إعداد وتخزين حاصلات بستانية
جزء الفاكهة
HANDLING AND STORAGE OF HORTICULTURE CROPS

محاضره ٣

د/محمد سعد جاويش

مدرس بقسم الفاكهة

كلية الزراعة – جامعة دمياط

عناصر المحاضره

١

- تأثير العمليات الزراعية على تداول الثمار بعد الحصاد

٢

- أهم العمليات التي تجرى على الثمار بعد القطف

٣

- تخزين ثمار الحاصلات البستانية

١- تأثير العمليات الزراعية على تداول الثمار بعد الحصاد

تتأثر صفات جودة الثمار وقابليتها للتداول والتخزين بالعمليات الزراعية التى تجرى على الاشجارمثل:

١- التسميد : حيث ان لكل نوع احياجات سمادية واعطاء النبات احتياجاته المثلى من العناصر الغذائية وخاصة **N, P, K, Ca, Mg** وغيرها من العناصر الغذائية الصغرى ووجد ان الاسراف فيها او التقليل منها له تاثيراتة السلبية على الثمار كما في الامثلة الاتية:-

- **زيادة التسميد النتروجينى** يسبب أضرار فى جودة الثمار تتمثل فى زيادة استطالة الخلايا مع ضعف جدرها وزيادة حجم الثمرة وكذلك تاخير النضج ويقلل من تلوين الثمار وزيادة حموضة عصير الثمار مما يؤدي إالى ضعف قدرتها التخزينية

- **زيادة التسميد الفوسفورى** : يقلل سمك القشرة و يقلل جموضة عصير الثمار و يصحبه نقص حامض السكوربيك (**Vit C)** و يزيد درجة تلوين الثمار فى الخوخ والتفاح حيث يحد من امتصاص النتروجين

-**البوتاسيوم:** يحفز تكوين البروتينات والأحماض النووية **(DNA, RNA** و تكوين الانزيمات اللازمة للعديد من الوظائف الحيوية وكذلك يحفز التنفس والبناء الضوئى وتكوين الكربوهيدرات وانتقالها وتخزينها فى الثمار والدرنات. والتسميد البوتاسى المتوازن يحسن خواص الثمار الطبيعية والكيميائية مثل زيادة السكريات والتلوين وزيادة البوتاسيوم يجعل الثمار صغيرة الحجم ذات قشرة سميكة ولون غير طبيعى وتزيد خشونة وسمك القشرة فى ثمار الموالح

- **الكالسيوم:** يدخل فى تركيب بكتات الكالسيوم التى يتكون منها الصفيحة الوسطى بجدر الخلايا. يؤدى إلى زيادة صلابة الثمار وزيادة محتواها من فيتامين ج وزيادة قابليتها للتخزين والتسويق و يقلل أو يمنع تعفن الطرف الزهرى فى الطماطم و التميع المائي او التتييل في التفاح. و **يؤدي نقص الكالسيوم** يسبب امراض فسيولوجية للثمار مثل التبقع الفلينى فى الكمثرى والنقر المره فى التفاح.

- **المولبيدنم**: يشترك فى تمثيل النترات واختزالها إلى أمونيا وفى حاله نقصه تتراكم النترات مما يزيد سمية الثمارويجعلها غير صالحة للتداول والتصدير . كما يؤثر على تكوين فيتامين C

٢- الري: الري المتوازن خلال موسم النمو يؤدي الى الحصول على ثمار ذات صفات جيده وتؤدي قلة الري الي صغر حجم الثمار وقلة جودتها كما تؤدي زيادة الري وخاصة قرب النضج الى قلة جودة الثمار حيث تصبح قليلة الصلابه وتقل المواد الصلبة الذائبة وتتشقق الثمار مما يجعلها عرضة للاصابات المرضية ويؤثر على قابليتها للحفظ والتداول

٣- عملية التحليق Ringing or Girdling: التحليق هو عبارة عن إزالة حلقة من القلف بما فيه من اللحاء بإتساع ٢-٥مم ويجرى على جذع الشجرة أو أفرعها ويمنع هذا الإجراء حركة المواد الغذائية والهرمونات المخلقة بالأوراق وإتجاهها للجذورفتتراكم أعلى منطقة التحليق.مما يؤدي الى زيادة حجم الثمار .وتبكير وصول الثمار إلى مرحلة النضج وتبكير الجمع.و زيادة اللون وزيادة نسبة السكر فى الأصناف الملونة كما في العنب

٤- خف الثمار : يفيد الخف في الحصول على ثمار كبيرة ذات صفات جيدة في التلوين وحتواها من السكريات

٥- عملية التقليم: حيث يؤدي التقليم الى تحسين جودة الثمار عن طريث عمل التوازن بين المجموع الخضري والثمري وتعريض الثمار للضوء مما يحسن تلوينها وصفات جودتها كما ان اهمال التقليم او اجراء التقليم غير المتوازن الى ضعف المحصول كما ان التقليم الخاطئ يودي الى التاثير على جودة الثمار

٦- استخدام منظمات النمو المختلفة: حيث تستخدم منظمات النمو المختلفه في تحسين جودة الثمار كالجبريللينات والسيتوكينينات في العنب والايثيريل في تلوين ثمار العنب والتفاح ووجد ان عدم مراعاة التركيز والوقت المناسب في استخدامها يؤدي للاضرار الشديد بالثمار وجودتها

٧- اختيارالميعاد المناسب لقطف الثمار: حيث يجب تحديد الميعاد الامثل لجمع الثمار تبعا لمراحل النمو المختلفة سواء كان في مراحل اكتمال النمو او مراحل متقدمه او متاخره من النضج حيث ان التاخير او التبكير اكثر من الازم يؤدي الى ضعف قدرة الثمار على التداول و التخزين فضلا عن قلة جودتها

٢-أهم العمليات التي تجرى على الثمار بعد القطف

- هناك بعض العمليات التي تجرى على الثمار بعد قطفها تمهيدا الى طرحها في الاسواق وذلك في اماكن مخصصة تسمى بيوت التعبئة **Packing Houses** وتقام بالقرب من المزارع والغرض منها تسهيل تداول الثمار والحفاظ عليها عن طريق بعض العمليات اهمها:

- **١- التبريد الأولى او السريع Fast cooling or Precooling**
- عبارة عن خفض درجة حرارة الثمار (وذلك بهدف التخلص من درجة حرارة الحقل) إلى قرب أو عند درجة الحرارة المراد تخزين أو شحن الثمار عليها ويفضل إجراء ذلك بأسرع مايمكن.

