## الفصل السادس والعشرون

# الإنضاج الصناعى للفاكهة والخضراوات

دوافع ممارسة عملية الإنضاج الصناعى . الأساس فى التلوين والإنضاج . الصناعى . طرق التلوين والإنضاج الصناعى . التغيرات التى تحدث فى الثمار أثناء النضج . إنضاج الموز .

هناك دوافع لممارسة الإنضاج الصناعى لبعض الفواكه والخضراوات بدلاً من ترك الثمار على الأشجار أو الأمهات حتى يتم نضجها .

فبما أن عملية الإنضاج الصناعى تأتى بالنتائج المطلوبة خلال أيام قليلة ، بينما لو تركت الثمار على الأشجار حتى تصل إلى نفس النتيجة المرغوبة ، أى إلى درجة النضج التام ، استغرق ذلك أسبوعان أو أكثر فإن هذا يعنى أن الإنضاج الصناعى يفيد فى ظهور الفاكهة الناضجة المعدة للتسويق مبكراً . ولا يخفى أن التسويق المبكر للفاكهة والخضر يبعث على سرعة الكسب والاستفادة من ارتفاع الأسعار .

وبما أن الثمار المكتملة النمو يمكن تخزينها بعض الوقت وإنضاجها صناعيًّا أينما أريد ذلك ، فهذا يعنى أن الإنضاج الصناعى للفاكهة والخضر يفيد فى تنظيم عمليات تسويق هذه الثمار ، أى أنه يمكن طرح الكميات المناسبة فى الأسواق فى الأوقات المناسبة تبعاً لحالة العرض والطلب .

ولما كانت الفاكهة والخضر لها مكانتها بين الصادرات ، فقد أصبح لزاماً مراعاة عدم تعرض هذه المواد للتلف أثناء الشحن إلى الدول البعيدة ، لذلك تقطف هذه الثمار المعدة للتصدير بعد اكتمال نموها وقبل تمام نضجها فتكون أنسجتها صلبة متماسكة تتحمل عمليات التداول والشحن ؛ ويمكن إنضاجها صناعيًّا عقب استلامها فى الدول المستوردة . ومن أمثلة هذه الثمار الطماطم والمانجو .

وهناك بعض أنواع من الفواكه لا تنضج إطلاقاً على أشجارها بل تتلف تماماً إذا تركت على أمهاتها ، فلا مناص إذن من إنضاج مثل هذه الفواكه صناعيًّا . مثال ذلك الموز .

كذلك تنضج بعض ثمار الفاكهة دون الأخرى على نفس الأم ، أى أن ثمار النبات الواحد تنضج فى مواعيد متباينة ومتباعدة ، ففى هذه الحالة إذا

أريد جمع وتسويق الثمار دفعة واحدة أصبح الإنضاج الصناعى لزاماً . مثال ذلك ثمار البلح .

ومن الظروف التى تقتضى قطف الثمار قبل أن يكتمل نموها أيضاً إعداد هذه الثمار للحفظ فى العلب المحكمة القفل . فعمليات الحفظ هذه تؤثر فى قوام أنسجة الثمار ، لذلك يفضل قطف الثمار قبل بلوغها مرحلة النضج الكامل أى قبل أن تلين أنسجتها ، ثم يستكمل الإنتاج صناعيًا .

والمعروف أن الإنضاج الصناعى للفاكهة يصحبه تغير فى لونها . ولذلك يقرن التلوين الصناعى عادة باسم الإنضاج الصناعى . فهناك ثمار عديدة تقطف وهى خضراء ، مثل الكمثرى ، وتلون صناعيًا ، فتعامل بغازات أو مواد كيميائية أو هورمونات معينة لقصر لون الكلوروفيل الأخضر فتظهر ألوان الصبغات الأخرى كانزانثوفيل والكاروتين والأنثوسيانين . ويبيض الكرفس والهليون أحياناً صناعيًا لاستهواء المستهلكين فى الدول الأجنبية .

