٢- ثمار غير كلايمكتيرية Non-Climacteric Fruits: لا يلاحظ بها تغيرات فى معدل التنفس بعد القطف. ومن أمثلتها: الكريز، والزيتون، والعنب، والموالح، والأناناس، والفراولة، والخيار، والفلفل، والباذنجان (شكل ٢١-١).

وبرغم صحة هذا التقسيم من حيث التغيرات الملاحظة فى معدل التنفس بعد القطف، إلا أنه يمكن القول بأن ظاهرة الكلايمكتِريك تحدث فى جميع الثمار اللحمية إذا قطفت بعد اكتمال نموها مباشرة، لكن ما يحدث هو أن بعض الثمار – كالخيار، والكوسة، والباذنجان – تقطف قبل وصولها إلى أقصى حجم لها؛ فلا تحدث بها الظاهرة؛ لأنها لا تنضج نباتيًّا بعد القطف. والبعض الآخر يقطف بعد اكتمال نموه، ولكنه يستهلك قبل نضجه نباتيًّا، كالفلفل، فلا تلاحظ به الظاهرة. كما أن بعض الثمار تقطف بعد اكتمال نضجها؛ فتكون ظاهرة الكلايمكتِريك قد حدثت بها قبل القطف، كما فى العنب، والتين، والفراولة (النبوى وآخرون ١٩٧٠).

معاملات المحافظة على الجودة والحد من الإصابات المرضية والحشرية

تتنوع كثيرًا المعاملات التى تُجرى على الخضر الطازجة للمحافظة على جودتها والحد من إصاباتها المرضية والحشرية أثناء التخزين، كما يلى:

١- المعاملات الحرارية السابقة للتخزين، وهى التى تجرى بعد الحصاد مباشرة، وتعرف باسم المعالجة curing.

٢- المعاملات الحرارية التجارية لأجل التخلص من الحشرات الحية، وتكون بالهواء الساخن.

٣- المعاملات الحرارية التى تجرى بهدف مكافحة الإصابات المرضية، وتكون غالبًا بالماء الساخن، وقد تجرى بالهواء الساخن: تكون المعاملة بالماء الساخن لفترة قصيرة لا تزيد عن الساعة على حرارة ٤٥-٦٠°م، أما المعاملة بالهواء الساخن فتستمر لمدة ١٢ ساعة حتى أربعة أيام على حرارة ٣٨-٤٦°م.

٤- المعاملات الحرارية التى تهدف إلى الحد من أضرار البرودة فى المحاصيل

الحساسة للبرودة، وتكون بالتعريض للهواء الساخن أو بالغمر فى الماء الساخن. وقد تجرى المعاملة بصورة متقطعة أثناء التخزين البارد.

٥- المعاملة بمركبات حيوية للمحافظة على الجودة، ومن بين هذه المركبات:

- الإيثانول والأسيتالدهيد.
- المثيل جاسمونيت.

٦- المعاملة بمركبات كيميائية للمحافظة على الجودة، ومن بين هذه المركبات:

- مركبات تمنع التزريع فى المخازن، مثل الـ methyl ester of napthalene acetic acid، والـ chloro-IPC، و nonal alcohol.
- مركبات الكالسيوم وكاتيونات أخرى تجرى بهدف إبطاء وصول المنتج لمرحلة اكتمال النضج.

٧- تغليف المنتجات الطازجة بأغشية من مواد مأكولة، مثل الشيتوسان والتريهالوز وشمع الكرنوبا والصمغ والزيوت المعدنية والمستحلبات وعديدات التسكر والشموع النباتية وشمع النحل والليسثين.

٨- معاملات الهواء المعدل لأجل التخلص من الحشرات الحية.

٩- المعاملة بالأشعة المؤينة.

١٠- المعاملة بالزيوت الأساسية لأجل مكافحة الأمراض.

١١- المعاملة بمركبات حيوية مضادة للفطريات والبكتيريا.

- حامض الخليك.
- حامض الأوكساليك.
- الجلوكوسينولات.
- البروبولس propolis.

١٢- المعاملة بمركبات كيميائية مضادة للفطريات والبكتيريا.

- مركبات الكالسيوم.
- أكسيد النيتروز.

- أملاح البيكربونات.
- حامض الجبريلليك.

١٣- المعاملة بمثيرات المقاومة المستحثة للأمراض، وهذه قد تكون مثيرات كيميائية عضوية طبيعية، مثل حامض السلسيلك والشيتوسان، أو مثيرات غير عضوية مثل حامض الفوسفونك وأملاحه، وفد تكون مثيرات عضوية مخلقة صناعيًّا، مثل: الـ INA (وهو 2,6-dichloroisonicotinic acid)، والـ acibenzolar، وقد تكون المثيرات فيزيائية (مثل: المعاملة الحرارية السابقة للتخزين، وزيادة ثانى أكسيد الكربون، والتعريض للأشعة المؤنية، والتعريض للأشعة فوق البنفسجية UV-C)، كما قد تكون المثيرات بيولوجية ومنها عديد من الكائنات الدقيقة.

ونلقى مزيدًا من الضوء على الكثير من تلك المثيرات فيما يلى:

١٤- المعاملة بالمركبات الكيميائية المثيرة للمقاومة الطبيعية، ومنها:

- الـ BTH (وهو: benzothiadiazole).
- الـ harpin.
- الـ BFO (وهو: burdock fructooligosaccharide).
- الأوزون.