- **أنواع التبريد السريع**

- التبريد بدفع الهواء **Forced air cooling**
- التبريد بالتفريغ **Vacuum cooling**
- التبريد بالثلج **Ice cooling**
- -التبريد بإستخدام الماء البارد **Hydrocooling**
- التبريد بالتفريغ مع إستخدام الماء **Hydrovacuum cooling**
- - التبريد بالثلج الجاف **Sold Co_2**

٢- غسيل وتنظيف الثمار واضافة المطهرات الفطرية والتجفيف بعد التنظيف Cleaning and drying

٣- عملية الفرز Sorting لاستبعاد الثمار المصابة والتالفه والغير مطابقة للمواصفات

٤- تدريج الثمار Grading والتحجيم Sizing على حسب المواصفات المطلوبه على حسب كل نوع

حوض الغسيل والتطهير

دخول الخام على سير التغذية

عملية التحجيم

غسيل الثمار بالصابون

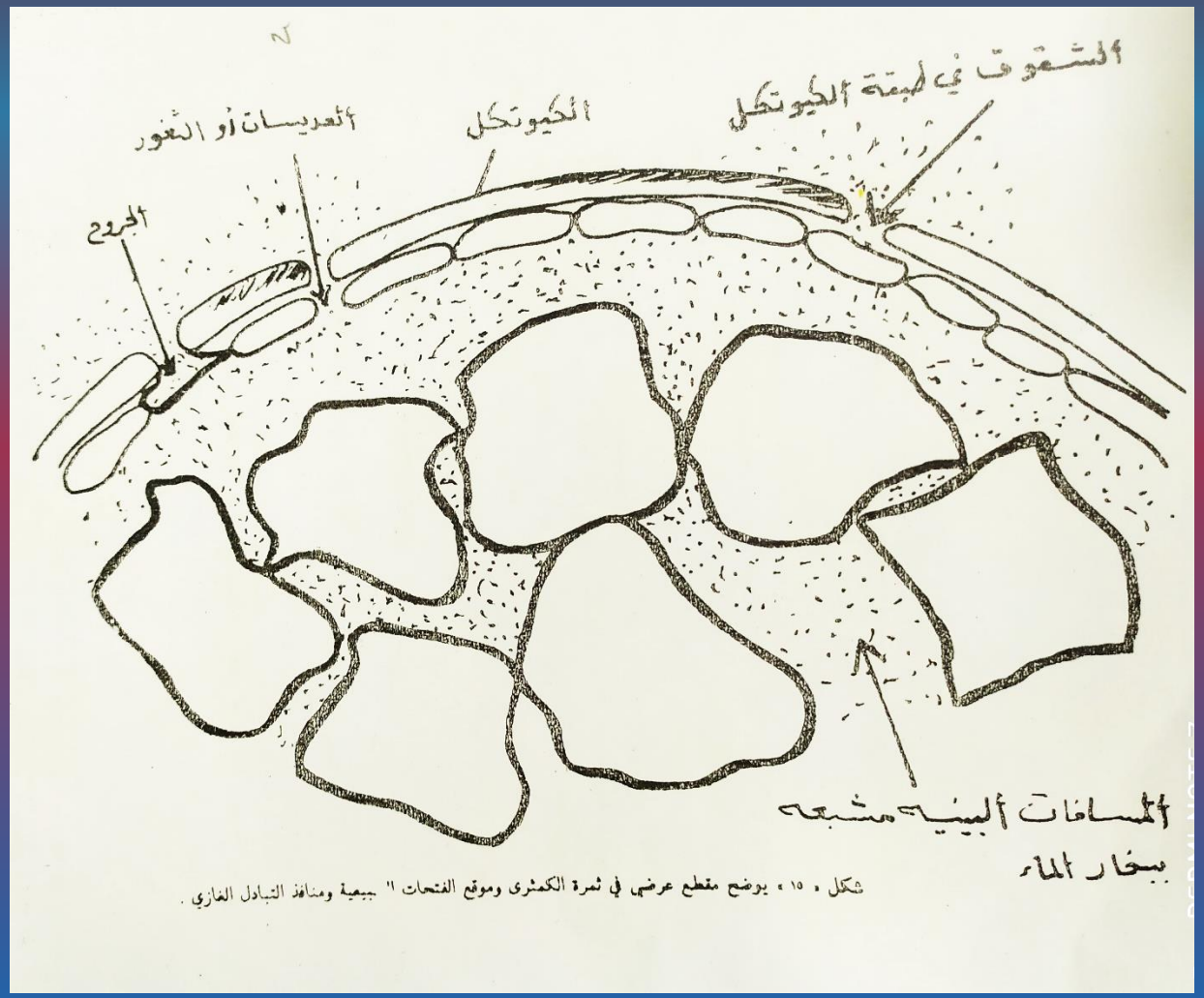
الفرزة الأولي

- ٥- التشميع Waxing: ويقصد به طلاء اسطح الثمار بطبقة شمعية رقيقة بهدف سد الفتحات الطبيعية كالثغور والعديسات بهدف تقليل النتح وفقد الماء مما يطيل عمر الثمار وكذلك تكسب الثمار لمعانا مما يزيد من جاذبية المستهلك لها ويزيد قيمتها النقدية والتسويقية

ويجب عدم زيادة سمك طبقة الشمع حتى لا يعيق التبادل الغازي بالثمار وزيادة تراكم الايثيلين وثاني اكسيد الكربون وقلة الاكسجين ممايسبب اضرار فسيولوجية مثل القلب البني والتخمر الكحولي نتيجة للتنفس الاهوائي

ويتم التشميع باستخدام شمع البرافين او الكارنوبا او شمع العسل وذلك بعدة طرق (الغمر – الرش- الفرش الدائرية)

عملية التشميع لغلق الثغور



شكل ١٥ : يوضح مقطع عرضي في ثمرة الكمثرى وموقع الفتحات "بيبعية ومنافذ التبادل الغازي .

الفتحات والثغور التي تقوم بالتبادل الغازي في قشرة الثمار

٦- عملية التلوين Colouradding

- ويقصد بها اضافة اللون المميز للصنف الى الثمار وذلك قد يكون قبل الجني برش بعض المواد على الاشجار مثل الايثيريل في التفاح والكمثرى والتين وذات النواه الحجرية (لاغراض التصنيع) او قد يتم اضافة اللون بعد الجمع وتشجيع تكوينه في عملية الانضاج الصناعي باستخدام الاثيلين او الاسيتيلين او NAA, 2,4,5 T (Trichlorophenoxyacetic acid)
- او قد يتم اضافة بعض الالوان النباتية الطبيعية بعد قطف الثمار كما في تلوين ثمار الموالح المختلفة

• ٧- الانضاج الصناعي Artifecial Ripening

هناك بعض انواع من الفاكهة لاتنضج ثمارها طبيعيا مهما تركت على الاشجار واذا تاخر قطفها عن مراحل اكتمال النمو فانها يحدث بها تغيرات فسيولوجية ضارة وتتشقق وتكون عرضة للتساقط والاصابة بالامراض وتنعدم قيمتها التسويقية مثل ثمار الموز والكاكي بعض اصناف التفاح والكمثرى والزبدية وبعض اصناف المانجو لذلك لابد من اجراء عملية الانضاج الصناعي لها

وهي عملية يستخدم فيها بعض المعاملات وتعريض الثمار للمواد الكيماوية كالايثبين والاسيتلين مما يسرع من التحولات داخل الثمره وتسريع النضج بظهور اللون المميز وزيادة السكريات واختفاء الطعم القابض وزيادة طراوة الثمار

طرق الإنضاج الصناعي

أ- طريقة الخدش والتجريح : وتستخدم في التين وتعتمد على تنشيط انتاج الايثيلين عن طريق الحث الذاتي من الثمار نفسها ولم تعد تستخدم الا في نطاق محدود لاضرارها بالثمار