فيتضح مما سبق أن التلوين والإنضاج الصناعى للفاكهة والخضروات يحقق العديد من المزايا التى أبرزها التسويق المبكر ، وتنظيم مواعيد التسويق ، والمحافظة على صلابة أنسجة الثمار أثناء الشحن ، وخفض عدد مرات جنى المحصول الواحد ، وزيادة تحمل الثمار لعمليات التعليب والتجفيف والتبريد ، وإنضاج الثمار النشوية التى لا تنضج عادة على أمهاتها ، وتلوين بعض الثمار وإزالة الطعم الغض من بعض الثمار مثل الكاكى والموز .

## الأساس فى التلوين والإنضاج الصناعى :

عرف أن التغيرات التى تحدث فى ثمار الفاكهة والخضر أثناء مرحلة اكتمال النضج ما هى إلا تفاعلات إنزيمية يترتب عليها تحلل بعض السكريات المعقدة إلى سكريات أبسط ثم إلى سكريات أحادية ، كما ينجم عن نشاط بعض الإنزيمات تحلل جزء من النشا إلى سكريات وتحلل بعض التانينات المكسبة للفاكهة طعمها الغض قبيل النضج . وأكثر الإنزيمات تأثيراً فى التغيرات الفسيولوجية التى تحدث أثناء النضج هى إنزيمات الأوكسيديز والكتاليز والكربوكسيليز

والبكتينيز والزيميز والتانيز والتيروزينيز والكلوروفيلليز . وواضح أن بعض هذه الإنزيمات هو المسئول عن ليونة قوام الثمار عند نضجها .

وعرف أيضاً أن الإنزيمات المسئولة عن حدوث التغيرات الفسيولوجية فى الثمار أثناء مرحلة النضج يمكن تنشيطها بوسائل متعددة ، منها ضبط درجة الحرارة المعرضة لها الثمار عند الدرجة المثلى لنشاط الإنزيمات ، ومنها التعريض لغازات معينة كالإيثيلين والأسيتيلين ، ومنها استخدام بعض الهورمونات .

لذلك اتجهت الأفكار نحو قطف الثمار مبكراً ، بعد أن يكتمل نموها وقبل أن تبلغ مرحلة النضج الكامل ، ومعاملة هذه الثمار بالعوامل المساعدة على نشاط الإنزيمات لإحداث التغيرات الفسيولوجية الطبيعية بها . وهذا ما عرف باسم التلوين والإنضاج الصناعى للفاكهة والخضر .

## طرق التلوين والإنضاج الصناعى :

الطرق الحديثة لإنضاج وتلوين الفاكهة والخضر تعتمد على استخدام بعض الغازات وبعض المركبات المحضرة معمليًّا ، أما الطرق القديمة كالكمر والتعريض لحرارة المواقد فلا تستعمل إلا على نطاق ضيق فى بعض الدول المتخلفة عن ركب الحضارة . وفيما يلى عرض لجميع الطرق :

### ١ — كمر الثمار :

تحاط ثمار الفاكهة أو الخضر بالقش أو الأعشاب الجافة أو النسيج ، وتترك كذلك بعض الوقت فترتفع درجة حرارتها بتأثير كمرها وتنفسها ، وهذه الحرارة تنشط الإنزيمات فتستمر التغيرات الفسيولوجية . وتشير بعض الأبحاث إلى أنه يتكون جزء من غاز الإيثيلين أثناء تنفس الثمار المكمورة ، وهذا الغاز له تأثير منشط على التفاعلات الإنزيمية التى تحدث فى الثمار .

### ٢ — التعريض للحرارة :

ترص الثمار فى غرف ويوضع معها مواقد بها فحم مشتعل ، وتهوى الغرف

يومياً . أو تشعل المواقد خارج غرف التخزين وتمرر الغازات الناتجة عن الاحتراق فوق الثمار . ولا يعزى النشاط الإنزيمى لفعل الحرارة فحسب بل إن الغازات الإيدروكربونية المنبعثة من المواقد لها تأثيرها المنشط أيضاً على الإنزيمات .

