

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 (بزيادة 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 بـ 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 وتدرج 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

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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 بالإمكان 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 الكيماوية والفيزيائية 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 (Gas) Chromotography). أما في مجال العناية بالثمار فقد قطع هذا النوع من التكنولوجيا شوطا بعيدا . بحيث أصبح جني معظم الفواكه والخضر ميكانيكيا بالإضافة الى تحسين طرق التعبئة والنقل والتفريغ فأصبح مثلا تفريغ . صناديق التفاح بواسطة عمرها تحت الماء فيتم غسل الثمار ثم نقلها وتدرجها 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 كيميائية جديدة ذات مفعول جيد في مكافحة امراض التعفن في المخازن.

اما في مجال النقل فقد تم تطوير الشاحنات المبردة وعربات السكك المبردة والبواخر المبردة بالإضافة 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 بالإضافة الى تقليل قيمتها الغذائية وجمال منظرها .

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

مهما تفتنت معامل التعليب في المحافظة على نكهة المعلبات فإن 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 الكيماوية 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 والشرابين. اصف الى ذلك فقدان القيمة الغذائية نتيجة الطبخ والتقشير كفقْدان معظم الفيتامينات مثل فيتاميني (B,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 مجمل 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 للابتزاز 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 الغذاء 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 تجنباً 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

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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

ب . الاهداف الاقتصادية ومنها ما يلي :

1. تنظيم تسويق المحاصيل والتغلب على التباين في الاسعار ومنع تكديس المحصول في السوق خلال موسم انتاجه .
2. اطالة فترة ظهور المحصول في السوق بالتخزين 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 الانبات اثناء الخزن .
- 5- منع النمو او الاستطالة اثناء الحزن.
- 6 . مع الاضرار كما في حالة البطاطة والجزر.
- 7- منع استجابة المحاصيل للجاذبية الأرضية والجاذبية الضوئية.

فقدان الحاصل بعد الحصاد في البلدان النامية

يتراوح مقدار الفقد في الخضار 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 أو 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 الهرمونات النباتية أو منظمات النمو وسيضمن هذا الفصل مناقشة لدور الهرمونات 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 الهرمونات في المبايض يقل الى الحد الأدنى في هذه المرحلة. فقد وجد أن تركيز الجبرلينات Gibberellins والاكسينات Auxins يقل الى الحد الأدنى 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 الغذائية. 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 وتتكشم مما يدل

محاضرات مبادئ و خزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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 الهرمونات. ويكون التلقيح ضروريا لاضافة هذه الهرمونات 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 كيميائية تساعد على العقد والنمو. ان هذه المواد لا تكون 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 الهرمونات منها الأوكسينات والجبرلينات، ان مقدار الهرمونات 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 الهرمونات بسبب انقسام الخلايا وزيادة حجمها.

3- عقد الثمار

قد يحدث العقد بدون اخصاب وتسمى هذه الحالة بالعقد البكري Parthenocarpy 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

محاضرات مبادئ و خزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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 والساييتوكاينينات 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 تؤكد 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 للهورمونات 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 واليزاليا. 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.

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

ان سبب تشجيع نمو الثمرة والناجح عن وجود البذور يعود الى الهرمونات التي تنتجها هذه البذور. ومما يدعم هذه الحقيقة وجود تراكيز عالية للهورمونات فيها. كذلك فانه يمكن الاستعاضة عن وجود البذور باستعمال الهرمونات 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 والعب و الموز 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 والساييتوكاينينات 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 والوخ 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 .

المحاضرة الثالثة

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 سريعاً 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 منحنى نمو الثمرة. وتنقسم الثمار الى مجموعتين حسب نوع او شكل منحنى 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 والبراليا وثمار العائلة الفرعية ومعظم ثمار الخضراوات عدا الشليك. ويتميز منحنى 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 نسبياً وناتجاً عن انقسام الخلايا. وقد تستمر هذه الفترة من 3 - 4 اسابيع بالنسبة للتفاح ومن 6 - 8 اسابيع في الكمثرى

2 . المرحلة الثانية : - Stage II

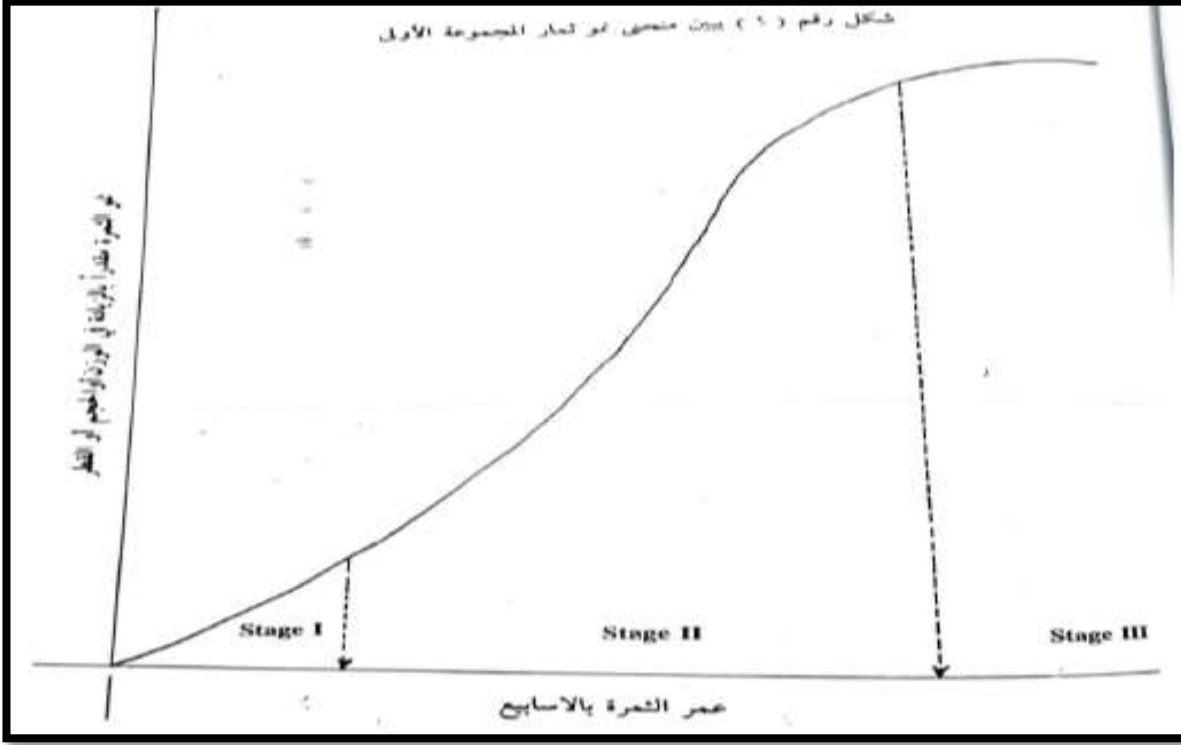
وتسمى هذه المرحلة بمرحلة النمو السريع ويكون معظم النمو في هذه المرحلة ناتجاً عن الزيادة في حجم الخلايا الا ان انقسام الخلايا قد يستمر في بعض الانواع مثل التمر والبرتقال والافوكادو. وتستمر هذه المرحلة لحين اكتمال حجم الثمار.