ب - طريقة الكمر: ويستخدم فيها الاكياس البلاسيكية او ورق الجرائد او القش اوالتبن وتعتمد على تراكم الحرارة الحيوية للثمار ممايزيد من انتاج الايثيلين ويسرع من النضج ومن اهم عيوبها بطئها وزيادة نسبة التالف

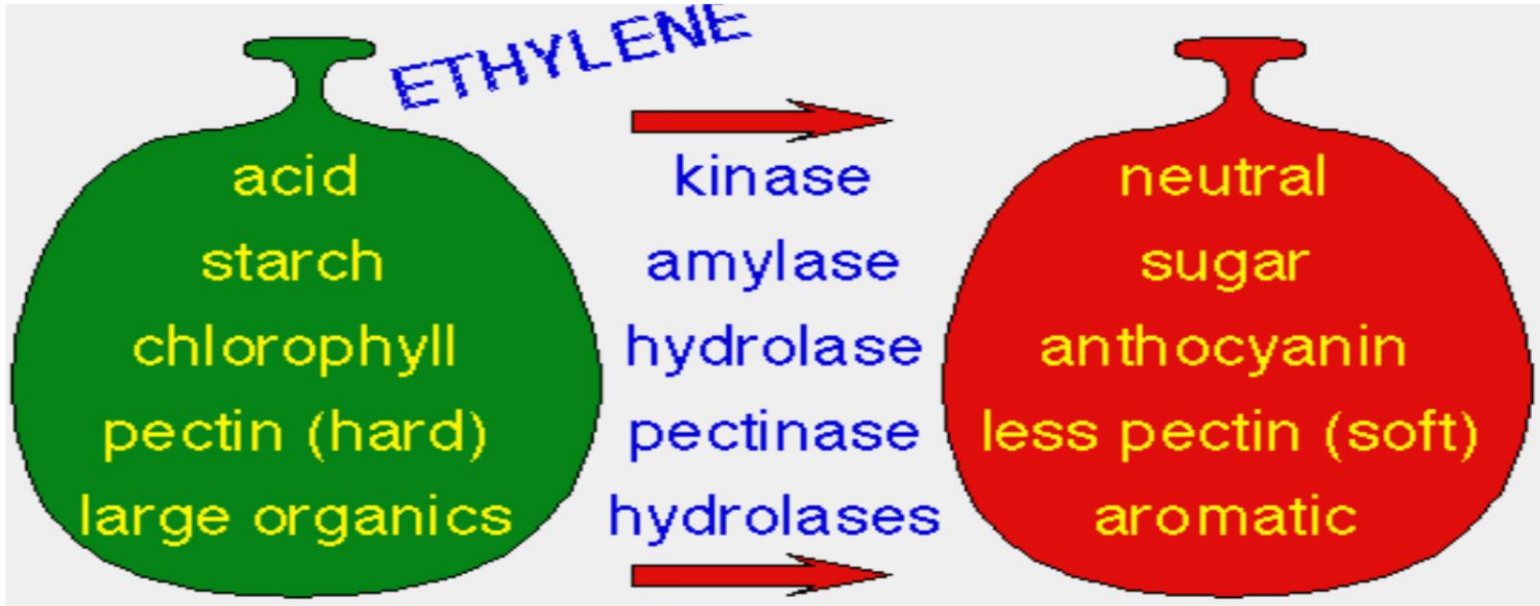
ج - الغرف المحكمه : وفيها تستخدم غرف خاصة تحت درجة حرارة ٢٥-٣٠ م ورطوبة من ٨٠-٩٥ % ممايسرع العمليات الحيوية وتراكم الغازات والايثيلين وتستخدم مع الطماطم والموز

د- طريقة مواقد الفحم والكيروسين : وتتم في غرف مغلقة ويساعد احتباس الدخان المتصاعد على تراكم الغازات ومنها الايثيلين والاسيتيلين مما يؤدي الى النضج ومن اهم عيوبها انها بطيئه بالاضافة الى عدم تجانس نضج الثمار في وقت واحد

هـ - استخدام غاز الاسيتلين : ويم عن طريق استخدام كاربيد الكالسيوم ورشه بالماء مما يؤدي الى انطلاق الاسيتيلين ويساعد على نضج الثمار ومن اهم عيوبه انه شديد الانفجار والخطوره وسام للانسان ويحتاج عنايه خاصة عند التعامل معه وعدم تجانس النضج في الثمار المعامله بالاضافة الى قلة فعاليته بالمقارنه بالايثيلين حيث تقل كفائته عن الايثيلين بمقدار ١٢٥٠٠مره

و- استخدام غاز الايثيلين: ويعتبر من افضل الطرق واكفأها واكثرها استعمالا لزيادة فعاليته حيث يستخدم بتركيزات صغيره جدا كاجزاء من المليون ويتلخص تاثيره في تنشيط انزيمات التحلل مثل الكلوروفيليز **chlorophphyllase** الذي يؤدي الى تحطم اللون الاخضر وظهور اللون المميز للصنف كما يساعد على تنشيط انزيمات تحلل النشا كاالفاميايز ويحولها الى سكريات والبروتينات والبكتينات الى بكتين ذائب وكذلك ذوبان التانينات واختفاء الطعم القابض

- ويستخدم الاثيلين في الانضاج في صورة غاز بتركيزات من ١٠٠ – ١٥٠ جزء في المليون بطريقة مباشره من مولدات الايثيلين او يستخدم الايثيريل الذي عند تكسيره ينطلق الايثيلين



Action of Different enzymes

ز- استخدام مشتقات الاوكسينات (مركبات الفينوكسي 2,4,5 T & 2,4-D) وذلك بتركيزات منخفضة ١٠-٢٠ ppmقبل قطف الثمار يسرع من النضج في التفاح والخوخ والتين والكمثرى

- **ي- مركبات نفثالين حمض الخليك NAA** : حيث تؤدي الي تحسين التلوين والنشاط الانزيمي الذي يساعد في اسراع التغيرات الكيماوية نحو النضج

ويلاحظ ان الثمار كى تستجيب لعمليات الانضاج الصناعى يجب ان تكون وصلت لمرحلة اكتمال النمو المناسبة

ممزات وعيوب الانضاج الصناعي

- **المميزات**
- ١- توفير الثمار قبل موسمها المعتاد عن طريق الجمع في مراحل مبكره من اكتمال النمو وعمل انضاج صناعي لها وتسويقها مبكرا
- ٢- اطالة مدة عرض المحصول في السوق عن طريق الجمع في مرحلة اكتمال النمو وتخزينها في الثلاجات وانضاجها صناعيا على فترات مما يحقق ربح عالي
- ٣- زيادة تحمل الثمار لعمليات التداول والشحن والتصدير بقطفها في مراحل اكتمال النمو وهي خضراء صلبة وشحنها الى اماكن بعيده وانضاجها قبل التسويق مباشرة وبالتالي تقليل نسبة التالف
- ٤-تحسين خصائص الطعم والنكهة وازالة اللون الاخضر والطعم القابض وتحسين قوامها
- ٥- اجراء الحصاد الميكانيكي للثمار وذلك بالانضاج قبل الجني مثل ثمار التين والكمثرى المعده للتصنيع مما يقلل عدد مرات الجني

