفاع في بدء مرحلة الارتفاع الكلايمكتيري وكما موضح في الشكل رقم (5-12) ومن ما تقدم ذكره يعتبر غاز الايثلين هو احد منظمات النمو والتي تنتجها الثمار وان له علاقة مباشرة بنضج الثمار.

ان التمييز بين الثمار الكلايمكتيرية والثمار الغير كلايمكتيرية يعتمد أساساً على مقدار استجابتها لعملية النضج عند اضافة غاز الاثلين اليها وكذلك مقدار غاز الاثلين الذي تنتجه طبيعياً. لقد ثبت نتيجة التجارب بأن جميع الثمار تنتج غاز الاثلين خلال مراحل نموها وتطورها ولكن الثمار الكلايمكتيرية تنتج كميات كبيرة جداً من غاز الاثلين عند نضجها مقارنة بالثمار الغير كلايمكتيرية وهذا الاستنتاج قد ثبت عند قياس تركيز غاز الاثلين في الثمار خلال مراحل نموها وتطورها ونضجها وكما يلاحظ في الجدول رقم (5-5) .

ومما يجدر ملاحظته بأن الثمار الكلايمكتيرية لها مدى واسع لتركيز غاز الاثلين الذي تنتجه بين مرحلة التطور ومرحلة النضج اما الثمار الغير كلايمكتيرية فإن هذا المدى يكون ضيقاً.

ان اضافة غاز الأئلين بتركيز(0.1 – 1) مايكروليتر / ليتر / يوم يكون اعتيادياً بتركيز كافي للاسراع في نضج الثمار الكلايمكتيرية. وعلى العكس تجد ان اضافة غاز الأئلين إلى الثمار الغير كلايمكتيرية يؤدي إلى زيادة سرعة النفس وأن مقدار الزيادة في سرعة التنفس تتناسب طردياً مع تركيز غاز الأئلين المضاف وكما موضح في الشكل رقم (5-9). كذلك نجد أن الارتفاع في سرعة التنفس نتيجة لاضافة غاز الأئلين قد يحدث أكثر من مرة واحدة في الثمار الغير كلايمكتيرية على العكس من الثمار الكلايمكتيرية والتي يحدث فيها ارتفاع واحد في سرعة التنفس .

جدول رقم (٥ ـ ٥) ، التركيز الداخلي لغاز الاثلين في الثمار الكلايمكتيرية والثمار الغير كلايمكتيرية . (عن : Wills *et al.*, 1981) .

الثمار	تركيز غاز الاثلين (مايكروليتر / ليتر)
الكلايمكتيرية	
التفاح	٢٥ ـ ٢٥٠٠
العرموط	٨٠
الخوخ	٠,٩ ـ ٢٠,٧
النكتارين	٣,٦ ـ ٦٠٢
الافوكادو	٢٨,٩ ـ ٧٤,٢
الموز	٠,٠٥ ـ ٢,١
المانجو	٠,٠٤ ـ ٣,٠
Passion Fruit	٤٦٦ ـ ٥٣٠
المشمش	٠,١٤ ـ ٠,٢٣
الطماطة	٣,٦ ـ ٢٩,٨
الغير كلايمكتيرية	
الليمون	٠,١١ ـ ٠,١٧
اللايم	٠,٣٠ ـ ١,٩٦
البرتقال	٠,١٣ ـ ٠,٣٢
الاناناس	٠,١٦ ـ ٠,٤٠

ولما كانت كميات غاز الاثلين الناتجة من الثمار عند النضج هي كميات قليلة جداً لذا فإن قياسها كان من أصعب الخطوات ولكن هذه الصعوبة قد تذللت عند اكتشاف جهاز Gas Chromatographic حيث بواسطة هذا الجهاز أصبح بالامكان قياس مستويات

واطئة جداً من غاز الاثلين وإلى حد 0.001 مايكروليتر لكل ليتر في عينة حجمها(1) ملليليتر.

ان كيفية انتاج غاز الاثلين في أنسجة النبات هو خارج نطاق هذا الكتاب إلا ان الذي يجب معرفته هو أن الحامض الاميني المسمى **Methionine** هو المادة الأساسية (Precursor) لغاز الأثلين في النبات كما وان كمية قليلة من غاز الاثلين يمكن ان تنتج من أنسجة النبات بواسطة أكسدة المواد الشحمية(Lipids).

المحاضرة السادسة

العوامل التي تؤثر على معدل انتاج الاثلين :

1- درجة الحرارة : أن ارتفاع درجة الحرارة في التفاح مثلا الى حد 18 ◦م يؤدي الى زيادة انتاج غاز الاثلين.

2- الاوكسجين : ان زيادة تركيز غاز الاوكسجين تؤدي الى زيادة انتاج غاز الاثلين

3- ثاني اوكسيد الكاربون : أن زيادة تركيز غاز ثاني اوكسيد الكاربون كما هي الحالة في الجو الهوائي المعدل نجد انه يقلل من انتاج غاز الأثلين.

4- الاضرار الميكانيكية : أن حدوث الاضرار الميكانيكية للثمار تؤدي إلى زيادة انتاج غاز الاثلين.

ومما يجدر الاشارة اليه ان لغاز الاثلين القابلية على زيادة التنفس في ثمار البرتقال والليمون والتي طبعا لايظهر فيها الارتفاع الكلايمكتيري (Denny, 1924)

العوامل التي تؤثر على سرعة التنفس :

1- **الحرارة** : تتكون الحاصلات البستنية مجموعة من الانسجة الحية وهذه الأنسجة تعمل بصورة طبيعية في حدود معينة من درجات الحرارة وانه في خارج هذه الحدود المعينة من درجات الحرارة والتي تختلف حسب نوع المحصول والظروف الجوية الخارجية تؤدي الى تعريض الحاصلات الى اضرار فيسولوجية كما ان درجة الحرارة العليا (Upper Limit) للمحاصيل المقطوفة تقع بين 30-35 ◦م اما درجة الحرارة الدنيا (Lower Limit) فهي تختلف حسب نوع المحصول فمثلا بعض الثمار كالموز فان الحرارة الدنيا هي اقل من 11 ◦م اما انواع اخرى من المحاصيل كالبصل والتفاح والكمثرى فانها تتحمل التخزين على حرارة الصفر المئوي. وانه ضمن الحدود المعينة من درجات الحرارة نجد بأن سرعة التنفس تزداد زيادة مطردة مع ارتفاع درجات الحرارة خاصة بين درجة حرارة (صفر-20 ◦م) ومع استمرار درجات الحرارة بالارتفاع نجد أن هذه الزيادة في سرعة التنفس تبدأ بالانخفاض وان قيمة Q_{10} في الفواكه والخضروات لسرعة التنفس هي بين 0.7 الى ولو ان قيمة Q_{10} في معظم الحاصلات تتراوح بين (1-2) ولقد وجد بأن خفض درجة الحرارة تؤدي الى تأخير ظهور الارتفاع الكلايمكتيري في الثمار.

2- **تركيز غاز الاوكسجين وغاز ثاني اوكسيد الكاربون** : ان غار الاوكسجين هو ضروري لعملية التنفس الهوائي ولذا يعمل على زيادة سرعة التنفس كما وان غاز ثاني اوكسيد الكاربون يتحرر اثناء عملية التنفس ولذا يعمل على خفض سرعة التنفس يلاحظ ان تركيز هذين الغازين في الجو المحيط بالحاصلات البستنية في غرف التخزين سوف يؤثر بدوره على سرعة التنفس.

3-غاز الاثلين : تؤثر المعاملة بغاز الاثلين على سرعة التنفس في الحاصلات البستنية بعد الحصاد كما يؤثر غاز الاثلين على الاسراع في حصول الارتفاع الكلايمكتيري اما في الثمار التي لم يلاحظ فيها الارتفاع الكلايمكتيري فوجد بأن المعاملة بالأثلين تؤدي الى زيادة سرعة التنفس كما في البرتقال والليمون أو الى حدوث الارتفاع الكلايمكتيري فيها.

4- **نوع المحصول** : تختلف الحاصلات البستنية اختلافاً كبيراً في سرعة تنفسها وهذا له علاقة مباشرة بطول فترة التخزين لكل محصول حيث أنه كلما كانت سرعة التنفس عالية كانت فترة التخزين قصيرة وبالعكس ولذا يمكن تقسيم . الحاصلات البستنة الى ثلاثة مجاميع :

أ- محاصيل ذات سرعة تنفس منخفضة مثل البطاطا والبصل والثوم والشلغم والتفاح .

ب- محاصيل ذات سرعة تنفس متوسطة مثل الموز والحمضيات والكمثري والطماطة والخيار والفلفل.

ت- محاصيل ذات سرعة تنفس مرتفعة مثل الاسبركس والبروكولي والبزاليا والشليك والافوكادو والخوخ .

5- **درجة النضج** : كما اشرنا سابقاً بأن سرعة التنفس تختلف حسب مراحل نمو الثمرة ومراحل النضج وان الثمار الغير مكتملة النمو يكون معدل تنفسها أعلى من الثمار التي تحصد وهي مكتملة النمو وكما وان الثمار التي تكون في مرحلة الكلايمكتيريك تكون سرعة التنفس فيها أعلى من الثمار التي في مرحلة قبل او بعد مرحلة الكلايمكتيريك.

6- **الاضرار الميكانيكية** : ان حدوث الاضرار الميكانيكية للحاصلات البستنية أثناء القطف والشحن والتخزين يؤدي الى ارتفاع سرعة التنفس وبالتالي يؤدي الى سرعة التدهور.

7 -**تأثير منظمات النمو** : يتوقف تأثير منظمات النمو على نوع المحصول وكذلك نوع وتركيز منظم النمو وطريقة استخدامة، وبصورة عامة نجد بأن المواد المثبطة للنمو كمادة الماليك هيدرازيد بتركيز ٣٥٠٠ جزء بالمليون تؤدي الى وقف الانبات (Sprouting) للبصل عند التخزين وكذلك التقليل من سرعة التنفس في الأعمال المعاملة أما مادة البنزيل ادنين (Beniyi Adenine)بتركيز(10-20) جزء بالمليون فتؤدي إلى خفض سرعة التنفس في كل من البروكولي والأسبركس والخس عند معاملة هذه المحاصيل بهذه المادة.