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 كيميائية

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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.



ب - المجموعة الثانية من الثمار

ويعتبر منحنى 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.

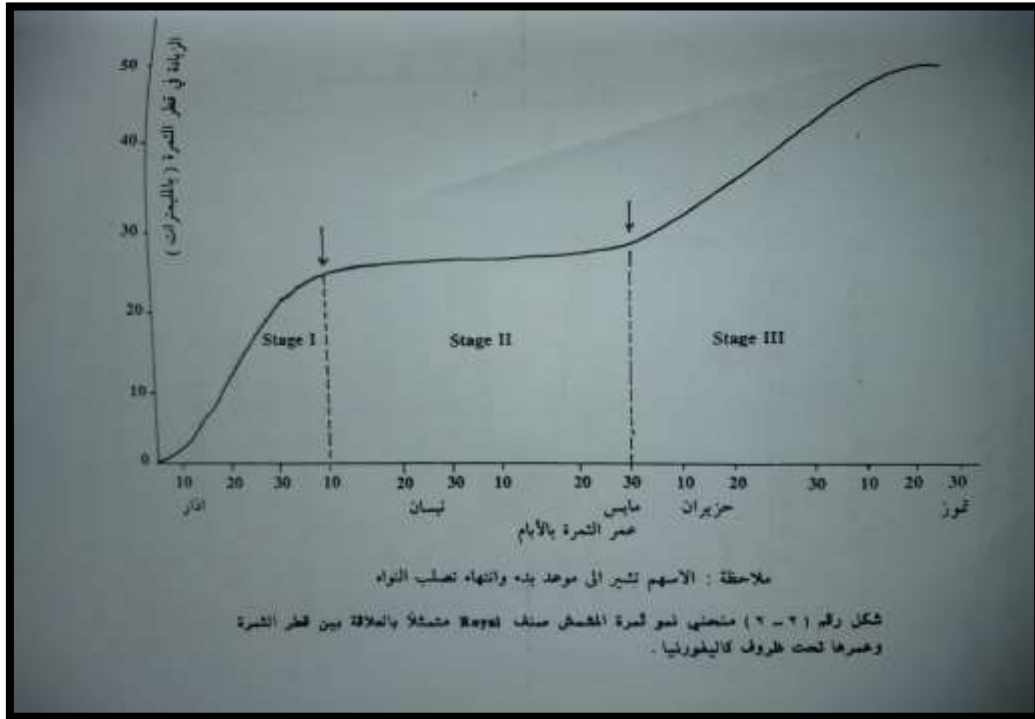
ان منحنى النمو الناتج عن العلاقة بين مقدار الزيادة في وزن او حجم او قطر الثمرة وعمرها أو موسم النمو يكون ذو دورتين اما منحنى النمو الناتج عن الزيادة في الوزن الجاف الثمرة خلال فترة النمو فيكون ذو دورة واحدة Single Sigmoid ، يمتاز منحنى النمو في هذه المجموعة بأنه يتكون من اربعة مراحل مختلفة من النمو تشمل فترتين من النمو السريع مفصولة بفترة من النمو البطيء أو عدم النمو. بالاضافة الى مرحلة البلوغ Maturation التي تتشابه تماماً مع مرحلة البلوغ لثمار المجموعة الاولى لتأخذ مراحل نمو ثمرة المشمش او الخوخ كمثال

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظرية - د. اياد طارق شيال العلم

الراحل نمو ثمار المجموعة الثانية. ويوضح الشكل منحنى نمو ثمرة المشمش على اساس العلاقة بين قطر الثمرة وعمرها وشكل العلاقة بين الوزن الطري لثمرة المشمش 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 الاندوسيرم بالنمو.



2 - المرحلة الثانية ، State II

محاضرات مبادئ و خزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

وفيها تتوقف الزيادة في وزن وحجم الثمرة ويصبح منحنى النمو على شكل خط مستقيم تقريبا وتسمى هذه المرحلة احيانا 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 الاوكسجين **(2,4,5-T) Trichloro phenoxy acetic acid** في حالة الخوخ والمشمش (Crane، 1969) كما في شكل رقم (٣ - ٤).

3 - 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 كيميائية 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**. يلي فترة النضج حدوث عملية التدهور أو الشيخوخة **Senescence** التي تؤدي الى موت انسجة الثمرة اثناء عملية التدهور تقل حيوية الخلايا بالتدرج ويتم استهلاك الطاقة المخزونة في الخلايا ويضمحل النشاط الانزيمي وتفقذ الثمار قيمتها الغذائية وتصبح غير صالحة للاستهلاك.

المحاضرة الرابعة

تصل الثمار الى مرحلة النضج بعد مرورها بسلسلة من التغيرات في اللون والطعم والنكهة والرائحة ونقل صلابة الثمار وتصبح صالحة للاكل. قد يحدث النضج على الاشجار او على النباتات 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 النباتات 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

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

الثمار التي لا تخزن النشا مثل الحمضيات. اما الثمار التي تخزن النشا مثل التفاح فتتضج فسلجيا على الاشجار ثم تتضج نضج نهائي Ripening بعد مدة من التخزين (Biale، 1964).

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

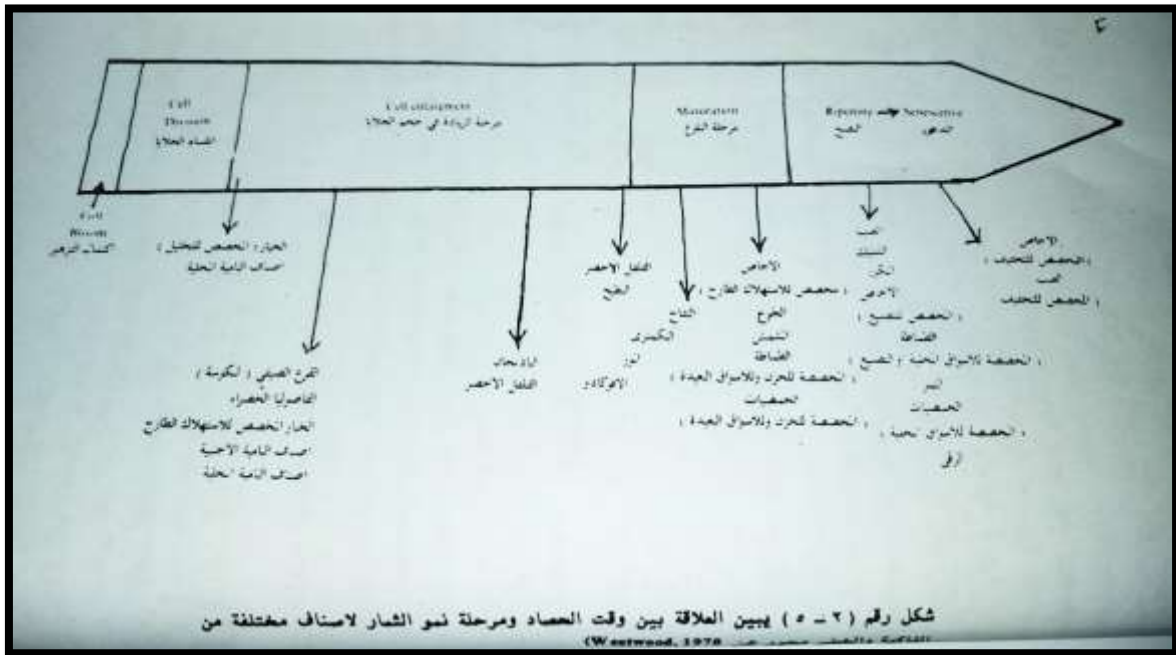
1- ثمار يتم حصادها قبل مرحلة النضج الفسلجي Maturation مثل ثمار الخيار والشجر والباامية والبادنجان والفلفل.