العيوب

١-الانضاج الصناعي يقلل من قابلية الثمار للتخزين

٢-سرعة تلف الثمار نتيجة لسرعة التنفس وزيادة انتاج الايثيلين لذلك يجب الا تطول الفتره من الانضاج للاستهلاك

٣- هناك بعض الانواع لاتستجيب للانضاج الصناعي بعد الجني مثل العنب والتين لذلك يفضل اجراء انضاجها قبل القطف

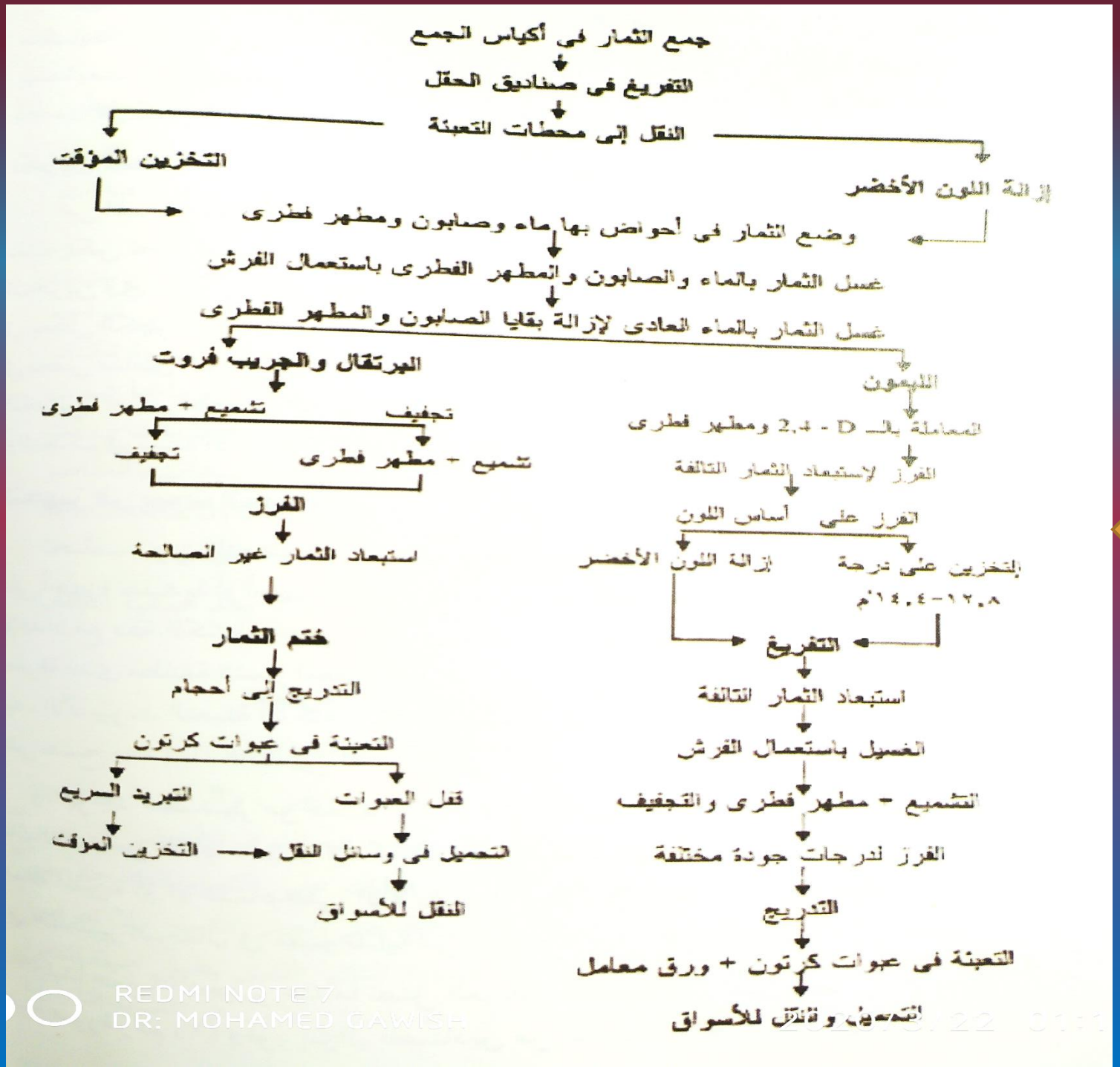
- ٨- عملية العلاج التجفيفي وهو خاص بالمحاصيل الدرنية والجذرية كالبطاطس والبطاطا ومحصوال البصل والثوم

- ٩- معاملات تثبيط نمو الكائنات الدقيقة وتشمل :-

- - المعاملات الكيماوية بالمطهرات المختلفة (البوركس – هيبوكلوريت الصوديوم –ومضادات الاكسده مثل داي فينيل امين)
- - المعاملة الحرارية بالماءالساخن على درجة ٤٠-٤٥ م
- -تنقية هواء المخزن من الغازات والروائح الكريهة باستخدام الفحم النشط او برمنجنات البوتاسيوم
- - استخدام غاز الاوزون بتركيز ١-١,٥ جزء في المليون
- - التبخير بالغازات مثل ثاني اكسيد الكبريت في العنب والبايفينيل في الموالح
- -استخدام الاشعة فوق البنفسجية
- استخدام المواد الطبيعية (الشيتوزان – المستخلصات النباتية مثل م(الكافور والانتانا والنيم والدفلة والخلة البلدي والنيم والداتوره والخطمية والريحان والسنط العربي والثوم والنعناع والشطه السوداني- استخدام الاشعة المؤينه اكس وجاما

١٠ـ عملية التعبئة

١١ـ تغليف الثمار



خطوات تداول الثمار من الحقل حتى التسويق

REDMI NOTE 7
DR: MOHAMED GAWISH

امثلة على انضاج بعض ثمار الفاكهة صناعيا

- الموز

الكاكي

الإنضاج الصناعي في الموز

- يتم حصاد ثمار **الموز عند الوصول لمرحلة اكتمال النمو** التي تتميز باختفاء التضليع في الاصابع واستدارتها وتقارب الكفوف واندماج السوباطات والتي غالبا ما تكون بعد ١٠٠-١٢٠يوم في التزهير المبكر يوليو و١٣٠-١٨٠ يوم في النباتات التي تزهر في شهر سبتمبر

يتم إنضاج ثمار الموز فى غرف خاصة بالإنضاج.