قطف وفرز وتدريج وتعبئة ثمار الفاكهة

تعد عملية قطف ثمار الفاكهة ومداولتها وخاصة الطرية منها في غاية الأهمية وذلك للمحافظة على نوعيتها الجيدة وتقليل التلف واطالة عمر التخزين. فالقطف غير الصحيح والتداول غير السليم للثمار سواء في الحقل او في بيت التعبئة والتخزين والتسويق يؤثر مباشرة على الصفات التسويقية (marketing quality) للثمار فالرضوض والاضرار الاخرى تظهر على الثمار بشكل بقع بنية أو سوداء مما يقلل من جاذبيتها اثناء التسويق كما تعزى بعض الاضطرابات الفسلجية(physiological disorders) ايضاً إلى التداول غير السليم للثمار كما أن الجروح والخدوش تعمل على سهولة دخول الكائنات الحية الدقيقة والمسببة لتعفن الشعار هذا أضافة الى أن سرعة تنفس الثمار المقطوفة تزداد كثيراً عند تضررها ميكانيكياً ويقصر من عمر خزنها ويزداد انتاج الأثلين فيها . ويتبين مما سبق ذكره أن عدم المعرفة الصحيحة بموعد وطريقة قطف الثمار ومداولتها يسبب خسائر كبيرة في كمية الحاصل ونوعيته وعمر خزنه واسعار البيع والارباح الممكن تحقيقها منها

يجب أن تقطف ثمار الفاكهة وخاصة الطرية منها لغرض الاستهلاك الطازج بحيث تكون في المرحلة المناسبة من اكتمال النمو(Proper stage of maturity)وان تكون خالية من الرضوض والخدوش والاضرار الأخرى بقدر المستطاع. ويجب تحديد موعد قطف ثمار كل صنف حسب المنطقة المزروع فيها وعمليات الخدمة البستانية المتبعة وخاصة الري والتسميد ومكافحة الافات لانه اذا قطعت الثمار قبل المرحلة المناسبة للقطف فان نضج الثمار يكون غير طبيعياً وهذا يؤثر سلبياً على طعمها ونكهتها وصفاتها الاخرى

. كما أن فقدان الماء يكون اسرع واكثر وعمر خزنها اقصر وتكون معرضة اكثر للاصابة بالأمراض. اما اذا قطف الثمار في مرحلة متقدمة من النضج over - ripe فعندئذ تكون سهلة التعرض للرضوض أو الخدوش اثناء وبعد القطف كما ان كمية الثمار الساقطة على الارض قبل القطف تكون كثيرة وان عمر خزنها قصير وتصبح أكثر تعرضاً للاصابة بالاضطرابات الفسلجية اضافة الى أن لونها يصبح داكناً والجلد دهني الملمس والطعم اقل استساغة من قبل المستهلك (Childers، 1976) يتضح مما سبق ذكره مدى اهمية تحديد الموعد المناسب لقطف ثمار الفاكهة في المناطق المختلفة المزروعة فيها.

الاستعداد لقطف الثمار

يجب الاستعداد لقطف الثمار قبل بدء موعد القطف بفترة كافية تجنباً للوقوع في مشاكل تؤثر على نوعية الثمار وكميتها الصالحة للتسويق واسعارها وخاصة الفاكهة الطرية.

وبعد تخمين كمية الحاصل (Yield estimation) الخطوة الأولى والمهمة في الاستعداد لقطف الثمار لأنه على ضوء ذلك يتم توفير وتهيئة المستلزمات المهمة الأخرى واللازمة لعملية القطف ويقترح (Childers (1976 طريقة لتقييم حاصل التفاح وذلك بإجراء تقدير تخميني للثمار بعد العقد وبعد الانتهاء من تساقط الثمار (تساقط حزيران) (June Drop) و بحوالي شهر واحد قبل الموعد المتوقع للقطف، يتم ذلك بانتخاب ثلاثة أشجار بطريقة عشوائية لكل دونم من البستان وتقدر كمية الثمار الموجودة عليها ثم يوجد معدلها ويضرب بعدد الأشجار في البستان. وينصح بأن لاتكون الأشجار المنتخبة لتخمين الحاصل من أشجار الخطوط الخارجية للبستان وذلك لكون حملها من الثمار يفوق نظيراتها في الداخل. كما أن لا تكون هذه الأشجار حاملة للثمار بكميات كثيرة جداً مقارنة بالأشجار الاعتيادية في البستان، وأن نتائج التقييم يجب أن تثبت في سجل خاص وتقارن مع الحاصل الحقيقي بعد الانتهاء من القطف لملاحظة مدى دقة التقييم للاستفادة من ذلك مستقبلاً .

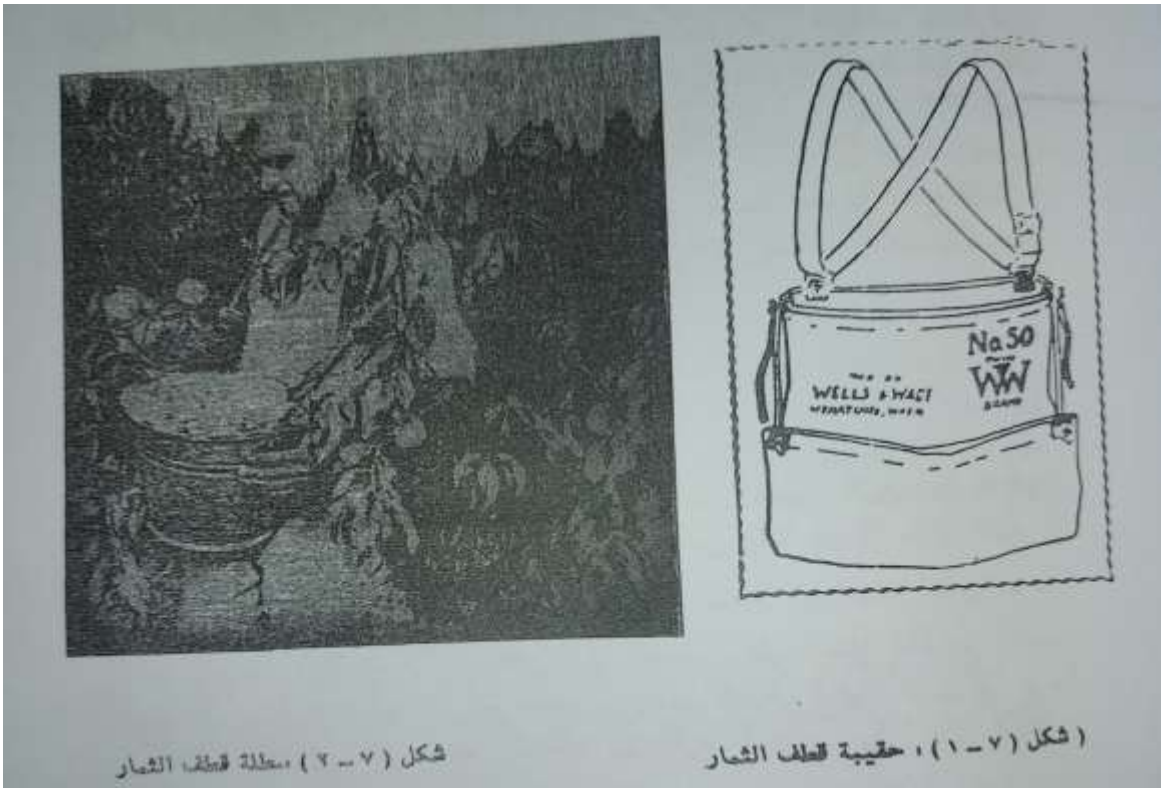
ومن مستلزمات القطف الواجب ضمان توفيرها قبل البدء بالقطف ما يلي :

1 - الأيدي العاملة

يجب تقدير الايدي العاملة اللازمة وضمان الحصول عليها منذ البدء بقطف الثمار والى الانتهاء منه. ويفضل أن يستخدم في قطف الثمار من كان له خبرة سابقة والا وجب تدريبه

على ذلك قبل أن يعتمد عليه في قطف الثمار وذلك تجنباً لرض الثمار أو خدشها أو جرحها أو كسر الأفرع أو الدوابر. ويتمكن العامل المدرب الجيد ان يقطف ما بين 2-3 طن ثمار تفاح يومياً (Childers، 1973) وحوالي 390 كغم كرز مونتمورنسي (1972) Teskey and shoemaker) و 2.6 اسبوع - عامل للطن للمشمش (Ryall and Pentzer 1974) وحوالي 80-100 كغم زيتون في العراق في اليوم الواحد.

3-تهيئة أدوات القطف المناسبة للفاكهة المعنية مثل الحقائب (bags) والسلال (Baskets) والسطلات (Buckets) (الشكلان 7-1,2). كما يجب أن يتوفر في أوعية القطف ما يلي :



(شكل (٧ ـ ١) ، حقيبة قطف الثمار شكل (٧ ـ ٢) سطلة قطف الثمار

أ- أن تكون سهلة الصنع والحمل وخفيفة الوزن.

أ- أن لا ترض الثمار أو تجرحها.

ب- أن تستوعب كمية مناسبة من الثمار (8-10 كغم).

ت- أن تكون عملية تفريغ الثمار سهلة من دون أن تسبب أي ضرر ملحوظ عليها .

ث- أن تكون مصنوعة من مادة قوية لاتستهلك بسرعة.

ج- وان تسمح بالعمل بكلتا اليدين من دون اعاقة العامل.