2- ثمار تحصد عند بلوغ مرحلة النضج الفسلجي لكنها تتضج 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 بيرى والطماطة.

قد يحدث النضج البستاني في مرحلة الزيادة في حجم الخلايا كما هو الحال في الخيار والقرع والباامية. أو يحدث في مرحلة النضج الفسلجي كما في التفاح والكمثرى 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.



محاضرات مبادئ و خزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

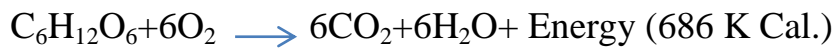
التنفس وعلاقته بالنضج والتخزين

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 .



يمكن تقسيم عملية التنفس الهوائي الى خطوتين رئيسيتين هما :

1 - عملية الكلايكوكوسس (Glycolals) :

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-po₄) او ان سكر الكلوكوز يتحول مباشرة الى

محاضرات مبادئ و خزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

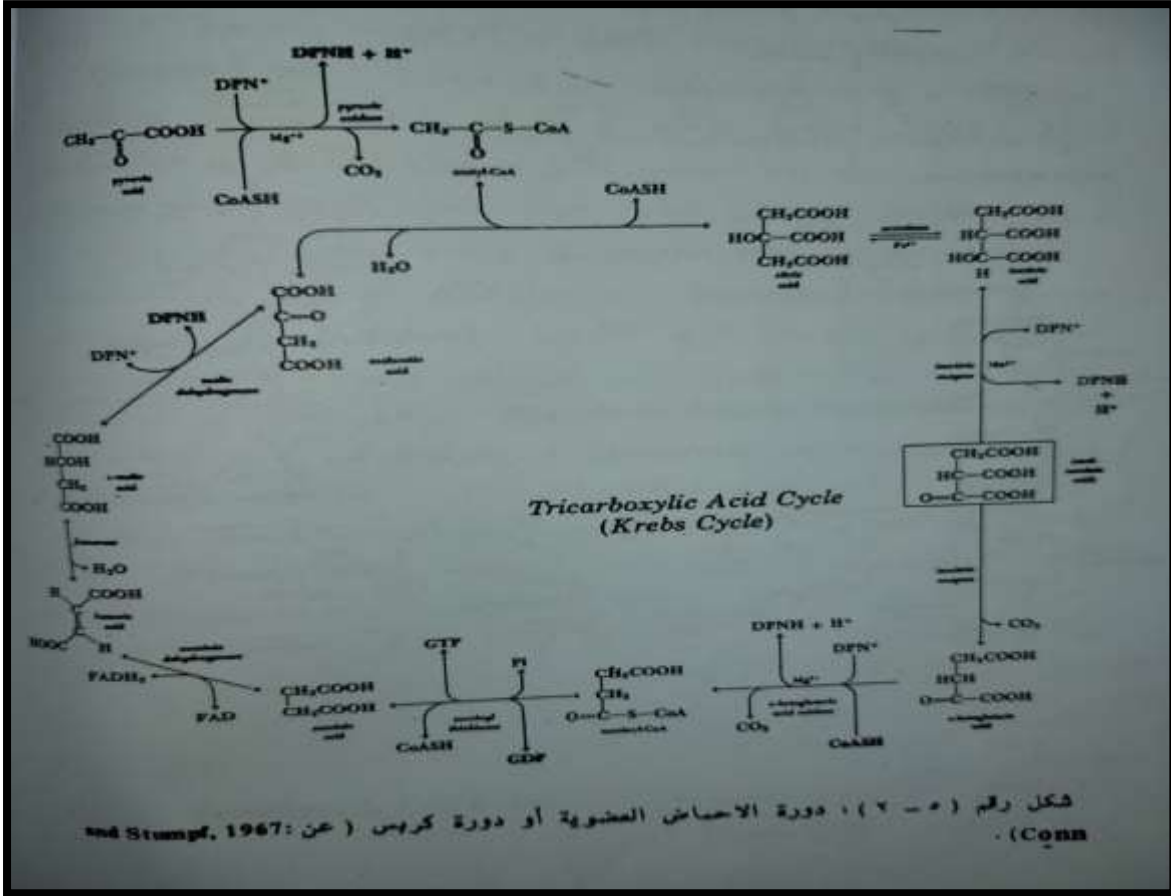
كلوكوز - 6 - فوسفيت بواسطة انزيم hexokinase ويتحول أيضاً أدينوسين ثلاثي فوسفيت (ATP) الى ادينوسين ثنائي فوسفيت (ADP) ثم يستمر التفاعل حيث يتحول كلوكوز - 6 - فوسفيت الى فركتوز - 6 - فوسفيت (Fructose-6- po₄) وبعدها يتحول الى فركتوز - 6,1 - فوسفيت (Fructose-1-6-po₄) ويتحول ATP إلى ADP ثم تنقسم جزيئي السكر السداسي وبواسطة انزيم الادلوليز (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 جزيئين 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)