- **ويتحكم فى عملية الإنضاج العوامل الآتية**
- **درجة اكتمال النمو** : فكلما زادت الإستدارة كلما أسرعت عملية النضج .
- **درجة الحرارة** : وأفضل درجة حرارة لإنضاج الثمار تتراوح بين ١٨ -٢٠°م
- **درجة الرطوبة** : وأفضل درجة رطوبة هى ٩٠٪ رطوبة نسبية .
- **نوع وتركيز غاز الإنضاج** : وعموماً يستخدم غاز الإثيلين أو الإسيتيلين بتركيز ١٠٠٠ جزء / مليون
- **مدة التعرض للغاز** : يتم التعرض لمدة ١-٢يوم حسب درجة اكتمال النمو .
- **التهوية** : حيث يراعى التهوية بعد ١-٢ يوم مع تعرض الثمار للغاز ودرجة حرارة ١٦م .
- **وعامة تنضج الثمار بعد ٣ - ٧ أيام حسب درجة اكتمال النمو وحسب الموسم صيفاً أو شتاءاً وتركيز الغاز المستخدم**

الإنضاج الصناعي في الكاكي

- جمع الثمار

- • تجمع ثمار الكاكى عند تمام تلوينها أو عند تلوين ثلثى الثمرة على الأقل وإذا جمعت الثمار قبل إكتمال تلوينها فلا يحدث لها طراوة ولا تختفى منها المادة القابضة وتصبح غير صالحة للأكل ، ويجب ألا ننتظر حتى حدوث طراوة للثمار حيث يصعب تداولها بعد ذلك حيث تكون سهلة التشقق والتهتك.

- • كيفية جمع الثمار:-

- • وتقطف الثمار بواسطة مقص خاص بجزء من العنق مع المحافظة على الكأس حيث أن عنق الثمرة يتصل بالفرع إتصالا قويا ، وعدم جذب الثمار أو هز الأفرع حتى لا ينتزع الكأس وتكون الثمار عرضة للاصابة بالفطريات ، وعدم تعرضها للكدمات حتى لا تؤثر على تسويقها.

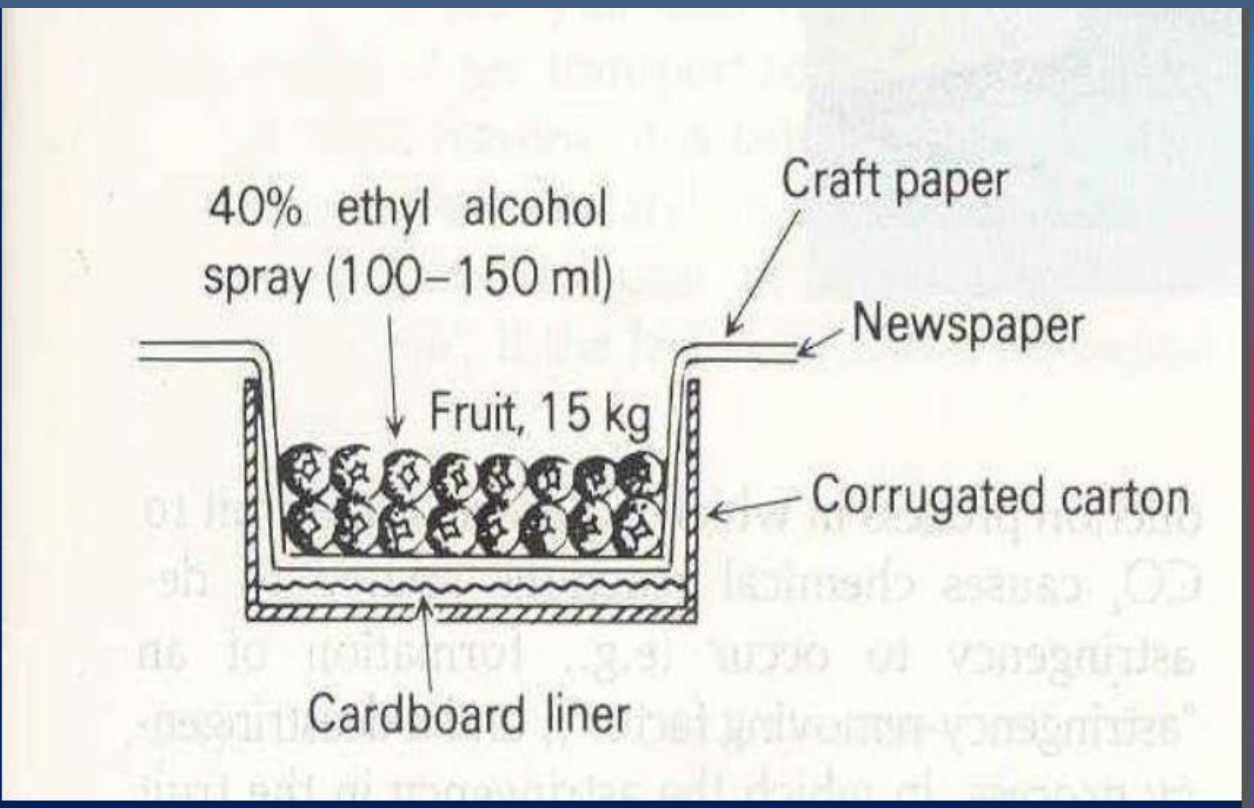
طرق الانضاج الصناعي في الكاكي

- • هناك أصناف قابضة مثل الكوستاتا والهاشيا وهيراتاننناشى وتاموبان وتانى ناشى وغيرها تحتاج الى إنضاج صناعى لإزالة المادة القابضة لكى تصبح صالحة للأكل وهناك طرق عديدة لازالة المادة القابضة أهمها:-
- ١- فى اليابان يتم تعريض الثمار لبخار الكحول وذلك بوضعها فى الأوانى الفارغة بعد صناعة مشروب يشبه البيرة يسمى الساكى ويتم ذلك لمدة ٥ -١٥ يوم
- ٢- فى الصين يستعمل ماء الجير بنسبة (١٠:١) وزنا حيث يتم غمر الثمار لمدة ٢- ٧ يوم
- ٣- تعريض الثمار لغاز ثانى اكسيد الكربون لمدة ٢- ٣ يوم ويكون التأثير سريعا إذا أجريت عملية النضج تحت ضغط

- ٤ - الطريقة التجارية وهى تعريض الثمار لغاز الاثيلين بوضع رطل من الغاز لكل ٣٦٧ متر مكعب هواء) ٠.٣ %(ويغير كل ١٢ ساعة أربع مرات وهى طريقة ممتازة وتلين الثمار ويتحسن اللون

- ٥- استخدام طريقة الغمس فى الاثريل لمدة ساعة بتركيز ١٠٠٠ جزء/المليون يؤدى الى نضج الثمار خلال ٣-٤ يوم
- ٦- تغليف الثمار وهى على الاشجار بوضع كيس بلاستك به قليل من الكحول لمدة ٣ ايام ثم الجمع
- ٧- استخدام الحرارة بدخول الثمار غرف محكمة ويوضع فيها مواقد فحم لرفع درجة الحرارة لمدة ٢-٣ يوم
- ٨- وضع الثمار كاملة التلوين فى الفريزر لمدة ٢٤ ساعة.
- ٩- المعاملة بكحول الايثايل: وفى هذه الطريقة لا يرش الكحول على الثمار مباشرة ولكن يتم معاملة ورق كرتون بالكحول ويوضع فى الكراتين حيث تتصاعد أبخرة الكحول وتؤدى الى إختفاء الطعم القابض

بعض طرق انضاج الكاكي لازالة المادة القابضة



Removal of astringency with alcohol: Fruit are packed into cardboard cartons before being treated (Kitagawa 1970).

Removal of astringency with alcohol whilst fruit is on the tree: individual "Hiratanenashi" fruit are enclosed in polyethylene bags containing a little alcohol. The bags are left in place for about 3 days.