٣ ــ المعاملة بغاز الإيثيلين أو الأسيتيلين :

توضع ثمار الفاكهة أو الخضر فى غرف محكمة القفل ويدفع غاز الإيثيلين فى الغرف بنسبة واحد فى الألف من حجم الغرفة . ويجب أن تضبط درجة الحرارة والرطوبة النسبية فى جو الغرف بما يتلاءم مع عملية الإنضاج .

ويستعمل غاز الأسيتيلين أحياناً بدلاً من الإيثيلين ، إلا أن بعض الباحثين يشير إلى أن الفعل فى الإنضاج مقصور على غاز الإيثيلين ، أما الأسيتيلين فيعزى تأثيره إلى وجود آثار من الإيثيلين مختلطة به عند تحضيره . ويحضر الأسيتيلين عادة بتفاعل كربيد الكالسيوم مع الماء .

كا ك$_{٢}$ + ٢ يد$_{٢}$ ا ← ك$_{٢}$ يد$_{٤}$ + كا (ا يد)$_{٢}$ .

وتضبط درجة حرارة الغرفة عادة عند ٢٢° مئوية ، ودرجة الرطوبة النسبية عند ٨٥ فى المائة . وينصح بتجديد الغاز يومياً .

٤ ــ المعاملة بمركبات الفينوكس أو النفثالين أسيتك أسيد :

تغمر الثمار أو ترش بمحاليل مركبات الفينوكس التجارية أو مركب النفثالين أسيتك أسيد بالتركيزات المناسبة التى تتراوح بين ٥ ، ٢٥ جزءاً فى المليون . ويحترس من زيادة التركيز عن اللازم إذ أن الزيادة المفرطة تعطى نتائج عكسية فى الإنضاج . وفى بعض التجارب أمكن رش الثمار على أشجارها بهذه المحاليل فأدى ذلك إلى سرعة النضج .

٥ ــ الغمر فى ماء الجير للتخلص من المواد ذات الطعم القابض كما فى حالة ثمار الكاكى .

**التغيرات التى تحدث فى الثمار أثناء النضج :**

تلين أنسجة ثمار الفاكهة والخضر أثناء الإنضاج الصناعى بتأثير الإنزيمات البكتينية التى تحول بروتوبكتين الخلايا إلى مركبات بكتينية أبسط تركيباً وقابلة للذوبان ، أى أن الإنزيمات تسبب ذوبان بعض جد الخلايا فيلين القوام . وهذه الإنزيمات البكتينية متعددة ، منها البروتوبكتينيز والبكتينيز والبكتيز .

وعقب الإنضاج الصناعى ترتفع نسبة الحلاوة فى ثمار الفاكهة ، ويعزى ذلك إلى تحلل السكريات المعقدة والثنائية إلى سكريات أحادية بتأثير إنزيمات الكربوإيدرات . كما أن جزءاً من حبيبات النشا يتحلل مائيًّا بفعل إنزيمات الدياستيز منتجاً سكريات ثنائية وأحادية تزيد من حلاوة الثمار .

ويختفى الطعم القابض للثمار الغضة أيضاً عقب الإنضاج الصناعى بتأثير نشاط إنزيمات التانيز المحللة للتانين ، وإنزيمات جليكوزيديز المحللة للجليكوزيدات وغيرها . وبعض هذه المركبات ذات الطعم القابض يتحول إلى سكر حلو الطعم كما ينتج حامض جاليك من التانينات .

وتتغير ألوان الثمار أثناء الإنضاج الصناعى فيختفى اللون الأخضر المنسوب للكلوروفيل وتأخذ الثمار ألوانها المرغوبة المألوفة لدى المستهلك . وهذا التغير يعزى أيضاً إلى نشاط الإنزيمات التى تسبب تحلل صبغة الكلوروفيل فتظهر ألوان الصبغات الأخرى الموجودة فى الثمار ومنها الأحمر والأصفر والأزرق . ولا يخفى أن تغير الحموضة الكلية وتغير الحموضة الفعلية ، أى رقم pH ، يؤثران فى ظهور ألوان الثمار ، إذ أن هذه الألوان مرجعها لصبغات تتأثر ألوانها بحموضة الوسط . وفى أمريكا قد تغطى ثمار البرتقال الباهتة اللون بمواد ملونة لإكسابها جاذبية .