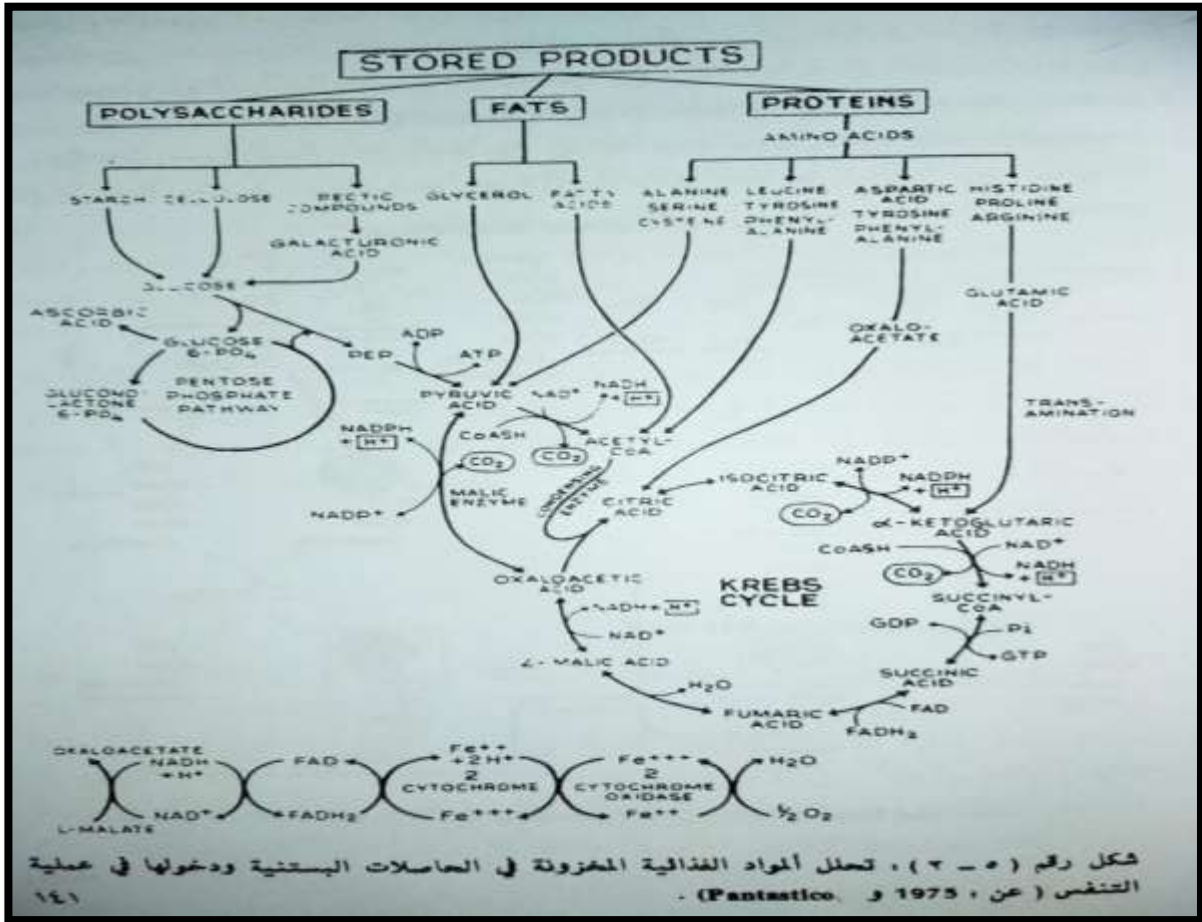
دورة كريبس (Krebs Cycle)

وتشمل سلسلة من التفاعلات والتي تحتاج إلى غاز الاوكسجين وفيها يتحول حامض البيروفيك إلى الماء وغاز ثاني اوكسيد الكربون حيث أولاً يتحد حامض البيروفيك مع حامض اوكزالواسيتيك است (oxaloacetic acid) ليتحول الى ثم يتحول بعدها الى حامض حامض الستريك (Citric Acid) Ketoglutaric Acid) وبعدها يتحول الى حامض السكسنيك (Succinic Acid) 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 (٤ - ٢) دورة الاحماض العضوية أو دورة كريس (عن Stumpf, 1967) (Conn)

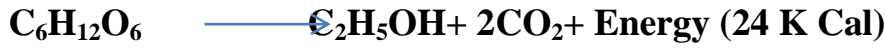
بعد الحصاد لذا يجب توفير التهوية الجيدة للحاصلات البستانية اثناء نقلها وتخزينها وتسويقها. كما وان المواد الغذائية كالكسكريات المتعددة والدهون والبروتين والتي تدخل في تركيب الحاصلات البستانية يمكنها ان تتحلل ذاتياً داخل الخلية لكي تدخل بعد سلسلة من التفاعلات الكيماوية في عملية التنفس وكما موضح في الشكل



المحاضرة الخامسة

التنفس اللاهوائي :

يقصد بالتنفس اللاهوائي (Anaerobic Respiration) او التخمر الكحولي (Alcoholic Fermentation) تحول السكريات إلى الكحول الأيثلي وغاز ثاني أكسيد الكربون وكما موضح في المعادلة المبسطة التالية :



وتتم عملية التخمر الكحولي بخطوتين الأولى تحول حامض البيروفيك وبواسطة انزيم البيروفيك كاربوكسليس (pyruvic carboxylase) الى مادة أسيت الدهايد (Acetaldehyde) و انتاج غاز ثاني أكسيد الكربون والخطوة الثانية هي تحول مادة أسيت الدهايد الى الكحول الأيثلي (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)، و اذا 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

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظرية- د.اياد طارق شيال العلم

المعدل الواحد ودرجة النضح لذا فان سرعة التنفس تختلف بين الحاصلات البستنية. وانه كأي عملية كيميائية حيوية تجد أن سرعة التنفس تتأثر بالعوامل الخارجة كدرجة الحرارة لذا فان عند ذكر سرعة التنفس لأي محصول يجب الإشارة 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 - 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 (عنية)	٢٠	٤٤
التفاح	٢٣	٢٠ - ١٢
الطماطة	٢٢,٢	٥١
البرتقال (فالينشيا)	٢١	٢٦
الذرة الحلوة (عرائيس غير مقشرة)	٢٢,٢	٢٦٧
الفاصوليا الخضراء	٢٢,٢	١٨٣
اليزاليا (قرون)	٢٢,٢	٣٠٦
اليزاليا (بنور)	٢٢,٢	٤١٨
الاسبركس	٢٢,٢	٢٧١
الخبس	٢٥	٥٥
السيانخ	٢٠	٧٠ - ٦٠
البطاطا	٢٢	١٤ - ٧

معامل درجة الحرارة (Q₁₀) وعلاقته بعملية التنفس :

من المعلوم بأن سرعة التنفس في الحاصلات البستنية يمكن قياسها بسهولة في المختبر وعلى أي درجة حرارية الا انه يمكن التوقع طول سرعة التنفس في أي مدى من الحرارة سواء كانت عالية او منخفضة وذلك باستعمال معامل درجة الحرارة (Q₁₀) ان هذا المعامل قد وضع من قبل العالم Van't Hoff والذي ينص على ان سرعة التفاعل الكيميائي تتضاعف لكل زيادة في درجات الحرارة مقدارها 10 م°.

R₂

$$=Q_{10} = \frac{\text{عدد ثابت مقداره (٢)}}{\text{R}_1}$$

R₁

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

حيث R_1 هي سرعة التفاعل على درجة حرارية معينة

R_2 هي سرعة التفاعل على درجة حرارية اعلى 10°C 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 $0-10^\circ\text{C}$ وانها بين 2-3 على درجة حرارة بين $10-32^\circ\text{C}$ ولكنها تصل إلى (1) على حرارة أعلى من 32°C 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 (RQ) Respiration Quotient