وان حقائب قطف ثمار التفاح المستعملة بكثرة تتكون من اسطوانة معدنية خفيفة الوزن مقوسة من الجهة الأمامية ومستقيمة تقريباً من الجهة الخلفية (شكل تكون الأسطوانة مبطنة ومغلفة بقماش سميك cunvas) ويعتد القماش على شكل كيس المسافة 20-30 سم إلى أسفل الاسطوانة المعدنية. ويوجد في نهاية الكيس حبلين قصيرين كل في جهة يستخدمان لقفل النهاية السفلية للأسطوانة عند استعمال الحقيبة. حيث يتم سحبهما نحو الأمام وتنزل كل حبل بعد عقدها في الزائدة الموجودة في كل جانب من جوانب الاسطوانة المعدنية يوجد للسطلة حزام strips قوي يستخدم لحمل الحقيبة الى رقبة العامل أثناء الاستعمال. وعند لبس الحقيبة يجب أن يكون مستوى فتحتها العليا بمستوى الذراعين عنه ثنيهما أفقياً ومستوى فتحتها السفلى قريبة من الركبتين بحيث لا تصطدم بهما أثناء العمل والتنقل في البستان وعند تفريغ الحقيبة ترفع نهايتي الحبلين من الزوائد الجانبية ويمسك بهما وينثني العامل إلى الامام الى أن تلامس قاعدة الحقيبة سطح الثمار في صندوق التجميع ومن ثم يبدأ بتفريغ الثمار بصورة تدريجية في الصندوق وهكذا تتكرر العملية .

المحاضرة السابعة

تهيئة السلالم

يجب أن تكون السلالم المستعملة في قطف الثمار خفيفة الوزن وقوية البناء ومتوازنة بشكل جيد وذلك لأن عامل القطف يمضي وقتاً طويلاً خلال النهار في الصعود والنزول عليها ونقلها من شجرة الى أخرى.

كما يعتمد أطوال السلالم المستخدمة في البساتين على أرتفاع الأشجار. حيث تتراوح بين 2.4 الى 9 متر أو أكثر كما يجب أن يكون الطرف العلوي للسلم أقل عرضاً من الطرف القاعدي حتى يسهل ادخاله بين أذرع الشجرة وفي بعض الحالات يكون للسلم عمود خشبي أو معدني خفيف الوزن في الجهة الأخرى للسلم يستعمل في نصب السلم بدون أن يلامس سطح الشجرة أما العدد اللازم من السلالم فيعتمد على مساحة البستان وعادة يعتبر سلم واحد لكل 3-4 دونمات بساتين كافيا (Chiders 1973).

4 - تهيئة صناديق تجميع الثمار في البستان

توجد عدة أنواع من الصناديق مستعملة في البستان الغرض تجميع الثمار فيها ونقلها الى بيوت التعبئة أو المخازن المبردة أو إلى قنوات التسويق ومنها ما يلي :

أ - صناديق خشبية (Lug Boxes) ذات سعة تتراوح بين 23-25 كغم ثمار كانت تستعمل سابقا في الولايات المتحدة الأمريكية بدلاً من السطلات أو الحقائب أو السلال لنقل الثمار من البستان الى بيوت التعبئة أو الى قنوات التسويق كما في العنب مثلا.

كما أن عملية تداول هذه الصناديق صعبة ومستنزفة للوقت ومضرة للثمار وخاصة عند ملئها كثيراً بالثمار ووضعها فوق بعضها البعض أثناء نقلها لذلك قل استعمالها مؤخراً واستبدلت بصناديق أكبر حجماً وأسهل تداولا.

ب - وحدات التعبئة الحقلية (Field parks) يتم تعبئة بعض أنواع الفاكهة في الحقل مباشرة بعد قطفها. ومنها الفواكه اللبية (Berries) كالعنب والشليك والرازييري مثلا وذلك لكونها طرية وسريعة التضرر أثناء تداولها. حيث يتم شحنها من الحقل إلى محلات التبريد السريع أو لغرف المعاملة بغاز So_2 بالنسبة للعنب أو إلى المخازن المبردة أو قنوات التسويق.

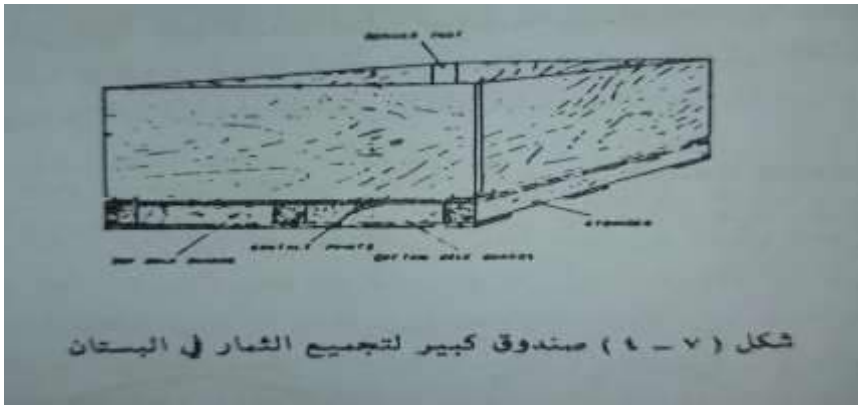
ج - صناديق التجميع الكبيرة Bulk boxes

وهي صناديق خشبية كبيرة الحجم تستوعب حوالي 320-400 كغم من الثمار تبلغ أبعاد قاعدتها 120 X 120 سم وارتفاعها يتراوح ما بين 60-85 سم ووزنها الجاف حوالي 100 كغم. توجد لها قاعدة خشبية متصلة بها في الزوايا وتاركة فراغاً يبلغ ارتفاعه حوالي 8.3 سم في الجوانب الأربعة للصندوق حتى تسهل مداولته بواسطة الرافعة الشوكية الآلية(Fork-lift tractor) سواء في البستان أثناء تحميلها أو في بيوت التعبئة أثناء تفريقها من عربات النقل شكل (7-4). وكانت تستعمل هذه الصناديق لنقل الفواكه لأغراض التصنيع ولكن في الوقت الحاضر تستعمل أيضاً لنقل الفاكهة لاستعمالها طازجة كالتفاح والكمثرى والخوخ والأجاص ... الخ أو تستخدم لقطف ونقل وخزن فاكهة الجوزيات (Nuts).

ويعتبر استعمال صناديق التجميع الكبيرة الحجم أفضل من الصناديق الصغيرة الصغيرة . وذلك لأنها تختزل العمل اليدوي كثيرا يفضل استعمال الآلات في مداولتها وتحافظ على الثمار أكثر وتشغل حيزا أقل في المخازن المبردة عند مقارنتها بالصناديق الصغيرة.

5 - تهيئة بيوت التعبئة.

6 - تهيئة المخازن المبردة أو قنوات التسويق اللازمة لبيع الثمار.



شكل (٧ ـ ٤) صندوق كبير لتجميع الثمار في البستان

تحديد موعد قطف ثمار الفاكهة

تصل جميع الفواكه النفضية عدا الكمثرى الى احسن حالة صالحة للاستهلاك الطازج (optimum eating quality) عندما تنضج على الشجرة لكن الثمار الناضجة لا تتحمل القطف والتداول والنقل الى مسافات بعيدة كما هو الحال في الثمار المكتملة النمو (matured) بالاضافة الى ان عمر الحزن يكون قصيرا . لذلك وجب قطف الثمار في المرحلة المناسبة التي تتضمن نضجها بصورة طبيعية جيدة بعد قطفها وتوجد مؤشرات او ادلة (Indexes) عديدة مستعملة في تحديد موعد قطف انواع واصناف الفاكهة المختلفة في اية منطقة من مناطق زراعتها. وقد تختلف القيم المطلقة لهذه المؤشرات باختلاف الانواع والاصناف ولربما للصنف الواحد المزروع في المناطق المختلفة وذلك بسبب اختلاف العناصر المناخية والتربة وعمليات الخدمة البستانية وطريقة استعمال الثمار ... الخ في هذه المناطق المختلفة.

وان الاسس المبنية عليها هذه المؤشرات هي التغييرات الفيزياوية والكيميو - حيوية والفسلجية التي تحدث في الثمار عند اكتمال نموها. اضافة الى ذلك توجد بعض المؤشرات التي تعتمد على اسس حسابية تقويمية وغيرها، واهمها

1- صلابة لحم الثمار Fruit firmness

تقل صلابة لحم ثمار الفاكهة الطرية باكتمال نمو ونضج الثمار لذلك تعد مؤشرا جيدا في تحديد موعد قطف العديد من انواع الفاكهة مثل التفاح والكمثرى والخوخ، وتختلف درجة صلابة لحم الثمار عند القطف باختلاف الانواع والاصناف والظروف المناخية السائدة وعمليات الخدمة البستانية. لذلك نلاحظ ان درجة صلابة لحم الثمار الموصى بها عند قطف ثمار صنف معين تختلف باختلاف المناطق لذا وجب علينا تنفيذ دراسات ميدانية لتحديد صلابة لحم الثمار الملائمة عند القطف للاصناف المزروعة في العراق وفي المناطق المختلفة منه.

ويستعمل جهاز يسمى فاحص صلابة الثمار(frult pressure tester) شكل (5-7) حيث توجد عدة انواع منه ولكن جميعها تعطينا مقدار القوة اللازمة مقدرة بالكيلوغرامات أو الباوندات على وحدة المساحة اللازمة لدفع نهاية الفاحص (الغاطس plunger) لمسافة

0.8 سم في داخل لحم الثمرة. يختلف قطر الغاطس المستعمل باختلاف نوع الفاكهة ففي سبيل المثال يستعمل غاطس قطره 7/16 من الانج (1.1 سم) للتفاح و 5/16 من الانج (٠٨سم) للكمثرى وذات النواة الحجرية كالخوخ والمشمش والاجاص. وتؤخذ قرائتين للصلابة من كل ثمرة ومن الجوانب المتعاكسة منها بعد ازالة شريحة رقيقة من جلد الثمرة يبلغ قطرها بين 1.2- 1.8 سم ومن ثم يؤخذ معدل القرائتين للتعرف على درجة صلابة لحم الثمرة. اما عدد الثمار المستعملة للعينة الواحدة من الثمار يتراوح بين 15-20 ثمرة مقطوفة عشوائياً من اشجار مختلفة في البستان ومن اقسام الشجرة الواحدة بقصد الحصول على اقرب حالة الدرجة اكتمال أو نضج الثمار في الشجرة أو البستان (1963 Mattus and Rollins) وعند استعمال الجهاز يجب تثبيت الثمرة جيداً باليد اليسرى ومن ثم يمسك الفاحص باليد اليمنى وتوجه نهاية الغاطس الى المنطقة المقشرة من جلد الثمرة بحيث تكون معها زاوية قائمة تقريبا. بعد ذلك يبدأ بدفع نهاية الغاطس في داخل لحم الثمرة الى العلامة المؤثرة عليه حيث يكون الدفع بطيئاً وبصورة مستمرة دون أي توقف لان الدفع السريع للغاطس او تسليط ضغط مفاجيء يعطي قراءات غير سليمة.