ويرجح أن نسبة الزيت ترتفع فى الثمار الزيتية أثناء الإنضاج الصناعى .

والتلوين الصناعى ذو أهمية بالغة فى الطماطم المعدة للتصدير . ويجب

التحكم فى درجة الحرارة أثناء التلوين الصناعى لأنها تؤثر فى ظهور اللون وكثافته تأثيراً واضحاً . فعلى درجة ٤٠° فهرنهيت لا تتلون الطماطم الخضراء إطلاقاً ، بينما على درجة ٨٠° فهرنهيت تتلون الطماطم بسرعة ولكنها تكون عرضة للفساد السريع . وأنسب الدرجات هى ٥٥° إلى ٧٠ فهرنهيت .

## إنضاج الموز :

لا تنضج ثمار الموز بتركها على أمهاتها ، بل إنها فى هذه الحالة تتعرض للتشقق والإصابة بالفطريات والحشرات وانكماش الحجم وفقد المواد الطيارة المكسبة للرائحة وليونة الأنسجة وانخفاض درجة الحلاوة . لذلك تقطف الثمار عند بلوغها مرحلة اكتمال النمو وتنضج هذه الثمار صناعيًّا . ويعرف اكتمال النمو باستدارة الثمار بعد أن كانت مضلعة وببدء جفاف الأزهار وبهتان لون الثمار .

ويتبع فى إنضاج الموز حاليًّا طريقتان ، هما طريقة المواقد القديمة وطريقة غاز الإيثيلين الحديثة :

فالطريقة المحسنة باستخدام الحرارة تتلخص فى وضع ثمار الموز على رفوف داخل حجرة محكمة القفل معزولة الجدران . وتضبط الرطوبة النسبية فى غرف الإنضاج عند ٨٥ فى المائة ودرجة الحرارة عند ٢٠ إلى ٢٦° مئوية . ويجرى تسخين الجو الداخلى للغرف بواسطة مواقد كهربائية مزودة بمنظمات لضبط درجة الحرارة . وتستغرق عملية الإنضاج حوالى يومين إلى أربعة أيام .

أما طريقة الحرارة القديمة التى ما زالت متبعة فى جمهورية مصر العربية على نطاق محدود فتتلخص فى تهوية ثمار الموز لمدة أسبوع شتاء أو يومين صيفاً ، وترص هذه الثمار على أرفف مغطاة بورق الموز داخل غرف الإنضاج المغطاة أرضيتها بورق الموز والتى تكون عادة بأبعاد ٣×٢,٥ × ٢,٥ متراً . وتشعل مواقد الفحم خارج الغرف ثم تنقل إلى داخلها . وتهوى غرف الإنضاج كلما تراكمت فيها الرطوبة ، وتترك الثمار معرضة للحرارة مدة ست ساعات صيفاً أو ٢٤ ساعة شتاءاً ، باستعمال نصف كيلوجرام فحم فى كل موقد صيفاً أو ٢,٥ كيلوجرام شتاءاً .

وبعد المعاملة بالحرارة تهوى الثمار فى غرف التهوية لتتلون باللون الأصفر ويستكمل نضجها . وواضح أن هذه الطريقة القديمة تستغرق وقتاً طويلاً كما أن التلوين والنضج لا يكونا متجانسين فى الثمار .

والطريقة الحديثة للإنضاج باستعمال غاز الإيثيلين أو الأسيتيلين أو البروبيلين أو غاز الاستصباح فلا تختلف عما سبق شرحه .

وقد أمكن المزج بين طريقتى المواقد وغاز الأسيتيلين فى إنضاج الموز على نطاق تجريبى .