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

الأوزان الجزيئية من غاز ثاني اوكسيد الكربون المتحرر

معامل التنفس = -----

الأوزان الجزيئية من غاز الاوكسجين المستخدم

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

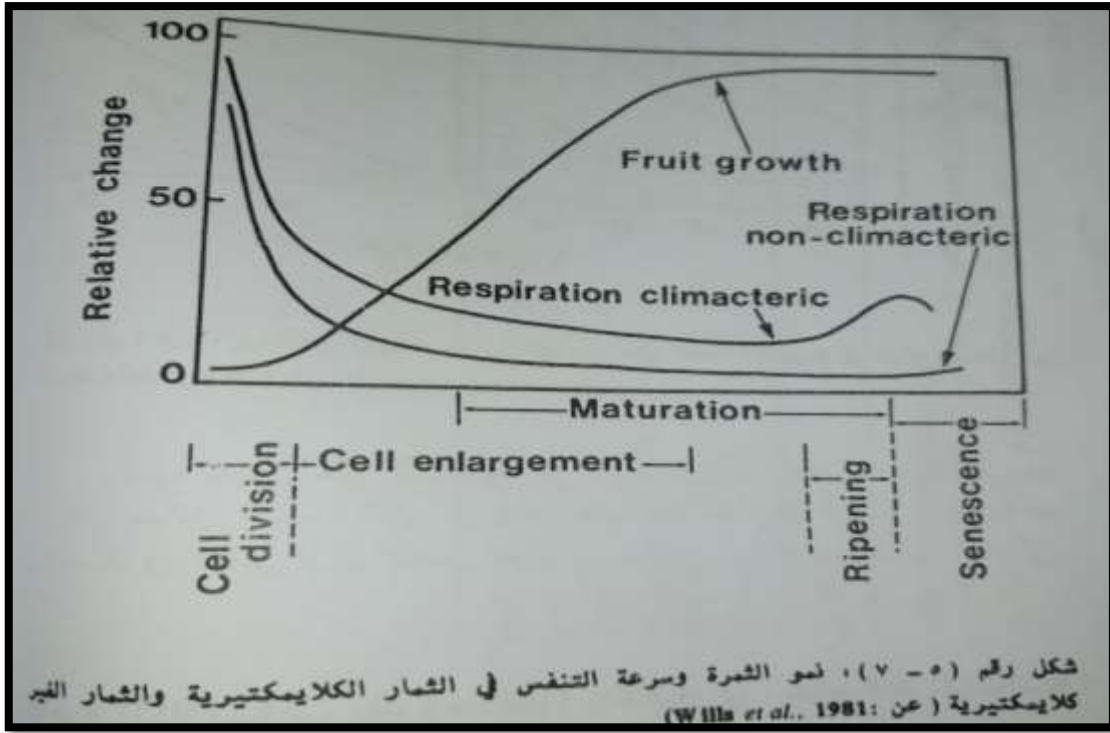
فاذا كانت قيمة معامل التنفس معادلة الى (1) فمعنى هذا ان المادة المستهلكة في التنفس هي المواد الكربوهيدراتية. اما اذا كانت قيمة معامل التنفس أقل من (1) فهذا معناه ان مواد كحولية او مواد دهنية كحامض Lanolinic Acid ($C_{12}H_{32}O_2$).

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.

ظاهرة الكلايمكتيريك وعلاقتها بالنضج في الحاصلات البستنية

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 اكتمال 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 الكلايمكتيريك (Climacteric) وان الغاية من خزن الحاصلات البستنية هو اطالة الوقت الذي تصل فيه هذه الحاصلات الى مرحلة الكلايمكتيريك وكذلك التقليل من ذروة الارتفاع الكلايمكتيري.

المحاضرة السادسة



ولقد درس علماء فسيولوجيا ما بعد الحصاد ظاهرة الكلايمكتيريك 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 لقطع الثمار وكذلك درسوا التغيرات الكيماوية والتشريحية والطبيعية والتي تحدث في الثمار اثناء مراحل النمو والنضج ولقد قسمت ظاهرة الكلايمكتيريك الى ثلاثة مراحل:

1- مرحلة ما قبل الكلايمكتيريك Pre-Climacteric Stage

2- قمة الكلايمكتيريك Climacteric Peak

3- مرحلة ما بعد الكلايمكتيريك 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 كالفوكادو يحدث الارتفاع الكلايمكتيري فيها بسرعة ووضوح بينما انواع اخرى من الثمار كالتفاح والعنبه والكمثرى مثلا يكون الارتفاع الكلايمكتيري فيها بطيئاً ومنخفضاً (شكل رقم 5-8) كما ان هنالك ثمار اخرى لا يلاحظ فيها اي ارتفاع كالبرتقال وعلى العكس من حدوث ظاهرة

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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 (Climacteric 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 (4-5).

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 الكلايمكتيريك تحدث في الثمار بعد الحصاد. اما بعض الباحثين فقد وجدوا بأن ثمار العنب صنف Thompson seedless تحدث فيه ظاهرة الكلايمكتيريك 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 كلايمكتيرية وإن هذا الاسراع يتناسب طردياً مع تركيز غاز الأثلين المضاف وكما موضح في الشكل رقم (9-5) (10-5).

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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 ما قبل 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 للصف 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 الكلايمكتيرية بعد وصول الثمار الى احسن مرحلة صالحة للاستهلاك مثل التفاح والموز.
- 3- ثمار تحدث فيها قمة الكلايمكتيريك قبل وصول الثمار تمام النضج مثل الطماطة.

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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 الكلايمكتيري 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 مثلاً 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 الكلايمكتيريك 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 الكربون أو النتروجين في هذا الجو ولقد وجد بأن هذا الجو يؤدي الى منع ظاهرة الكلايمكتيريك 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 Blenpied 1958) تقنية جديد يشمل وضع الثمار في اكياس من البولي ايثيلين وفي داخل هذه الاكياس نتيجة لعملية التنفس يزداد تركيز غاز ثاني اوكسيد الكربون 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

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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 الايثيلين يشجع ظهور الارتفاع الكلايمكتيري وأن الثمار التي وصلت الى مرحلة قمة الكلايمكتيريك غير حساسة للمعاملة بغاز الأيثيلين. كذلك بان وضع ثمار الموز الناضجة مع الثمار الغير ناضجة يؤدي الى تشجيع ظهور الكلايمكتيريك وان الثمار الناضجة لها نفس التأثير الذي يحدثه غاز الايثيلين حيث وجد بأن غاز الايثيلين ينتج طبيعياً من الثمار الناضجة (Gane 1935). كما أن الدراسات اثبتت بأن انتاج غاز الايثيلين في الثمار يكون بنظام معين وان غاز الايثيلين 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 الايثيلين هو احد منظّمات 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 الايثيلين اليها وكذلك مقدار غاز الايثيلين الذي تنتجه طبيعياً. لقد ثبت نتيجة التجارب بأن جميع الثمار تنتج غاز الايثيلين خلال مراحل نموها وتطورها ولكن الثمار الكلايمكتيرية تنتج كميات كبيرة جداً من غاز الايثيلين عند نضجها مقارنة بالثمار الغير كلايمكتيرية وهذا الاستنتاج قد ثبت عند قياس تركيز غاز الايثيلين 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 الايثيلين الذي تنتجه بين مرحلة التطور ومرحلة النضج اما الثمار الغير كلايمكتيرية فإن هذا المدى يكون ضيقاً.