٣- تخزين ثمار الفاكهة بعد القطف

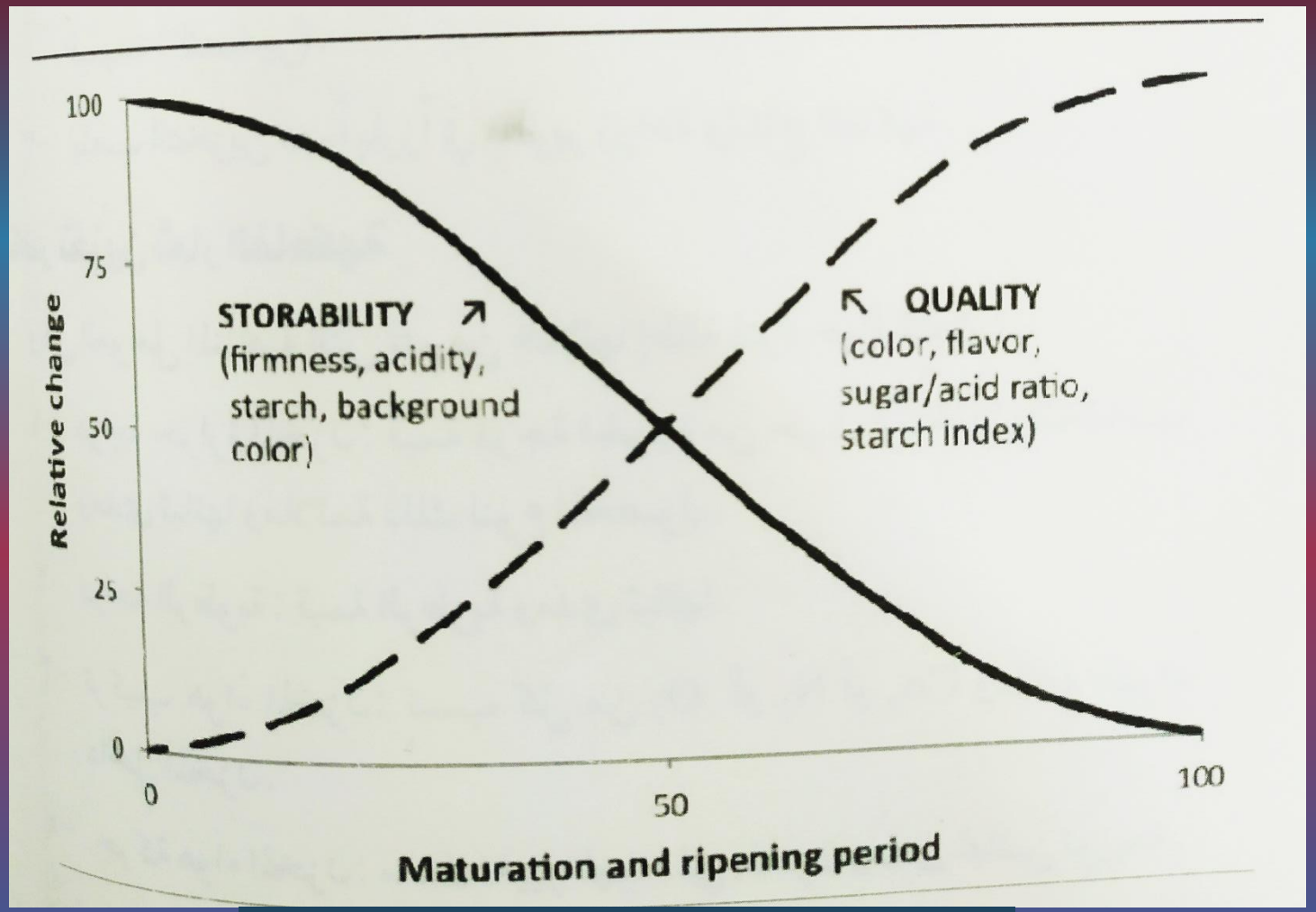
بصفة عامة فإن معدل تدهور الثمار الطازجة بعد القطف يرتبط بمعدل تنفسها، فكلما زاد معدل التنفس زادت سرعة تدهور الثمار والعكس صحيح ولذلك فإن أى عملية من شأنها خفض معدل تنفس الثمار بعد القطف ستؤدى إلى خفض معدل تدهورها وبالتالى إطالة فترة حياة الثمار صالحة بعد القطف، أى إطالة فترة تخزينها. كذلك تختلف قابلية الثمار المختلفة للحفظ طازجة بعد القطف نتيجة لإختلاف معدل تنفسها حيث يتضح أن أكثر الثمار قابلية للحفظ هى أقلها فى معدل التنفس والعكس صحيح فثمرة المشمش أقصر عمراً من ثمرة التفاح. (علل:)

بسبب إرتفاع معدل تنفس ثمار المشمش عن معدل تنفس ثمار التفاح.

- ان الهدف التطبيقي للتخزين يتمثل في استخدام مكان مصمم بطريقة معينه (مخزن) ويجهز بتكنيك معين للتحكم في العوامل المناخية التي يتم من خلالها اطالة فترة حياة الثمره (درجة حرارة المخزن - درجة الرطوبة - تركيب هواء المخزن من N2, Co2 , O2 - حركة هواء المخزن) في افضل صوره لاطالة عمر الثمره لاطول فتره ممكنه

القدره التخزينية

- تعرف القدرة التخزينية لمحصول ما بانها قدرته على الاحتفاظ بالجوده لاطول مده ممكنه ضمن ظروف محدده من الحرارة والرطوبه واقل مايمكن من الفقد الكمي والنوعي



العلاقة بين درجة النضج والقدرة التخزينية للثمار

وهناك علاقة عكسية بين تحولات النضج كالطعم والتلوين والسكريات وبين القدرة التخزينية ممثلة فد درجة الصلابه والنشا والحموضة

أغراض التخزين

١ ـ تنظيم عرض الثمار بالأسواق وذلك للحصول على سعر مجزي عن طريق تخزينها تحت ظروف مناسبة تقلل من فقد و تدهور الثمار.

٢- التبريد أثناء شحن الثمار لأماكن بعيدة يحفظها من التدهور والفساد.

٣ ـ إطالة فترة تواجد الثمار بالأسواق.

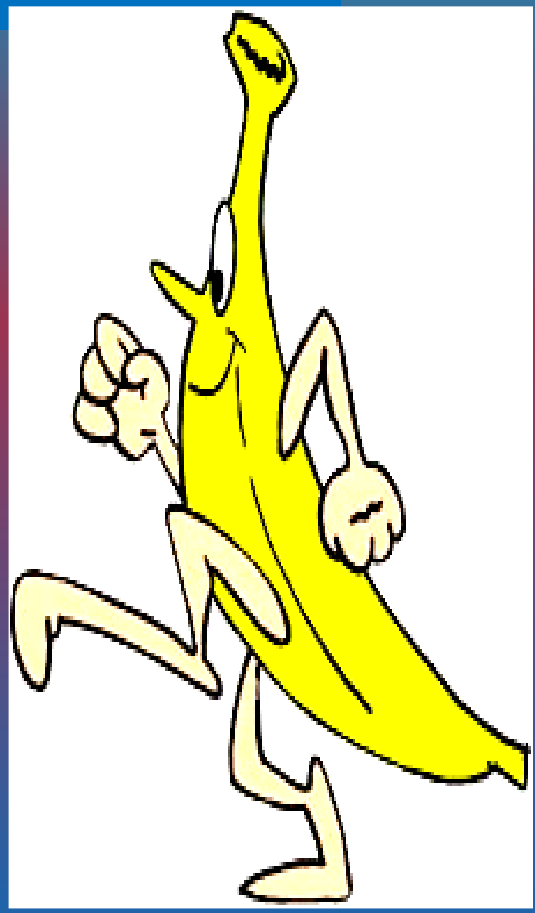
٤- تقليل الفقد في الوزن والجوده اثناء التخزين والنقل الى اماكن الاستهلاك

٥ـ تحسين جودة الثمار كما في حالة ثمار الكمثرى.