ان قياس درجة صلابة لحم الثمار لا تفيد فقط في تحديد موعد القطف بل يفيد احياناً في تحديد موعد اخراج الثمار من المخازن المبردة لغرض تسويقها. حيث وجدت علاقة بين درجة صلابة لحم الثمرة والمدة التي تبقى فيها الثمار صالحة للتسويق بعد اخراجها من المخازن المبردة (Lutz and Harclenburg 1968)

2- عدد الايام من الازهار الكامل إلى القطف Days from full bloom to picking

يعد هذا المؤشر جيداً في تحديد موعد قطف العديد من انواع الفاكهة ولقد وجد ان عدد الايام هذه يكون ثابتاً تقريباً للصنف في المناطق المختلفة إلا في حالات استثنائية كارتفاع أو انخفاض معدلات درجات الحرارة خلال موسم النمو عن معدلاتها الاعتيادية. كما ان كثرة الحاصل أو قلته عن الحاصل الاعتيادي يؤثر على تأخير او تبكير موعد قطف الثمار.

3- اللون الاساسي Ground color

يتغير اللون الأساس (الأرضى) للثمار تدريجيا من الاخضر الى الاصفر كلما تقدم اكتمال نمو الثمرة على الشجرة في الاصناف الصفراء اللون من التفاح. توجد لوحات لونية (Color charts) خاصة بالاصناف الصفراء اللون من التفاح يستعان بها في تحديد موعد قطف الثمار. تتكون اللوحة اللونية من أربعة مستويات من التلون ويمكن أن تقطف عندما تبلغ قيمة قراءة اللون بين 2 الى 3 درجات.

يعد هذا المؤشر جيد بالرغم من انه قد تحصل اختلافات فيه بسبب الاختلافات البيئية في المواسم المختلفة وكذلك بسب الحالة الغذائية للشجرة وكمية الحاصل الموجودة على الشجرة. فمثلاً تزداد سرعة تغير اللون الاخضر الداكن الى الاصفر بارتفاع درجات الحرارة عن معدلاتها خلال بضعة أسابيع الأخيرة من موسم النمو بينما يتأخر التحول باللون في حالة الحمل الغزير ومستويات النتروجين العالية في الأوراق (1962 ،Blanpied et al.).

4- اللون السطحي Surface color

وهو اللون الذي يتكون فوق لون الاساس والذي تسببه صبغة الانثوسيانين الحمراء في اصناف التفاح ذات اللون الاحمر والزرقاء كما في الاجاص. يعتمد تكوين صيغة الانثوسيانين في الثمار على عوامل عديدة وفي مقدمتها درجة الحرارة والعناصر المغذية ورطوبة التربة وضوء الشمس واضرار الحلم (mites) والصفات الوراثية للصنف. أن السماء الصافية ودرجات الحرارة البالغة حوالي 7 °م في الليل 26.7-29.4 °م في النهار خلال بضعة أسابيع قبل موعد القطف تعد ملائمة تماما لتكون اللون الأحمر في ثمار التفاح عندما لا تكون هناك عوامل أخرى محددة لتكوين الصبغة في الثمار. كما ان نقص الرطوبة الأرضية كثيرا خلال 1-3 اسابع قبل القطف يسبب تلون الثمار بلون أحمر داكن. ولكن عند سقوط الامطار و الري سرعان ما يتغير اللون الى لون جيد. يجب الاعتناء بالتقليم بحيث يسمح جوانبها بنفوذ ضوء كافي الى جميع اجزاء الشجرة لكي تتلون الثمار ومن جميع جوانبها باللون الأحمر اما التسميد النتروجيني الزائد فانه يؤخر النضج ويقلل

من تلون الثمار بشكل جيد وتقاس كمية اللون السطحي للثمار كنسبة مئوية للمساحة السطحية المتلونة من مجموع المساحة السطحية للمثمرة الواحدة في نموذج الثمار المراد قياس اللون السطحي فيها. وتختلف متطلبات اللون في تدريج الثمار باختلاف الصنف والمناطق المنتجة له.

5 ـ المواد الصلبة الذائبة

تكون السكريات الذائبة معظم المواد الصلبة الذائبة في عصير الفواكه والخضر ويمكن قياسها بوساطة جهاز المكسر (Refractometer) الذي يقيس دليل الانكار (refractive Index) او صفات انحناء الضوء كمادة مذابة تكون المكسرات المستعملة لقياس السكريات معبرة مباشرة كنسبة مئوية من السكروز توجد أنواع عديدة من المكسرات إلا أن اكثرها استعمالا هو المكسر اليدوي حيث يتميز بسهولة وسرعة استعماله حتى في الحقل. أما النوع الآخر المنتشر هو المكسر المنضدي (Abbe refractometer) الذي يستعمل في المختبرات وذلك لكونه كبير الحجم وثقيل نسبياً. يجب ان يغسل الموشور الزجاجي بماء مقطر وينشف بورق لين مثل الكلينكس قبل وبعد اخذ أية قراءة لنسبية المواد الصلبة الذائبة على فرض أن الجهاز معير ويعمل بصورة صحيحة.

يعد مؤشر المواد الصلبة الذائبة جيداً لتحديد موعد قطف العديد من انواع الفاكهة الطرية وخاصة العنب، حيث يؤخذ 10 عناقيد عنب ويعصر كل منها على انفراد وتؤخذ عدة قراءات من عصير كل عنقود وفي النهاية يحسب معدل القراءات جميعها. فمتى ما بلغت قيمة المعدل الحد المطلوب لمواصفات صنف العنب المعني عند تدريجه يعنى الحاصل. اما في حالة الفواكه الاخرى فيؤخذ عادة العصير الناتج منها أثناء قياس درجة صلابة لحم الثمار وتقدر نسبة المواد الصلبة الذائبة الموجودة فيها(Ryall and 1974 Pentrer).

6 ـ كمية النشاء

لقد سبق الكلام عن تحول كمية من النشا الى سكريات اثناء اكتمال النمو والنضج ويمكن تقدير النسبة المئوية لكمية النشأ في الثمار (التفاح والكمثرى والمانكو) بواسطة

صبغة اليود حيث يطلق على هذا الفحص بالاختبار اليودي للنشا Starch-lodin Test يحضر محلول صبغة اليود وذلك بإذابة 6 غرامات من ايوديد البوتاسيوم في 400 مل ماء ومن ثم يضاف غرام واحد من اليود ويخلط جيداً، ثم يعمل شرائح رقيقة من الثمار المراد تقدير كمية النشأ فيها وتوضع في المحلول اليودي لمدة دقيقتين بعد ذلك تستخرج من المحلول وتغسل بسرعة بواسطة الماء الجاري وتفحص الشرائح، فالمناطق المحتوية على النشأ يكون قد تحول لونها إلى الأزرق الداكن أو الى الاسود والمناطق المحتوية على السكريات تبقى بيضاء ومن مساحة المناطق الملونة يمكن تقدير كمية النشأ في الثمار في المراحل المختلفة من اكتمال نموها ونضجها (Childers and Abdalla 1971).

7- لون البذور

يعتبر هذا المؤشر جيداً في التفاح والكمثرى خاصة. حيث يتغير لون البذور في الثمار من الأخضر أو الابيض الى القهوائي أو البنى كلما تقدم تكامل نموها ونضجها. والثمار التي يختبر درجة صلابة لحمها ونسبة المواد الصلبة الغالية بها تقطع عادة لملاحظة لون بذورها، وكما هو الحال في القياسات الأخرى تسجل النسبة المئوية للون البذور في كل مرحلة من مراحل اجراء الاختبارات الخاصة بذلك وتقارن مع المقاييس المتعارف عليها (standards) والمثبتة حسب النوع ولربما الصنف ايضاً.

8-حجم الثمار

يتناسب حجم الثمار بشكل عام تناسبا طرديا مع اقتراب موعد اكتمال النمو للثمار كما أن الظروف المناخية وعمليات الخدمة وكمية الحاصل على الشجرة تجعل الاعتماد على هذا المؤشر قليلة في قطف بعض الثمار. بينما اهميته تصبح اكثر في الاصناف الصيفية (المبكرة) للتفاح وخاصة صنف Yellow Transparent.

وتوجد حلقات ذات اقطار معينة تسمى بحلقات قياس الحجم (Sizing rings) القياس حجم الثمار.

9- سهولة فصل الثمار من النباتتزداد سهولة فصل الثمار من النبات بتقدم اكتمال النمو والنضج.

10- طعم الثمار ونكهتها .

11- سرعة تنفس الثمار .

12 - نسبة السكر الى الحامض (نسبة المواد الصلبة الذائبة / الحموضة(T.S.S./Acid)

13- نسبة الزيت في الثمار كما في الافوكادو والزيتون.

14 - تشقق قشرة الثمار في فاكهة الجوزيات (Nuts)

15 - انفلاق الغطاء الاندوكاربي كما في الفستق .

16 - درجة تكور خط الالتحام الكاربلي (Suture line) ذات النواة الصلبة (1974) Ryall and Pentzen

17 - سهولة فصل النواة عن اللحم

18- لون لحم الثمرة .

19 - الوزن النوعي للثمار .

20 - التقويم السنوي (Calender date).

21 - قرار لجنة القطف .