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظرية - د. اياد طارق شيال العلم

ان اضافة غاز الأثلين بتركيز (0.1 – 1) مايكروليتر / ليتر / يوم يكون اعتيادياً بتركيز كافي للاسراع في نضج الثمار الكلايمكتيرية. وعلى العكس تجد ان اضافة غاز الأثلين إلى الثمار الغير كلايمكتيرية يؤدي إلى زيادة سرعة النفس وأن مقدار الزيادة في سرعة التنفس تتناسب طردياً مع تركيز غاز الأثلين المضاف وكما موضح في الشكل رقم (5-9). كذلك نجد أن الارتفاع في سرعة التنفس نتيجة لاضافة غاز الأثلين 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 (5 - 5) ، التركيز الداخلي لغاز الاثلين في الثمار الكلايمكتيرية والثمار الغير كلايمكتيرية . (عن Wills et al., 1981)

الثمار	تركيز غاز الأثلين (مايكروليتر / ليتر)
الكلايمكتيرية	
التفاح	2500 - 25
المرموط	80
الخوخ	20.7 - 0.9
التكتارين	6.2 - 3.6
الافوكادو	74.2 - 28.9
الموز	2.1 - 0.05
المانجو	3.2 - 0.04
Passion Fruit	530 - 166
المنجاص	0.23 - 0.14
الطماطة	29.8 - 3.6
الغير كلايمكتيرية	
الليمون	0.17 - 0.11
اللايم	1.96 - 0.30
البرتقال	0.32 - 0.13
الاناناس	0.40 - 0.16

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 تذلت عند اكتشاف جهاز Gas Chromatographic حيث بواسطة هذا الجهاز أصبح بالإمكان قياس مستويات واطئة جداً من غاز الاثلين وإلى حد 0.001 مايكروليتر لكل ليتر في عينة حجمها (1) مليلتر.

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظرية- د.اياد طارق شيال العلم

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

المحاضرة السابعة

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 الكربون : أن زيادة تركيز غاز ثاني اوكسيد الكربون 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 لا يظهر فيها الارتفاع الكلايماكتيري (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

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

تتراوح بين (1-2) ولقد وجد بأن خفض درجة الحرارة تؤدي الى تأخير ظهور الارتفاع الكلايماكتيري في الثمار.

2- تركيز غاز الاوكسجين وغاز ثاني اوكسيد الكربون : ان غاز الاوكسجين هو ضروري لعملية التنفس الهوائي ولذا يعمل على زيادة سرعة التنفس كما وان غاز ثاني اوكسيد الكربون 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 الكلايماكتيري اما في الثمار التي لم يلاحظ فيها الارتفاع الكلايماكتيري فوجد بأن المعاملة بالاثلين تؤدي الى زيادة سرعة التنفس كما في البرتقال والليمون أو الى حدوث الارتفاع الكلايماكتيري 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 البستنية 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 الكلايماكتيريك تكون سرعة التنفس فيها أعلى من الثمار التي في مرحلة قبل او بعد مرحلة الكلايماكتيريك.

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

6- **الاضرار الميكانيكية** : ان حدوث الاضرار الميكانيكية للحاصلات البستانية 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 المالك 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 وتدرج 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 الثمار هذا إضافة 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

محاضرات مبادئ و خزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

وخاصة الري والتسميد ومكافحة الآفات لأنه إذا قطعت الثمار قبل المرحلة المناسبة للقطف فإن نضج الثمار يكون غير طبيعياً وهذا يؤثر سلباً على طعمها ونكهتها وصفاتها الأخرى . كما أن فقدان الماء يكون أسرع وأكثر وعمر تخزينها أقصر وتكون معرضة أكثر للإصابة بالأمراض. أما إذا قطف الثمار في مرحلة متقدمة من النضج over - ripe فعندئذ تكون سهلة التعرض للرضوض أو الخدوش أثناء وبعد القطف كما أن كمية الثمار الساقطة على الأرض قبل القطف تكون كثيرة وإن عمر تخزينها قصير وتصبح أكثر تعرضاً للإصابة بالاضطرابات الفسجية إضافة إلى أن لونها يصبح داكناً والجلد دهني الملمس والطعم أقل استساغة من قبل المستهلك (Childers، 1976) يتضح مما سبق ذكره مدى أهمية 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 وأسعارها 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 لا تكون 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 وتقرن مع الحاصل الحقيقي بعد الانتهاء من القطف لملاحظة مدى دقة التقييم للاستفادة من ذلك مستقبلاً .

المحاضرة الثامنة

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

1 - الأيدي العاملة

يجب تقدير الأيدي العاملة اللازمة وضمان الحصول عليها منذ البدء بقطف الثمار وإلى 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 خدثها 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 مونتورنسي (1972) (Teskey and shoemaker) و 2.6 اسبوع - عامل للطن للمشمش (Ryall 1974) and Pentzer) وحوالي 80-100 كغم زيتون في العراق في اليوم الواحد.

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

القطف ما يلي :



أ- أن تكون سهلة الصنع والحمل وخفيفة الوزن.

محاضرات مبادئ و خزن المنتجات الزراعية النظرية - د. اياد طارق شيال العلم

- 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 اعاقه العامل.

وان حقائق قطف ثمار التفاح المستعملة بكثرة تتكون من اسطوانة معدنية خفيفة الوزن مقوسة من الجهة الأمامية ومستقيمة تقريباً من الجهة الخلفية (شكل تكون الأسطوانة مبطنه 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 لقلل النهاية السفلية للأسطوانة عند استعمال الحقيبة. حيث يتم سحبها نحو الأمام وتنزل كل حبل بعد عقدها في الزائدة الموجودة في كل جانب من جوانب الاسطوانة المعدنية يوجد للسطة حزام strips قوي يستخدم لحمل الحقيبة الى رقبة العامل أثناء الاستعمال. وعند لبس الحقيبة يجب أن يكون مستوى فتحها العليا بمستوى الذراعين عنه ثنيهما أفقياً ومستوى فتحها السفلى قريبة من الركبتين بحيث لا تصطم بهما أثناء العمل والتنقل في البستان وعند تفريغ الحقيبة ترفع نهايتي الحبلين من الزوائد الجانبية ويمسك بهما وينتهي 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 .

تهيئة السلاالم

يجب أن تكون السلاالم 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 السلاالم المستخدمة في البساتين على ارتفاع 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

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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 مثلاً.

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 تداولاً.

ب - وحدات التعبئة الحقلية (Field parks) يتم تعبئة بعض أنواع الفاكهة في الحقل مباشرة بعد قطفها. ومنها الفواكه اللبية (Berries) كالعنب والشليك والرازييري مثلاً 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 (4-7). وكانت تستعمل هذه الصناديق لنقل الفواكه لأغراض التصنيع ولكن في الوقت الحاضر تستعمل أيضاً لنقل الفاكهة لاستعمالها طازجة

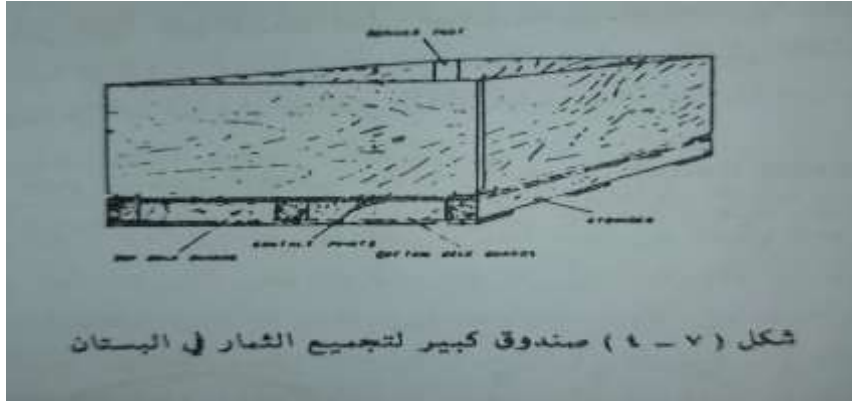
محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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.