٦- يلعب دورا بارزا في تطوير زراعة الفاكهة واستيعاب الكميات المنتجه والمحافظه عليها

طرق التخزين

- ١- التخزين على الاشجار
- ٢- التخزين في الحقل
- ٣- التخزين بالتبريد
- ٤- التخزين في جو هوائي معدل Modified atmosphere
- ٥- التخزين في جو هوائي متحكم فية Controlled atmosphere
- ٦-التخزين في جو هوائي مخلخل تحت تفريغ Hypobaric storage



التخزين بالتبريد Cold storage

تؤثر درجة الحرارة بشدة على معدل التنفس وبالتالى على فترة تخزين الثمار طازجة بعد القطف، حيث نجد أن سرعة تنفس الثمار المخزنة على درجة ١٦°م تبلغ عدة أضعاف سرعة تنفسها على درجة الصفر المئوى. أما بالنسبة إلى مقدار الطاقة الحرارية المتحررة من عملية التنفس فتبلغ مابين ١٠ – ٢٠% فى درجة الصفر المئوى عما لو خزنت على درجة ١٦°م. وبالتالى فإن التخزين على درجة الصفر المئوى يطيل من عمر الثمار عدة مرات مقارنة بالتخزين على درجة حرارة الغرفة. هذا وتختلف درجة الحرارة المناسبة لتخزين الثمار (الدرجة المثلى) بعد القطف بإختلاف نوع الثمار ومدة الحفظ المطلوبة والغرض من التخزين.

أى أن التخزين بالتبريد يتم فيه خفض درجة حرارة الثمار إلى أقل درجة ممكنة بشرط عدم تعرض الثمار لأى أضرار مثل أضرار التبريد Chilling injuries أو أضرار التجميد Freezing injuries.

-هذا ويتميز التخزين بالتبريد بأنه يعمل على تقليل فقد الماء من أنسجة الثمار (Weight loss) والتقليل من نمو الكائنات الحية الدقيقة الضارة غالباً والتى تصيب الثمار أثناء التخزين.

حمولة التبريد

هي كمية الحرارة الواجب التخلص منها في مخزن التبريد وتقاس بالطن تبريد وهي تساوي ٢٨٨٠٠٠ وحده حرارية بريطانية

مكونات حمولة التبريد

١-حرارة الحقل: درجة الحرارة التى تكتسبها الثمار نتيجة تواجدها فى البستان وتعرضها لأشعة الشمس ولدرجات حرارة البيئة المحيطة بها. وللتخلص منها يتم إجراء عملية التبريد السريع أو الأولى.

٢- الحرارة الحيوية: هى الحرارة الناتجة من عمليات تنفس الثمار ويتم التخلص منها عن طريق التبريد (التخزين المبرد فى الثلاجات).

٣- الحرارة النافذه او المتسربة: وهي مجموع كميات الحرارة المتسربة الى غرف التخزين

٤- حرارة احتياطي الطوارئ: وهي الحراره المضافة الى غرف التخزين نتيجة هبوب الرياح الساخنه في الايام الحاره وتقدر نسبتها ب ٢٠-٣٥% من مجموع الاحمال السابقة

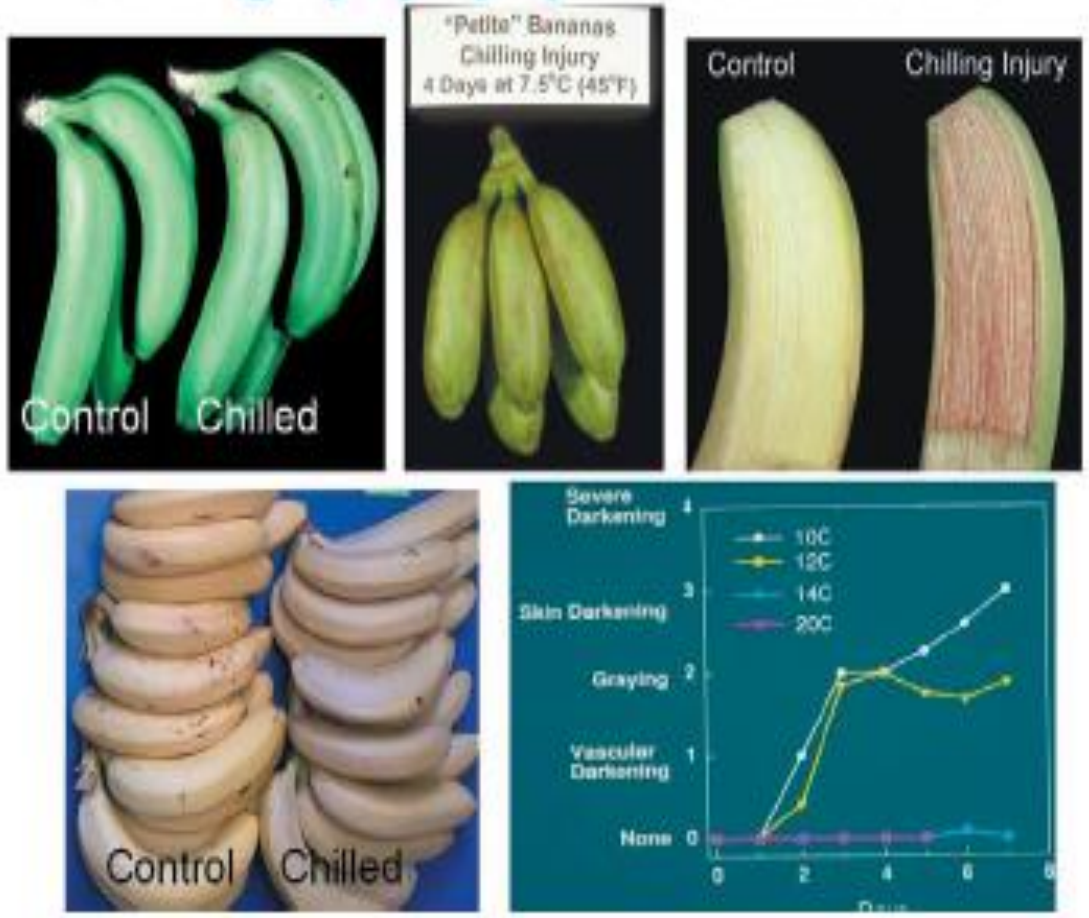
هذه الحرارة لها أهمية كبيرة فى مجال تداول الثمار بعد القطف وذلك لحساب الطاقة اللازمة لتبريد الثمار للتخلص من الحرارة الحيوية أثناء تخزين الثمار، لأن تراكمها حول الثمار يؤدى إلى زيادة سرعة التنفس وبالتالى إنتاج حرارة حيوية أكثر وهكذا ومن ثم زيادة سرعة تدهور الثمار.