المعاملات الاضافية للتبريد

أ ـ الخزن في جو هوائي معدل Controlled Atmosphere Storage (CA)

تعتمد فكرة استخدام الجو الهوائي المعدل على اساس خفض نسبة الاوكسجين ورفع نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في الجو المحيط بالثمار عن النسب العادية وذلك في غرف تبريد خاصة محكمة الجدران والابواب لمنع تسرب الغازات. ان الهدف الرئيسي من الخزن بطريقة الجو الهوائي المعدل (CA) هو اطالة عمر الثمار في مخازن التبريد الميكانيكي وبذا يمكن توفرها في السوق على مدار السنة.

يؤدي استخدام الجو الهوائي المعدل في الخزن بصورة عامة الى تأخير نضج الثمار وتقليل سرعة التنفس وتقليل نسبة التلف وتقليل نسبة الاصابة بالأضرار الفسلجية كما يمنع الاصفرار وظهور بعض الألوان الغير المرغوبة. اي ان الخزن في جو هوائي معدل يؤدي الى تأخير تدهور القيمة النوعية والغذائية للمحصول اثناء الخزن. كما ان الخزن في جو هوائي معدل يؤخر ظهور بعض الامراض الفطرية والبكتيرية.

ان اساسيات عملية الخزن في جو هوائي معدل يعتمد على ان انخفاض نسبة الاوكسجين يساعد على تقليل سرعة التنفس ويؤخر تدهور القيمة النوعية الغذائية ويؤخر ظهور بعض الأمراض الفسلجية. اما ارتفاع نسبة ثاني اوكسيد الكاربون فانه يؤدي الى تأخير عمليات النضج ويمنع فقدان اللون الاساسي للفاكهة كما يؤخر ظهور بعض الامراض الفطرية والبكتيرية.

اهم الحاصلات التي تخزن بطريقة الجو الهوائي المعدل على النطاق التجاري في انحاء العالم هي التفاح والكمثرى، وتختلف نسبة ثاني اوكسيد الكاربون والاوكسجين المستعملة في الجو الهوائي المعدل حسب نوع وصنف المحصول والمعاملات الزراعية التي يتعرض لها وكذلك حسب ظروف النمو وظروف الخزن من حيث درجة الحرارة والرطوبة واستعمال المبيدات الفطرية وطول مدة الخزن اللازمة . وفيما يلي معدل نسب الغازات في حالة الخزن في جو هوائي معدل مقارنة بالخزن في جو اعتيادي بصورة عامة.

جدول رقم (١٠ ـ ٨) يبين الفرق بين المكونات الغازية لمخزن الجو الهوائي المعدل مقارنة بالمخزن الاعتيادي .

نوع الغاز	المخزن الاعتيادي	مخزن الجو الهوائي المعدل*
الاوكسجين O_2	٢١ ٪	٢ ـ ١٠ ٪
ثاني اوكسيد الكاربون CO_2	٠,٠٣ ٪	١ ـ ١٥ ٪
النايتروجين N_2	٧٨ ٪	٨٠ ـ ٩٥ ٪
غازات اخرى	١ ٪	صفر ـ ٥ ٪
(نيون ، هليوم ، ميثان ، بخار الماء ، ...)		

ان التباين في نسب الغازات في مخزن الجو الهوائي المعدل يكون نتيجة الاختلاف في متطلبات الاصناف والانواع وظروف الحزن الاخرى.

بدأت فكرة استخدام الجو الهوائي المعدل لخزن الثمار بعد نشر نتائج ابحاث العالمان Kidd and West في بداية الثلاثينيات فقد وجد العالمان المذكوران ان التفاح ممكن خزنه بصورة جيدة في جو هوائي معدل ولمدة اطول عند خفض نسبة الاوكسجين (O_2) ورفع نسبة ثاني اوكسيد الكاربون (CO_2) في هواء المخزن. وقد تطورت هذه الابحاث لتحديد افضل نسبة للغازات الملائمة لخزن كل صنف من اصناف التفاح، ولا تزال البحوث جارية لتحديد افضل ظروف الخزن في جو هوائي معدل المناسبة لكل صنف من أصناف الفاكهة والخضر والان تم انشاء مخازن ضخمة لخزن التفاح بطريقة الجو الهوائي المعدل في معظم انحاء العالم. ففي أمريكا لوحدها يتم خزن حوالي ثلث محصول التفاح سنوياً أو يعادل 17.5 مليون بشل (Bushel) اي حوالي 440,000 طن متري من التفاح في مخازن الجو الهوائي المعدل حتى نهاية عام 1972 (Ryalland Pentzer, 1974) لقد وجد أن طريقة الخزن بالجو الهوائي المعدل أطالت فترة خزن بعض اصناف التفاح من 3 أشهر إلى 8 أشهر.

اما استخدام الجو الهوائي المعدل اثناء الشحن فقد تطور خلال العشر سنوات الأخير فقط وذلك لسببين أو عائقين رئيسيين أولهما عدم تطور المعلومات الكافية عن الفوائد الناتجة من خزن المحاصيل بطريقة الجو الهوائي المعدل، والعائق الثاني هو عدم وجود وسائط نقل مثل السيارات وعربات السكك الحديد مصممة لمنع تسرب الغازات اثناء الشحن، لذا فقد استعيض عنها باستعمال التبريد الميكانيكي اثناء النقل اما في الوقت الحاضر فقد تم تصميم وسائط نقل جيدة الصنع مخصصة لتوفير ظروف الجو الهوائي المعدل اثناء الشحن مما سيؤدي إلى التغلب على هذه المشكلة في المستقبل.

تصميم مخازن الجو الهوائي المعدل

ان غرف الخزن في جو هوائي معدل هي غرف مبردة معزولة بمواد عازلة لمنع تسرب الحرارة وتكون محكمة تماماً لمنع تسرب الغازات كي تعمل على الاحتفاظ بالتراكيز المنخفضة من الاوكسجين والتراكيز المرتفعة من ثاني اوكسيد الكاربون. ان غرفة الخزن في جو هوائي معدل تكون اصغر حجماً من غرف التبريد الاعتيادية وتتراوح سعتها بين 50-100 طن كي يمكن ملئها بالحاصل خلال (7) ايام واغلاقها كما يمكن تفريغها خلال فترة قصيرة جداً بعد انتهاء مدة الخزن يجب ان تكون كفاءة اجهزة التبريد عالية جداً لانه يتطلب خفض درجة الحرارة باسرع وقت بعد ملئها بالمحصول. احسن الغازات المناسبة للتبريد في هذا النوع من المخازن هي غازات الفريون وهي فريون 12 وفريون 22.

يمكن جعل جدران وارضية الغرفة مانعة لتسرب الغازات وذلك بتبطنها بصفائح معدنية مثل صفائح الحديد من نوع Galvanized Steel أو أي مادة مانعة لتسرب الغازات. كما يجب لحم او ربط الصفائح في زوايا الجدران وعند التقائها بارضية المخزن لمنع التسرب من الزوايا. ان مخازن الجو الهوائي المعدل لا يمكن دخولها الا بعد ارتداء اقنعة واقية من التسمم لذا يجب ان توجد اجهزة السيطرة خارج الغرفة كما ان مقاييس نسب الغازات ودرجات الحرارة وغيرها يجب أن توجد خارج غرفة الخزن. كما يجب ان تتوفر شبابيك مبطنة بعدة طبقات من الزجاج لمراقبة اشتغال اجهزة التبريد كمراقبة المراوح ومراقبة انابيب التبريد من حيث تجمع الثلج عليها.

يجب تنظيم نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في المخزن وازالة الزائد منه نتيجة التنفس. لان ارتفاع نسبة ثاني اوكسيد الكاربون عن الحد المطلوب يسبب اضرار لمعظم المحاصيل تسمى Injuries مثل صنف التفاح MCINTOSH الذي يتضرر اذا زادت نسبة ثاني اوكسيد الكاربون عن 5 % (Blanpled، 1976).

يمكن ازالة الزيادة من ثاني اوكسيد الكاربون باستعمال الجير المطفيء Hydrated Lime تعمل هذه المادة على امتصاص ثاني أوكسيد الكاربون من الهواء اثناء مروره عليها لكن من عيوبها انها تزيل الرطوبة وتزيد من جفاف هواء الخزن لذا يجب اضافة الرطوبة الى الهواء قبل اعادته الى المخزن كما ان تفاعل ثاني اوكسيد الكاربون مع الجير $Ca(OH)_2$ يؤدي الى انتاج حرارة نتيجة تحوله إلى $CaCO_3$ مما يعمل على رفع حرارة الهواء، لذا فأن المواد التي تمتص ثاني اوكسيد الكاربون يجب أن توضع في انابيب يمرر بها هواء المخزن ثم يمرر على أجهزة التبريد لتبريده ثم تضاف اليه الرطوبة قبل دخوله إلى المخزن وتسمى هذه الأنابيب Hydrated Lime Scrubbers كما يمكن امتصاص ثاني اوكسيد الكاربون بواسطة الماء وتسمى الطريقة في هذه الحالة Water Scrubbers وتتم العملية بامرار الهواء في انابيب من الماء او امرار هواء المخزن في مقصورات خاصة يرش فيها رذاذ الماء كي يذوب ثاني اوكسيد الكاربون فيه ثم يعود الهواء الى المخزن لكن من عيوب هذه الطريقة ان قسم من الاوكسجين الذائب في الماء يتحرر ويعود الى هواء المخزن نتيجة انخفاض ضغطه الجزيئي مما يعمل على رفع نسبة الاوكسجين في هواء المخزن عن الحد المطلوب (Pantastico 1975).

اما بالنسبة للأوكسجين فيمكن التخلص منه باستبداله كليا أو جزئيا بالنايتروجين في بداية عملية الخزن، أو يمكن امرار هواء المخزن مع الغاز الطبيعي Natural gas او غاز البروبان Propane واحراقه في افران خاصة للتخلص من الاوكسجين ومن ثم تنظيم نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في الهواء وتبريده واضافة الرطوبة المناسبة اليه واعادته الى جو المخزن، لكن المشكلة ان الاوكسجين يستهلك بعملية التنفس اثناء الخزن فتنخفض نسبته عن الحد المناسب مما يسبب اضرار للمحاصيل المخزونة. في هذه الحالة يمكن التعويض عن

الاوكسجين المفقود بالتنفس باضافة كميات معلومة من الهواء الجوي بعد تبريده واضافة الرطوبة اليه. في هذه الحالة يجب اتباع حسابات دقيقة لمعرفة كمية الهواء الجوي الحاوي على 21 % اوكسجين عادة والذي يجب اضافته لرفع نسبة الاوكسجين في هواء المخزن (Ryall and Pentzer, 1974).