المحاضرة التاسعة

تحديد موعد قطف ثمار الفاكهة

تصل جميع الفواكه النضوية 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 الفيزيائية والكيميائية - 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.

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

ويستعمل جهاز يسمى فاحص صلابة الثمار (fruit pressure tester) شكل (5-7) حيث توجد عدة انواع منه ولكن جميعها تعطينا مقدار القوة اللازمة مقدره 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 (0.8 سم) للكثيرى 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 اكمال 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 تقريباً. 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

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظرية - د.اياد طارق شيال العلم

أو انخفاض معدلات درجات الحرارة خلال موسم النمو عن معدلاتها الاعتيادية. كما ان كثرة الحاصل أو قلته عن الحاصل الاعتيادي يؤثر على تأخير أو تبكير موعد قطف الثمار.

3- اللون الاساسي Ground color

يتغير اللون الأساس (الأرضي) 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 بسبب 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 الأساس والذي تسببه صبغة الانثوسيانين الحمراء في اصناف التفاح ذات اللون الاحمر والزرقاء كما في الاجاص. يعتمد تكوين صبغة الانثوسيانين في الثمار على عوامل عديدة وفي مقدمتها درجة الحرارة والعناصر المغذية ورطوبة التربة وضوء الشمس واضرار اللحم (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

محاضرات مبادئ و خزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

الرطوبة الأرضية كثيرا خلال 1-3 اسابيع 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 تدرج الثمار باختلاف الصنف والمناطق المنتجة له.

5 - 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 أكثرها 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 تدرجه يعنى الحاصل. اما في حالة الفواكه الاخرى فيؤخذ عادة العصير الناتج منها أثناء قياس درجة

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

صلابة لحم الثمار وتقدر نسبة المواد الصلبة الذائبة الموجودة فيها) (Ryall and 1974 Pentrer).

6

المحاضرة العاشرة

- كمية النشاء

لقد سبق الكلام عن تحول كمية من النشا الى سكريات اثناء اكتمال النمو والنضج ويمكن تقدير النسبة المئوية لكمية النشا في الثمار (التفاح والكمثرى والمانكو) بواسطة صبغة اليود حيث يطلق على هذا الفحص بالاختبار اليودي للنشا Starch-Iodin 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 النشا فيها وتوضع في المحلول اليودي لمدة دقيقتين بعد ذلك تستخرج من المحلول وتغسل بسرعة بواسطة الماء الجاري وتفحص الشرائح، فالمناطق المحتوية على النشا يكون قد تحول لونها إلى الأزرق الداكن أو الى الاسود والمناطق المحتوية على السكريات تبقى بيضاء ومن مساحة المناطق الملونة يمكن تقدير كمية النشا 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 البني 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 تناسباً طردياً مع اقتراب موعد اكتمال النمو للثمار كما أن الظروف المناخية وعمليات الخدمة وكمية الحاصل على الشجرة تجعل الاعتماد على

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم
هذا المؤشر قليلة في قطف بعض الثمار. بينما اهميته تصبح اكثر في الاصناف الصيفية (المبركة) للنفاح وخاصة صنف Yellow Transparent.

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

9- سهولة فصل الثمار من النبات تزداد 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. الخزن في جو هوائي معدل (CA) Controlled Atmosphere Storage

تعتمد فكرة استخدام الجو الهوائي المعدل على اساس خفض نسبة الاوكسجين ورفع نسبة ثاني اوكسيد الكربون 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 الكربون 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 الكربون والاكسجين 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 - ٨) يبين الفرق بين المكونات الغازية لمخزن الجو الهوائي المعدل مقارنة بالمخزن الاعتيادي .

نوع الغاز	المخزن الاعتيادي	مخزن الجو الهوائي المعدل*
الايوكسجين O ₂	% ٢١	% ١٠ - ٢
ثاني اوكسيد الكربون CO ₂	% ٠.٣	% ١٥ - ١
الايروجين N ₂	% ٧٨	% ٩٥ - ٨٠
غازات اخرى (هيدروجين ، هليوم ، ميثان بحار الماء ، ...)	% ١	صفر - % ٥

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 (O₂) ورفع نسبة ثاني اوكسيد الكربون (CO₂) 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 اصناف 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 (Bushe) اي حوالي 440,000 طن متري من التفاح في مخازن الجو الهوائي المعدل حتى نهاية عام 1972 (Ryalland 1974) Pentzer, لقد وجد أن طريقة الخزن بالجو الهوائي المعدل أطالت فترة خزن بعض اصناف التفاح من 3 أشهر إلى 8 أشهر.

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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 وسائل نقل مثل السيارات وعربات السكك الحديدية مصممة لمنع تسرب الغازات اثناء الشحن، لذا فقد استعوض عنها باستعمال التبريد الميكانيكي اثناء النقل اما في الوقت الحاضر فقد تم تصميم وسائل نقل جيدة الصنع مخصصة لتوفير ظروف الجو الهوائي المعدل اثناء الشحن مما سيؤدي إلى التغلب على هذه المشكلة في المستقبل.

المحاضرة الحادية عشر

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

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

يمكن ازالة الزيادة من ثاني اوكسيد الكربون باستعمال الجير المطفئي Hydrated Lime تعمل هذه المادة على امتصاص ثاني اوكسيد الكربون 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 الكربون مع الجير $Ca(OH)_2$ يؤدي الى انتاج حرارة نتيجة تحوله إلى $CaCO_3$ مما يعمل على رفع حرارة الهواء، لذا فإن المواد التي تمتص ثاني اوكسيد الكربون 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 الكربون 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 الكربون 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 الجزئي مما يعمل على رفع نسبة الاوكسجين في هواء المخزن عن الحد المطلوب (Pantastico 1975).

اما بالنسبة للأوكسجين فيمكن التخلص منه باستبداله كلياً أو جزئياً بالنايتروجين في بداية عملية الخزن، أو يمكن امرار هواء المخزن مع الغاز الطبيعي Natural gas او غاز البروبان Propane واحرقه في افران خاصة للتخلص من الاوكسجين ومن ثم تنظيم نسبة ثاني اوكسيد الكربون في الهواء وتبريده واطافة الرطوبة المناسبة اليه واعادته الى جو المخزن، لكن المشكلة ان الاوكسجين يستهلك بعملية التنفس اثناء الخزن فتتخفض 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 واطافة 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).