- ويلزم إجراء التبريد أثناء تخزين الثمار أو نقلها وتختلف الدرجة المناسبة للتبريد باختلاف نوع الثمار ومدة الحفظ المطلوبة والغرض من التخزين.
- فنجد ان فواكهة المناطق المعتدلة والبارده كالتفاح والكمثرى والعنب تخزن على درجات حرارة منخفضة
- اما فواكهة المناطق الحاره والاستوائية مثل الموز والمانجو والاناناس تخزن على درجات حرارة مرتفعة نسبيا وذلك لتأثرها بالحرارة المنخفضة وظهور اعراض اضرار البروده عليها

انواع فاكهة غير حساسة للبروده	
النوع	درجة الحراره
المشمش	-0.5 إلى صفر
البلوبرى	-0.5 إلى صفر
الكاشيو	صفر إلى 2
التين الطازج	-0.5 إلى صفر
العنب	صفر
الكيوى	صفر
البشملة	-0.5 إلى صفر
الخوخ	-0.5 إلى صفر
الكمثرى (الأمريكية)	-1.5 إلى 0.5
الكمثرى (الأسيوية)	1
البرقوق والقراصيا	-0.5 إلى صفر
الكريز (الحلو والحامض)	صفر
الفراولة	صفر

انواع فاكهة حساسة للبروده	
النوع	درجة الحراره
الأفوكادو (هاس)	7 - 3
الموز	15 - 13
القشطة ، القشطة الهندى	13
الليمون الهندى (جريب فروت)	15 - 10
الجوافة	10 - 5
جاك فروت	13
الليمون الأضاليا	13 - 10
المانجو	13 - 10
الباباظ	13 - 7
ثمرة العاطفة Passion fruit	10
الأناناس	13 - 7
موز البلاتين	15 - 13
السابوتا	20 - 15
اليام	15

Chilling Injury Symptoms on Bananas



شكل (4): أضرار البرودة على الموز

Chilling Injury Symptoms on Citrus Fruits

شكل (5): أضرار البرودة على الموالح

- **التخزين فى جو هوائى متحكم فيه Controlled Atmosphere (CA)**

وجد أن زيادة تركيز غاز CO_2أو نقص O_2 فى الجو المحيط بالثمار أثناء التخزين يقلل من سرعة التنفس ويزيد من فترة تخزين الثمار (Storage life). ويعد هذا الأثر ذو أهمية كبيرة عند تخزين الثمار التى يحدث لها أضرار برودة أثناء تخزينها على درجة حرارة تتراوح بين 1- إلى الصفر المئوى وبالتالى فإنها تخزن على درجة حرارة أعلى من السابقة (أعلى من التخزين بالتبريد

- **التخزين فى جو هوائى معدل Modified Atmosphere (MA)**

وفيه يتم التحكم فى التركيب الغازى حول الثمار وذلك بتغيير الجو المحيط بالثمار عن طريق عمليات تغليف بالبولي ايثيلين مثقب الثمار لزيادة ثانى أكسيد الكربون أثناء التخزين عن طريق التنفس وخفض نسبة الأكسجين نتيجة لإستهلاكها فى التنفس بشرط عدم تنفس الثمار تنفساً لاهوائياً.

- **التخزين فى جو هوائى مخلخل Hypobaric storage**

وفية يتم التخزين تحت تفريغ مما يساعد على سحب الغازات من الثمار نتيجة اختلاف الضغط ممايقلل تاثيرات الايثيلين عليها

جدول رقم (١٥) مقارنة مدى صلاحية بعض الحاصلات البستانية للتخزين في الجو العادى والجو المتحكم في مكوناته وتحت ضغط منخفض.

المحصول	أقصى فترة للتخزين باليوم		
	الجو العادى	الجو المتحكم في مكوناته	تحت ضغط منخفض
التفاح	٢٠٠	٣٠٠	> ٣٠٠
الموز	١٤ — ٢١	٤٢ — ٥٦	١٥٠
الزبدية	٣٠	٤٢ — ٦٠	١٠٢
الكريز	١٤ — ٢١	٢٨ — ٣٥	٥٦ — ٧٠
الكمثري	٦٠	١٠٠	٢٠٠
المانجو	١٤ — ٢١	عديم الفائدة	٤٢
البباظ	٥	٦	٢١
الليمون الأضاليا	١٤ — ٢٨	فقد العصير	> ٩٠
الأسبرجس	١٤ — ٢١	قليل الفائدة — روائح منفره	٢٨ — ٤٢
عيش الغراب	٥	٦	٢١
السبانخ	١٠ — ١٤	قليل الفائدة	٥٠
الفراولة	٧	روائح منفرة	٢١
طماطم خضراء	٧ — ٢١	٤٢	٨٤
أزهار القرنفل	٢١ — ٤٢	عديم الفائدة	١٤٠
أزهار البروطية	< ٧	عديم الفائدة	> ٣٠
الورد	٧ — ١٤	عديم الفائدة	٤٢

جدول رقم (٣): المحاصيل التى يمكن تخزينها فى نفس الغرفة.

درجة الحرارة المئوية	الرطوبة النسبية ٪	المحصـــول
صفر – ١	٩٠–٩٥	الكمثري – التفاح – المشمش – الخوخ – النكتارية – البرقوق – الفراولة – التين – البلح – العنب – (الغير معامل بثانى أكسيد الكبريت)
صفر – ١	٩٠–٩٥	الخرشوف – الجزر – البنجر – الفجل – اللفت – البصل الأخضر – الخس – السبانخ – البقدونس – الكرفس – الكرات – الكرنب – القنبيط – البسلة – الفول الأخضر.
صفر – ١	٦٥–٧٠	البصل الجاف – الثوم الجاف
٦–٨	٨٥–٩٠	البرتقال – اليوسفي – الرمان – الزيتون – الكانتلوب
١٠–١٢	٩٠–٩٥	الأفوكادو (الزبدية) – الجوافة – الطماطم – مكتملة النضج – الفلفل – الباذنجان – البامية – البطيخ – الشمام – كيزان العسل.
١٢–١٤	٨٥–٨٠	الموز – المانجو – الباباظ – القشطة – الجريب فروت – الليمون البلدى المالح – الطماطم – (خضراء مكتملة التكوين) – الليمون – القلقاس.
١٢–١٤	٨٥–٩٠	الفاصوليا – اللوبيا – الخيار – القثاء – قرع العسل – الكوسة – البطاطس.

هناك اصناف لا يصلح تخزينها سويا لتاثرها ببعضها وتضررها من انتاج الايثيلين المنتج من الثمار عالية الانتاج من الايثيلين لانها تسبب اضرار لها كاصفرار الخس و البطاطا وتكوين الطعم المر في الجذر نتيجة تكوين مادة الكيومارين

Thanks