١٥- المعاملة بمركبات الأيض الثانوية كمثيرات للمقاومة، ومنها:

- المثيل ساليسيلات.
- حامض الجاسمونك والمثيل جاسمونيت.
- مركبات عطرية طبيعية أخرى تنتجها الثمار.

١٦- معاملات فيزيائية مثيرة للمقاومة الطبيعية، مثل:

- الصدمات الحرارية.
- الأشعة فوق البنفسجية UV-C.

١٧- المكافحة الحيوية للأمراض أثناء التخزين، حيث قد تستخدم أنواع بكتيرية معينة والخميرة. كما قد تستخدم الميكوريزا قبل الحصاد فى الحد من الإصابات الفطرية عند التخزين.

١٨- المعاملة بالمطهرات للتخلص من مسببات الأمراض والوقاية منها، ومن أمثلتها:

- البوراكس وحامض البوريك.
- هيبوكلوريت الصوديوم.
- غاز ثانى أكسيد الكبريت.

١٩- المعاملة بالمبيدات للتخلص من مسببات الأمراض بعد الحصاد، ومنها: البنليت، والكابتان، والثيرام، والبوترام، والـ OPP، وال SOPP.

٢٠- معاملات التبخير لأجل التخلص من الحشرات الحية، وهى تستخدم فى حالات الحجر الزراعى.

وكأمثلة للدراسات الحديثة نسبيًا بشأن معاملات الحد من الأضرار بعد الحصاد .. نذكر ما يلى:

- وجد أن معاملة الفراولة ثلاث مرات ببخار حامض الخليك acetic acid بتركيز ٢ مجم/لتر قللت من إصابة الثمار بالفطر *B. cinerea* مسبب مرض العفن الرمادى بنسبة ٥٦٪، بينما كان الخفض فى الإصابة ١٢٪ فقط عندما كانت المعاملة ببخار الحامض مرة واحدة بتركيز ٦ مجم/لتر (Hassenberg وآخرون ٢٠١٠).
- أدت معاملة جذور الجزر بالشيتوسان وبالـ acetyl salicylic acid إلى خفض شدة إصابتها بالفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مسبب مرض عفن الجذور الأسكلوروشى. وقد ازداد مفعول الشيتوسان فى مكافحة الفطر بانخفاض درجة الـ N-acetylation به، ووجد ارتباط سالب بين تثبيط نمو هيفات الفطر والوزن الجزيئى للشيتوسان المستخدم. كذلك وجدت زيادة فى نشاط إنزيمات الـ phenylalanine ammonia lyase والبولى فينول أوكسيديز والبيروكسيديز فى الجذور الملقحة بالفطر بعد معاملتها بمختلف الشيتوسانات وحامض السلسيلك (Ojaghian وآخرون ٢٠١٣).
- أدت معاملة ثمار الفراولة قبل تخزينها بالأشعة فوق البنفسجية UV-C إلى خفض الفاقد منها بسبب الإصابات المرضية والأعفان. ووجد أن تلك المعاملة يترتب عليها زيادة فى نشاط الدفاع ضد الأمراض، مثل: الـ phenylalanine ammonia lyase، والـ β-1,3-

glucanase، والـ peroxidase، والـ polyphenol oxidase، كذلك ازداد تواجد البروتينات المضادة للإصابات المرضية مثل تلك التى ينتجها إنزيم الـ chitinase (Pombo وآخرون ٢٠١١).

التبريد وأهميته

تعد درجة الحرارة أهم عامل مؤثر فى بقاء الخضر والفاكهة بحالة جيدة بعد الحصاد، ونعنى بذلك درجة حرارة مركز المنتج أو لب الثمار. وبمجرد حصاد المنتج يتعين تبريده أوليًّا بأسرع ما يمكن ثم حفظه فى أقل حرارة يمكن أن يتحملها، وهى تكون – غالبًا – حرارة أعلى قليلاً من حرارة التجمد بالنسبة للمنتجات غير الحساسة لأضرار البرودة، وحرارة أعلى قليلاً من تلك التى تحدث عندها أضرار البرودة بالنسبة للمنتجات الحساسة لها.

وعلينا أن نتذكر أن تأثير التعرض للحرارة العالية هو تأثير متجمع، وتتناسب شدة الأضرار التى تحدثها الحرارة العالية طرديًّا مع مجموع الساعات الحرارية التى تعرض لها المنتج فى حرارة أعلى من تلك التى تناسب تخزينه، سواء أتم ذلك التعرض مرة واحدة بعد الحصاد مباشرة، أم على فترات متقطعة بعد ذلك (Hui وآخرون ٢٠٠٣).

ومن أهم مظاهر أضرار الحرارة العالية فقدان اللون المميز، واحتراق الأسطح، وعدم تجانس النضج، والطراوة الزائدة، والفقد الرطوبى.

وتعد البرودة بمثابة درجة منخفضة من الحرارة، والتبريد هو طرد الحرارة من المنتج ولا يكون بدفع البرودة فيه.

ويعمل التخزين فى درجة حرارة منخفضة على تثبيط كلّ من:

١- التنفس والأنشطة الحيوية الأخرى.

٢- التدهور الذى يحدث مع زيادة النضج وفقدان الثمار لصلابتها والتغيرات فى القوام واللون.

٣- الفقد فى الرطوبة والذبول.