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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 Scrubbers 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 الكربون 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 الثانية عشر

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

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظرية - د. اياد طارق شيال العلم

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 بطيء جميع الفعاليات الحيوية داخل الثمار. لقد وجد ان رفع نسبة ثاني اوكسيد الكربون 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 الكربون 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 وبدا 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.

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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

أ - 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 الاناناس Pineapples (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 تنضج خلال 30 يوم عندما تكون نسبة الاوكسجين مساوية لنسبته في الهواء الاعتيادي (21%).

ب - 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.

ج - حدوث التخمر الكحولي في التراكيز القليلة جداً من الاوكسجين :

عند انخفاض نسبة الاوكسجين عن حد معين نجد ان نسبة ثاني اوكسيد الكربون الناتج من التنفس الى الاوكسجين المستهلك تكون عالية مما يشير الى حدوث عمليات التخمر 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.

المحاضرة الثالثة عشر

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 الكربون عالية ونسبة الاوكسجين لم تكن واطئة للحد المانع لانتاج وعمل الاثلين (Blanpled and Hansen, 1969).

2- الاثار الفسلجية الناتجة عن ارتفاع نسبة ثاني اوكسيد الكربون

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

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

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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

ب- إيقاف 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 السكسينيك 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 الكربون في هواء المخزن.

أ - تأثير ثاني اوكسيد الكربون على ظاهرة الكلايمكتيرك

لقد وجد أن زيادة ثاني اوكسيد الكربون 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 الكربون الى تقليل ذروة الارتفاع الكلايمكتيري Climacteric Peak بمقدار 40% عما هو في الهواء الطبيعي. بالاضافة الى تأخير حدوث ظاهرة الكلايمكتيرك بمدة 20 يوم عما هو في الجو الاعتيادي (Young and Biale, 1972)

ب - تكوين نكهة غير مرغوبة عند زيادة ثاني اوكسيد الكربون :

عند رفع نسبة ثاني اوكسيد الكربون 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 (Norman and Craft, 1971) Ethanol احيانا يرافق النكهة الغير المرغوبة تكوين لون او الوان غير مرغوبة في الثمار.

ج- زيادة الاس الهيدروجيني (PH) ونقص تركيز حامض الاسكوريك :

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

وجد أن رفع نسبة ثاني أكسيد الكربون 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 أكسيد الكربون 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 الكربون :

ارتفاع نسبة ثاني اوكسيد الكربون 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 اوكسيد الكربون في هواء المخزن بنسبة معتدلة يؤدي الى منع ظهور بعض الاضرار الفسلجية الأخرى مثل لفحة التخزين Scald في التفاح. كما وجد أن زيادة ثاني اوكسيد الكربون 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 الكربون زادت شدة الضرر (Pantastico, 1975).

هـ - ايقاف نمو الفطريات :

لقد وجد ان استعمال التركيز المناسب من ثاني اوكسيد الكربون 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 اوكسيد الكربون عن الحد المناسب سيؤدي الى موت خلايا الثمار مما يساعد على نمو الفطريات عليها. أن منع أو تثبيط نمو بعض الفطريات تعتبر فوائد الخزن في جو هوائي معدل.

و - تأثير ثاني اوكسيد الكربون على انتاج وعمل الاثلين :

كما هو الحال في اثر الاوكسجين على الاثلين فان تأثير ثاني اوكسيد الكربون على انتاج وعمل الاثلين يعتبر ذات اهمية بالغة في فسلجة الثمار بعد الحصاد . ان زيادة تركيز ثاني

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظرية- د.اياد طارق شيال العلم

اوكسيد الكربون يؤدي الى منع الاثلين من تشجيع النضج . لقد وجد ان ثاني اوكسيد الكربون يمنع غاز الاثلين من انضاج الموز بدرجات الحرارة الاعتيادية. اذا كان تركيز الاثلين في المخزن يساوي 100 جزء بالمليون جزء فان كمية ثاني اوكسيد الكربون اللازم لايقاف او منع تأثير الاثلين تساوي 10%. ان ثاني اوكسيد الكربون يعتبر كمانع منافس Competitive Inhibitor لانتاج وعمل الاثلين وان ثاني اوكسيد الكربون يتنافس مع الاثلين على موقع خاص على سطح المستقبل Receptor Site والذي قد يكون نوع من الانزيمات كما اوضح ذلك الباحثان Burg و Burg عام 1965 . كذلك يعتبر ثاني اوكسيد الكربون كمانع او مثبت لعمل الانزيمات التي تساعد على انتاج الاثلين من الخلايا النباتية.

المحاضرة الرابعة عشر

4- التداخل بين تأثيرات الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون 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 الكربون وتقليل نسبة الاوكسجين لجعل ظروف الخزن في جو هوائي معدل مثالية. كذلك يضاف الى العوامل الثلاثة المذكورة تقليل او ازالة الاثليين 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 و الاوكسجين 3-5% وثاني اوكسيد الكربون 3-5% علماً ان هناك تداخل بين عوامل الخزن الثلاثة ان تعريض الثمار الى ظروف غير مناسبة يزيد حساسيتها الى احد العوامل الثلاثة مثلاً الضرر الفسلجي المسمى بالقلب البني Brown Heart في التفاح الناتج عن زيادة تركيز ثاني اوكسيد الكربون 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 الكربون 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.

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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 الكربون 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 الكربون 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 فإن انخفاض نسبة الاوكسجين عن حد معين وزيادة نسبة ثاني اوكسيد الكربون تؤدي الى تكوين نكهة ورائحة مشابهة 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 لفة 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 سيقال 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).

المحاضرة الخامسة عشر

بهذه الطريقة امكن مضاعفة عمر الموز عندما خزن تحت ضغط يعادل 0.5 من الضغط الجوي وأمکن 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 البيئية للثمار.
- (2) تقليل نسبة الاوكسجين في المسافات البيئية للثمار مما يقلل سرعة التنفس الى أقل ما يمكن (Badgerth، 1947).
- (3) تقليل او منع انتاج الاثلين نتيجة تقليل تركيز الاوكسجين (et al, 1978 Loughed,).
- (4) تقليل أو منع العمليات الكيميائية المرافقة للنضج.
- (5) منع الاضرار الفسلجية التي تصيب الثمار اثناء الخزن كما في حالة خزن التفاح خاصة عند تخفيض الضغط الجوي الى 0.1.
- (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 البيئية من 21% الى 2.1% وبذا يؤدي الى تقليل سرعة التنفس ويقلل انتاج الاثلين. كذلك فإن تقليل الضغط الجوي في المخزن الى 0.1 يؤدي الى تقليل تركيز الاثلين في المسافات البيئية الى العشر (Ryall and Pentzer، 1974) أن هذه الطريقة من الخزن تعتبر

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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 والاكسجين في المسافات البيئية لانسجة الثمرة. يعتمد مفعول الجو الهوائي المخلخل على تركيز 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 المسافات البيئية للثمرة سينخفض الى 10 جزء بالمليون.

ان وجود الاثلين بهذا التركيز بداخل المسافات البيئية 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 جميع 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.

محاضرات مبادئ وخزن المنتجات الزراعية النظري- د.اياد طارق شيال العلم

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 تنتج 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 الاثليل 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 .