أما بالنسبة لغاز الاثلين المتكون في مخازن الجو الهوائي المعدل فيمكن التخلص منه بأمرار هواء المخزن بداخل انابيب تحتوي على الفحم النشط Activated Charcoal وتسمى هذه الطريقة Activated Charcoal Scrabbers ومن فوائدها الاخرى ان لها القابلية على امتصاص المواد أو الغازات العضوية المتطايرة
Volatiles والتي تسبب الرائحة الغير المرغوبة. كما يمكن التخلص من ثاني اوكسيد الكاربون الزائد والتخلص من الاثلين والمواد العضوية المتطايرة المسببة للرائحة غير المرغوبة باستعمال ماصات او مرشحات خاصة تسمى Lime and activated charcoal Scrubbers.

ان عملية الخزن في جو هوائي معدل تعتبر عملية مكلفة لذا يجب خزن الثمار الجيدة فقط والمقطوفة في الوقت المناسب كي يمكن تخزينها مدة طويلة وبيعها بسعر مناسب كي تسد تكاليف الخزن. كما يجب مراقبة المخزن باستمرار وتسجيل درجات الحرارة والرطوبة ونسب الغازات مرتين يومياً لان اي خلل قد يؤدي الى تلف جميع المحصول اذا لم يتم تلافيه في الوقت المناسب .

المحاضرة التاسعة

اثر الخزن في جو هوائي معدل على الفعاليات الفسلجية والحيوية للثمار

ان الخزن في جو هوائي معدل لا يمنع التدهور والتفسخ الى الابد بل يؤخره لمدة معينة قد تكون اسبوع أو عدة أسابيع أو عدة أشهر وهذا يعتمد على نوع المحصول المخزون والمدة اللازمة للخزن فاذا كان الغرض هو خزن المحصول فترة قصيرة لحين الاستهلاك وكان المحصول من النوع الذي يتحمل الخزن فلا يوجد اي مبرر لاستعمال طريقة الخزن في جو هوائي معدل. ان عامل الزمن ودرجة الحرارة هما العاملان الحديان اللذان يحددان اهمية استعمال طريقة الخزن في جو هوائي معدل . فبالنسبة لعامل الزمن مثلاً اذا كان المطلوب خزن المحصول لمدة طويلة لتوفيره خارج موسمة ففي هذه الحالة من الضروري استعمال طريقة الخزن في جو هوائي معدل. اما بالنسبة لدرجة الحرارة فان بعض المحاصيل تتطلب الخزن بدرجة حرارة مرتفعة كما هو الحال في المحاصيل الحساسة لاضرار البرودة فان الخزن في جو هوائي معدل يطيل فترة خزنها بدرجات حرارة مرتفعة ويكون في هذه الحالة ضروري لتقليل او تأخير التلف. اما في حالة شحن المحاصيل الى مسافات بعيدة والتي قد تطول مدة الشحن الى اكثر من شهر كما هو الحال في شحن الموز ففي هذه الحالة من الضروري استعمال الخزن في جو هوائي معدل لايقاف عمليات النضج والتفسخ خلال الشحن اما بالنسبة لشحن الخس الى اسواق بعيدة قد تطول مدة الشحن الى 30 يوم ففي هذه الحالة من الضروري استعمال طريقة الخزن في جو هوائي معدل اثناء الشحن. اما اذا أريد استهلاك الخس في الاسواق المحلية فلا يوجد أي مبرر لاستعمال الخزن في جو هوائي معدل لانه بالامكان خزنه بحالة جيدة لمدة اسبوع في مخازن اعتيادية بدرجة 32 ف.

ان الخزن في جو هوائي معدل يكون مهم جداً لمحاصيل الخضر السريعة التلف لاطالة عمر المحصول عن طريق تأخير التلف ولتنظيم تسويق المحصول كما هو الحال في الاسبركص (الهليون) (Ryall and Lipton, 1972) كذلك يعتبر التخزين في مهم في حالة المحاصيل التي يمكن جنيها في مرحلة اكتمال النمو (البلوغ) Maturation وقبل النضج. فقد وجد انه بالامكان تأخير تسويق الطماطة عند حصادها في مرحلة النضج

الاخضر Mature green وتأخير نضجها لحين التسويق عند خزنها في جو هوائي معدل(Anderson and Penney, 1970).

يمكن تلخيص تأثير الخزن في جو هوائي معدل في تأخير النضج بمنع تحلل الكلوروفيل ومنع تكوين الكاروتين ومنع ظهور الرائحة والنكهة المميزة للصنف والاحتفاظ بصلابة الثمار لمدة طويلة او منع تحلل البكتين ومنع فقدان الاحماض العضوية. كما ان الخزن في جو هوائي معدل يسبب بطىء جميع الفعاليات الحيوية داخل الثمار. لقد وجد ان رفع نسبة ثاني اوكسيد الكاربون الى 2-3% وخفض نسبة الاوكسجين الى 2-2.5% وخفض درجة الحرارة إلى 30 ف في مخزن الكمثرى قلل من معدل فقدان الاحماض العضوية كما سبب توقف تكوين بروتين جديد. وهذا يعني ان تكوين انزيمات جديدة قد قل او توقف مما ادى الى منع او تأخير النضج لعدم تكوين الانزيمات المسببة للنضج. كما وجد ان انخفاض نسبة الاوكسجين يقلل من سرعة التنفس مما يقلل من الطاقة اللازمة لتكوين انزيمات النضج (Ryall and Pentzer 1974).

أن زيادة نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في هواء المخزن يعمل كمانع منافس لمنع انتاج الاثلين كما يمنع الاثلين من احداث عمليات نضج الثما . كذلك وجد ان انخفاض نسبة الاوكسجين يمنع أو يقلل من Competitive Inbibitor انتاج الاثلين ويقلل تأثيره على الثمار. (Pantastico، 1975).

الاثار الفسلجية الناتجة عن انخفاض تركيز الاوكسجين:

يمكن تلخيص الاثار الفسلجية لانخفاض نسبة الاوكسجين في حالة الخزن في جو هوائي معدل بما يلي:

أ- انخفاض معدل سرعة التنفس وقلة استهلاك المواد المخزونة .

ب- تعطيل عمليات النضج والتدهور وبذا تزداد مدة خزن الثمار.

ت- تأخير أو منع هدم الكلوروفيل اثناء الخزن.

ث- انخفاض أو توقف انتاج الاثلين.

ج- تأخير او منع تحلل حامض الاسكوريك (فيتامين C) خاصة عند التراكيز القليلة من الاوكسجين.

ح- تعطيل او تأخير عمليات تحلل البكتين غير الذائب وفيما يلي شرح مفصل عن بعض تأثيرات تقليل نسبة الاوكسجين في جو المخزن.

أ ـ التأثير على عمليات النضج :

لقد وجد أن تقليل نسبة الاوكسجين في هواء المخزن الى النسبة الطبيعية يؤدي إلى تأخير عملية النضج وتأثير حدوث ظاهرة الكلا يمكتيرك Climacteric . او منع حدوثها في ثمار الافوكادو .. (Blale، 1964) نفس النتائج تم الحصول عليها اثناء نضج ثمرة الاناناسPineapples (Dull et al, 1967) كذلك وجد ان بعض اصناف التفاح تنضج بعد 65 يوم من الحصاد عند خفض نسبة الاوكسجين في هواء المخزن الى 10% بينما تتضح خلال 30 يوم عندما تكون نسبة الاوكسجين مساوية لنسبته في الهواء الاعتيادي (21%).

ب ـ تأثير انخفاض نسبة الاوكسجين على تفسخ الثمار :

لقد وجد ان امراض التفسخ تكون اقل ما يمكن عندما تكون نسبة الاوكسجين بين 5-8 % في هواء المخزن، كذلك فان نمو وانتشار الامراض الفطرية يقل عند خفض نسبة الاوكسجين في هواء المخزن ولكن يوجد اختلاف واسع في مدى حساسية انواع الفطريات لنقص الاوكسجين. كذلك وجد انه هناك ارتباط موجب بين تركيز الاوكسجين ومدى انتشار الامراض الفطرية.

جـ ـ حدوث التخمر الكحولي في التراكيز القليلة جداً من الاوكسجين :

عند انخفاض نسبة الاوكسجين عن حد معين نجد ان نسبة ثاني اوكيد الكاربون الناتج من التنفس الى الاوكسجين المستهلك تكون عالية مما يشير الى حدوث عمليات التخمير الكحولي او التنفس اللاهوائي، أن التخمر الكحولي يؤدي إلى تكوين نكهة ورائحة غير مرغوبة في الثمار. لقد وجد أن خفض نسبة الاوكسجين في هواء المخزن الى 1% يؤدي الى تكوين نكهة تشبه الكحول في ثمار التفاح والموز والافوكادو والفلفل. لذلك لا ينصح بتخفيض نسبة الاوكسجين إلى نقل من 2 % في أي حال من الاحوال.

2- التداخل بين تأثيرات الاوكسجين والاثلين ودرجة الحرارة

كي يبدأ النضج يجب أن يصبح تركيز الاثلين بداخل أنسجة الثمرة اعلى من التركيز الحدي الذي عنده يبدأ التأثير الفسلجي للاثلين على الانسجة. بالاضافة الى ذلك فان وجود الاوكسجين يكون ضروري جداً كي يستطيع الأثلين ان يؤدي مفعوله، ان الاوكسجين يعتبر ضروري لتكوين أو تمثيل (Synthesis) الاثلين من قبل الانسجة النباتية، كذلك يعتبر الاوكسجين ضروري لكثير من التفاعلات الحيوية اللازمة لعمليات نضج الثمار (Pantastico 1975). كما أن درجة الحرارة المناسبة تعتبر ضرورية كي يستطيع الاثلين ان يؤثر بصورة جيدة أن الأثلين يعتبر غير فعال بدرجات الحرارة المقاربة لدرجة الانجماد (32 ف) بينما يعتبر اشد فعالية بدرجة 70 ف حتى لو كانت درجة الحرارة مثالية لعمل الاثلين فانه لا يستطيع احداث التأثير المطلوب الا بوجود الاوكسجين . ان تأثير الاثلين يقل كلما قلت نسبة الاوكسجين ولكن لا تنعدم فعالية الاثلين الا اذا انخفضت نسبة الاوكسجين الى 2% او اقل. لذا يجب الحذر من وجود الاثلين في مخازن الجو الهوائي المعدل فقد وجد ان طراوة الثمار تزداد عند وجود الاثلين في مخازن الجو الهوائي المعدل خاصة اذا لم تكن نسبة ثاني اوكسيد الكاربون عالية ونسبة الاوكسجين لم تكن واطئة للحد المانع لانتاج وعمل الاثلين (Blanpled and Hansen, 1969).

2- الاثار الفسلجية الناتجة عن ارتفاع نسبة ثاني اوكسيد الكاربون

عندما تزداد نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في جو المخزن فان ذلك سيؤدي الى زيادة كمية ثاني اوكسيد الكاربون الذائب في عصير الخلايا او المتحد مع مكونات السايتوبلازم في الخلية، أن هذه الزيادة تعتبر عكسية أي انه اذا انخفضت نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في هواء المخزن فان القسم الذائب او المتحد مع محتويات الخلية يتحلل ويعود الى الجو(Soudain، 1972).

ان زيادة كمية ثاني اوكسيد الكاربون الذائب في عصير الخلية يؤدي الى التأثيرات الفسلجية التالية :

أ- تقليل أو بطي، التفاعلات المرافقة لعمليات النضج مثل عمليات تحلل وتكوين البروتين وتحلل وتكوين الصبغات.

ب- ايقاف عمل بعض الانزيمات مثل الانزيم Succinodehydrogenase والانزيم Cytochrome Oxidase.

ت- نقص انتاج المواد الطيارة Volatiles يسبب عدم توازن تكوين واستهلاك الاحماض العضوية مثل زيادة تراكم حامض السكسنيك Succinic acid.

ث- تقليل او منع عمليات تحلل المواد البكتينية.

ج- منع عمليات هدم الكلوروفيل وبهذا تحافظ الثمار على اللون الاخضر.

ح- تغيير نسب السكريات المختلفة، وفيما يلي شرح مختصر لبعض التأثيرات الفسلجية لثاني اوكسيد الكاربون في هواء المخزن.

أ ـ تأثير ثاني اوكسيد الكاربون على ظاهرة الكلايمكتيرك

لقد وجد أن زيادة ثاني اوكسيد الكاربون تؤخر حدوث ظاهرة الكلايمكتيرك في الموز ولكن سرعة التنفس اثناء ذروة الكلايمكتيرك لم تتغير. بينما تأثير ذلك على ظاهرة الكلايمكتيرك في الافوكادو Avocado يختلف تماما عما هو في الموز. فقد أدى ارتفاع نسبة ثاني اوكسيد الكاربون الى تقليل ذروة الارتفاع الكلايمكتيري Climacteric Peak بمقدار 40% عما هو في الهواء الطبيعي. بالاضافة الى تأخير حدوث ظاهرة الكلا يمكتيرك بمدة 20 يوم عما هو في الجو الاعتيادي (Young and Biale, 1972)

ب ـ تكوين نكهة غير مرغوبة عند زيادة ثاني اوكسيد الكاربون :

عند رفع نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في هواء المخزن الى 15% او اكثر نجد تكوين نكهة غير مرغوبة في ثمار الشليك والموز والبرتقال والتفاح والعديد من انواع الثمار الأخرى في بعض الاحيان تكون النكهة الغير مرغوبة نتيجة تجمع كحول الايثانول Ethanol (Norman and Craft, 1971) احيانا يرافق النكهة الغير المرغوبة تكوين لون او الوان غير مرغوبة في الثمار.

جـ زيادة الاس الهيدروجيني (PH) ونقص تركيز حامض الاسكوريك :

وجد أن رفع نسبة ثاني أوكسيد الكاربون إلى 72% ودرجة حرارة 77 ف أدى الى زيادة الـ PH في ثمار الموز بعد مرور 20 ساعة من المعاملة كذلك ادى ارتفاع نسبة ثاني أوكسيد الكاربون إلى نقص محتوى ثمار الموز من حامض الاسكوريك (فيتامين C).

لكن اعادة الثمار إلى الجو الاعتيادي يؤدي الى عودة تركيز حامض الاسكوريك الى المستوى الطبيعي (Pantastico، 1975).

د- حدوث بعض الاضرار الفسلجية نتيجة ارتفاع ثاني اوكسيد الكاربون :

ارتفاع نسبة ثاني اوكسيد الكاربون يؤدي الى تلوين انسجة معظم أنواع الثمار بلون بني Browning كما هو الحال في تلوين قلب ثمار التفاح الكمثرى أو تلوين لحم ثمار التفاح بلون بني. بينما نجد ان وجود ثاني أوكسيد الكاربون في هواء المخزن بنسبة معتدلة يؤدي الى منع ظهور بعض الاضرار الفسلجية الأخرى مثل لفحة التخزين Scald في التفاح. كما وجد أن زيادة ثاني أوكسيد الكاربون عن الحد المناسب يؤدي الى حدوث اضرار لانسجة ثمرة الموز. أن شدة الضرر تتوقف على مرحلة النضج ومدة المعاملة ودرجة حرارة المخزن. كلما ارتفعت حرارة المخزن وطالت مدة الخزن وزادت نسبة ثاني اوكسيد الكاربون زادت شدة الضرر (Pantastico, 1975).

هـ - ايقاف نمو الفطريات :

لقد وجد ان استعمال التركيز المناسب من ثاني اوكسيد الكاربون في المخزن يؤدي إلى منع نمو وانتشار بعض الفطريات المسببة للأمراض الفطرية اثناء الخزن من بين هذه الفطريات فطر الريزوبص Rhizopus وفطر البترايتس Botrytis والترايكوتيسيم Trichothectum (Paulin, 1966). ان زيادة نسبة ثاني أوكسيد الكاربون عن الحد المناسب سيؤدي الى موت خلايا الثمار مما يساعد على نمو الفطريات عليها. أن منع أو تثبيط نمو بعض الفطريات تعتبر أحمد فوائد الخزن في جو هوائي معدل.

و - تأثير ثاني اوكسيد الكاربون على انتاج وعمل الاثلين :

كما هو الحال في اثر الاوكسجين على الاثلين فان تأثير ثاني اوكسيد الكاربون على انتاج وعمل الاثلين يعتبر ذات اهمية بالغة في فسلجة الثمار بعد الحصاد . ان زيادة تركيز ثاني اوكسيد الكاربون يؤدي الى منع الاثلين من تشجيع النضج . لقد وجد ان ثاني اوكسيد الكاربون يمنع غاز الاثلين من انضاج الموز بدرجات الحرارة الاعتيادية. اذا كان تركيز الاثلين في المخزن يساوي 100 جزء بالمليون جزء فان كمية ثاني اوكسيد الكاربون

اللازم لايقاف او منع تأثير الاثلين تساوي10%. ان ثاني اوكسيد الكاربون يعتبر كمانع منافس Competitive Inhibitor لانتاج وعمل الاثلين وان ثاني اوكسيد الكاربون يتنافس مع الاثلين علـى موقع خاص على سطـــــح المستقبلReceptor Site والذي قد يكون نوع من الانزيمات كما اوضح ذلك الباحثان Burg و Burg عام 1965 . كذلك يعتبر ثاني اوكسيد الكاربون كمانع او مثبط لعمل الانزيمات التي تساعد على انتاج الاثلين من الخلايا النباتية.

المحاضرة العاشرة

4- التداخل بين تأثيرات الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون ودرجة الحرارة :

ان تأثير اي عامل من العوامل الثلاثة على التنفس او على عمليات النضج يزداد او يتضاعف عند اضافة او ادخال عامل ثاني او ثالث. اي ان تأثير العوامل الثلاثة يكون تجميعي. فتأثير الحرارة المنخفضة يضاف اليه زيادة نسبة ثاني اوكسيد الكاربون وتقليل نسبة الاوكسجين لجعل ظروف الخزن في جو هوائي معدل مثالية. كذلك يضاف الى العوامل الثلاثة المذكورة تقليل او ازالة الاثلين من المخزن والمحافظة على رطوبة هواء المخزن ضمن النسبة اللازمة. وكذلك اضافة المبيدات الفطرية المناسبة يطيل مدة الخزن ويحافظ على القيمة النوعية والغذائية للمحصول بصورة جيدة. لقد وجد أن أفضل ظروف الخزن المناسبة لمعظم اصناف الفاكهة والخضر هي عندما تكون في المعدلات التالية : - درجة الحرارة من 32-40 ف والاوكسجين 3-5% وثاني اوكسيد الكاربون3-5% علماً ان هناك تداخل بين عوامل الخزن الثلاثة ان تعريض الثمار الى ظروف غير مناسبة يزيد حساسيتها الى احد العوامل الثلاثة مثلا الضرر الفسلجي المسمى بالقلب البني Brown Heart في التفاح الناتج عن زيادة تركيز ثاني اوكسيد الكاربون تزداد شدته عند انخفاض درجة الحرارة او عندما يكون تركيز الاوكسجين
قليل. او اذا كان احد الظروف الثلاثة غير مناسب يقل ضرره اذا كانت الظروف الباقية مثالية. مثلاً صنف الكمثرى بارتلت يكون حساس للاصابة بلفحة التخزين عندما تكون درجة حرارة المخزن 45 ف. لكن الخزن في جو هوائي معدل تكون نسبة الاوكسجين 3% يؤدي الى زوال خطر حدوث هذا الضرر. كذلك خزن الموز في جو هوائي معدل تكون نسبة الاوكسجين ونسبة ثاني اوكسيد الكاربون 5% يؤدي الى منع الاصابة باضرار البرودة عندما تكون حرارة المخزن 53 ف (Pantastico, 1975).

محاذير الخزن في جو هوائي معدل

تتأثر نسب الغازات المستعملة في الجو الهوائي المعدل بالعوامل التالية، درجة حرارة المخزن وفترة الخزن ونوع المحصول المراد خزنه حيث ان هذه العوامل كلها متعلقة ببعضها.

يختلف انواع واصناف المحاصيل عن بعضها في نسب الغازات المناسبة في الجو الهوائي المعدل ولا توجد نسبة معينة من الغازات ملائمة لجميع المحاصيل لذا يجب اتخاذ التوصيات الخاصة بكل محصول.

ان التراكيز العالية من ثاني اوكسيد الكاربون تسبب اضرار فسلجية للثمار خاصة ثمار التفاح التي تصاب بضرر يسمى Deep or Soft Scale الذي يكون على شكل بقع واسعة منخفضة على سطح الثمرة. ان ارتفاع نسبة ثاني أوكسيد الكاربون وانخفاض نسبة الاوكسجين وانخفاض الحرارة يسبب اصابة الثمرة بضرر فسلجي يسمى Brown Heart وهو تلوين قلب الثمرة بلون بني. كذلك يحدث نفس الضرر لثمار الكمثرى عندما تزيد نسبة الاوكسجين عن 5%. واحيانا يكون التلوين البني بين البذور. كذلك فأن انخفاض نسبة الاوكسجين عن حد معين وزيادة نسبة ثاني اوكسيد الكاربون تؤدي الى تكوين نكهة ورائحة مشابه للكحول دلالة على حدوث تخمرات وتنفس لاهوائي في الثمرة، يجب عدم خفض نسبة الاوكسجين عن 2% عندما يكون الخزن بين 31-32 ف، تزداد حساسية الثمار الى الاصابة بلفحة التخزين Scald بعد اخراجها من المخزن اذا كانت مخزونة بطريقة الجو الهوائي المعدل. لذلك يجب معاملة الثمار بمواد مانعة لحدوث لفحة التخزين مثل(DPA) Diphynelamine التي يتم معاملة الثمار بها اثناء او قبل خروجها من المخزن الى السوق .

ب - الخزن في جو هوائي مخلخل Hypoharle Storage

هو عملية خزن الثمار تحت ضغط اقل من الضغط الجوي الاعتيادي. ويتراوح الضغط بين 2 م. ضغط جوي (Atmospher) ويتم ذلك باستعمال اجهزة التفريغ Vacuum مما يؤدي الى سهولة تسرب الغازات خارج المسافات البينية وخاصة غاز الاثلين. ان ذلك سيقلل او يزيل الاثلين الداخلي ويؤخر نضج وتدهور الثمار لكن من عيوبه فقدان الرطوبة لذلك يجب رفع الرطوبة في هذا النوع من المخازن. ويمكن زيادة الرطوبة بامرار تيار الهواء فوق الماء الحار فيأخذ معه كمية من البخار إلى المخزن (Ryall and Pentzer 1974).

بهذه الطريقة امكن مضاعفة عمر الموز عندما خزن تحت ضغط يعادل 0.5 من الضغط الجوي وأمكن مضاعفة العمر ثلاثة مرات تحت ضغط يعادل 0.33 من الضغط الجوي. وستة مرات عند خفض الضغط الى 0.2 من الضغط الجوي، وكانت درجة حرارة المخزن 59 ف. وبذلك تم التغلب على مشاكل اضرار البرودة. (Pantastico 1975) ان اساس فائدة هذه الطريقة من الخزن هو.

(1) التخلص من الاثلين في المسافات البينية للثمار.

(2) تقليل نسبة الاوكسجين في المسافات البينية للثمار مما يقلل سرعة التنفس الى أقل ما يمكن (Badgerth، 1947).

(3) تقليل او منع انتاج الاثلين نتيجة تقليل تركيز الاوكسجين (et al, 1978 ,Lougheed).

(4)) تقليل أو منع العمليات الكيمياوية المرافقة للنضج.

(5) منع الاضرار الفسلجية التي تصيب الثمار اثناء الخزن كما في حالة خزن التفاح خاصة عند تخفيض الضغط الجوي الى0.1.

(6) من الفوائد الاخرى لهذه الطريقة هو ازالة المواد الطيارة من المسافات البيئية مما زاد من جودة الثمار واطال عمرها اثناء الخزن. وذلك لانه من مضار المواد الطيارة هو حدوث الضرر الفسلجي المسمى Internal Break down وكذلك من فوائد الخزن في جو هوائي مخلخل هو ازالة مادة الـ α-Farnesene التي تسبب الضرر الفسلجي المسمى لفحة التخزين Scald الذي يصيب معظم الثمار خاصة التفاح والكمثرى (Berard, et al, (1976.

لقد وجد أن خفض الضغط الجوي الى 0.1 يقلل نسبة الاوكسجين في المسافات البينية من 21% الى 2.1% وبذا يؤدي الى تقليل سرعة التنفس ويقلل انتاج الاثلين. كذلك فأن تقليل الضغط الجوي في المخزن الى 0.1 يؤدي الى تقليل تركيز الاثلين في المسافات البينية الى العشر (Ryall and Pentzer، 1974) أن هذه الطريقة من الخزن تعتبر صالحة لخزن التفاح والكمثرى والطماطة والكرز والمشمش والخوخ والشليك والموز والازهار المقطوفة (Tolle 1972) و (Burg، 1973).

لقد وجد الباحثان Burg و Burg سنة 1966 ان الخزن في جو هوائي مخلخل يؤخر نضج الثمار. مثلاً ان ثمار الليمون المحصودة في مرحلة النضج الأخضر (Mature green) عند خزنها في جو هوائي مخلخل يكون فيه الضغط مساوي إلى ضغط جوي فأن لونها الاخضر يزول بعد مرور 56 يوم بدرجة 59 ف بينما نجد أن الثمار المخزونة في ضغط جوي اعتيادي يزول لونها الاخضر خلال 10 ايام في نفس درجة الحرارة. ويعود سبب منع او تأخير النضج الى تقليل تركيز الاثلين والاوكسجين في المسافات البينية لانسجة الثمرة. يعتمد مفعول الجو الهوائي المخلخل على تريكز الاثلين بداخل الثمرة ودرجة حرارة المخزن ومقدار الضغط الجوي في المخزن. مثلاً اذا كان تركيز الاثلين داخل ثمرة التفاح هو واحد جزء لكل مليون جزء وخزنت في جو هوائي مخلخل يكون الضغط فيه 0.1 ضغط جوي فان تركيز الاثلين داخل الثمرة سينخفض الى 0.1 جزء بالمليون جزء وهذا التركيز من الاثلين لا يكفي لاحداث او لتشجيع نضج ثمرة التفاح. اما اذا كان تركيز الاثلين داخل ثمرة التفاح هو 100 جزء بالمليون وخزنت في نفس المخزن المذكور في المثال اعلاء فان تركيز الاثلين في المساقات البينية للثمرة سينخفض الى 10 جزء بالمليون.

ان وجود الاثلين بهذا التركيز بداخل المسافات البينية للثمرة قد يؤدي الى تخفيز او تشجيع عملية النضج خلال الخزن (Dilley، 1972) لذلك فمن الضروري ادخال الثمار الى مخازن الجو الهوائي المخلخل قبل أن تبدأ بعمليات النضج وقبل أن تستطيع تجميع او انتاج كميات كبيرة من الاثلين. اما بالنسبة لدرجة الحرارة فمن الضروري خفضها الى الحد المناسب في مخازن الجو الهوائي المخلخل لان ارتفاع الحرارة يزيد من انتاج غاز الاثلين ويشجع على زيادة مفعول الاثلين وتسبب زيادة سرعة التنفس مما يقلل او يضيع فائدة الخزن في جو هوائي مخلخل. يمكن الاستنتاج بانه كلما قل الضغط الجوي في المخزن يؤدي الى اطالة مدة حزن ثمار التفاح مع الاحتفاظ بقيمتها النوعية والغذائية.

ولقد وجد انه عند خزن اصناف التفاح مثل Jonathan, Mcintosh, Red Delicious في جو هوائي مخلخل يكون الضغط فيه 0.1 ضغط جوي فان الثمار تحتفظ بصلابتها ونكهتها لمدة طويلة أكثر مما هو في حالة الخزن في جو ذات ضغط اعتيادي

(Dilley and Dewey، 1973). كذلك وجد نفس الباحثين أن الخزن في جو هوائي مخلخل منع اصابة اصناف التفاح بالاضرار الفسلجية مثل Break down و Scald التي تحدث عند الخزن في مخازن الضغط الاعتيادي.

كي تنجح عملية الخزن في جو هوائي مخلخل يجب توفر الشروط التالية :

1- ان يكون بالامكان السيطرة على نسبة الاوكسجين.
2- ان يكون بالامكان المحافظة على رطوبة نسبية عالية في هواء المخزن تقارب 100% لتقليل الفقد بالوزن او ذبول الثمار.
3- تغيير هواء المخزن على فترات متقاربة للتخلص من الاثلين والمواد الطيارة والغازات الأخرى المتسربة الى خارج الثمار.
4- يجب ازالة حرارة الحقل من المحصول بسرعة ومن ثم بقاء حرارة المحصول ثابتة عند الدرجة المناسبة.

هذا وتوجد معاملات اضافية أخرى للتبريد مثل استعمال المبيدات الفطرية والبكتيرية واستخدام منظمات النمو اثناء الخزن واستعمال الاشعاع أو التشعيع باشعة كاما وغيرها.

المصادر:

العاني ، عبد الإله مخلف . 1985 . فسلجة الحاصلات البستانية بعد الحصاد . الجزء الأول والثاني. مطبعة جامعة الموصل . جمهورية العراق.