أصناف التجفيف

تحصد ثمار أصناف الفلفل التى تستعمل جافة بعد تمام نضجها، ثم تجفف وتترك فى كومة مغطاة حتى يحدث توازن بين رطوبة الثمار والرطوبة النسبية فى الجو المحيط بها. ويمكن حينئذ تخزينها فى مخازن غير مبردة لمدة ٦ أشهر طالما أن درجة الحرارة تتراوح بين ١٠ و ٢٧ °م. وقد تخزن الثمار المجففة فى حرارة صفر–١٠ °م حتى يتم تصنيعها، ويفيد ذلك فى احتفاظ الثمار بلونها الأحمر بصورة جيدة.

وأيًّا كانت طريقة التخزين .. فإن نسبة الرطوبة فى ثمار الفلفل المجففة يجب أن تبقى فى حدود ١٠٪–١٥٪، وذلك لأن نقصها عن ذلك يؤدى إلى تفتتها عند التداول، ويصاحب ذلك تناثر أجزاء دقيقة منها فى الهواء تُحدث التهابات بالجلد، وبالجهاز التنفسى للعمال القائمين بالعمل. كما أن زيادة رطوبة الثمار عن ١٥٪ تؤدى إلى تكوّن نموات فطرية عليها. ويؤدى تخزين الثمار المجففة فى أكياس مبطنة بالبوليثيلين إلى إطالة أمد التخزين، وتقليل مشكلة الغبار، مع حفظ نسبة الرطوبة فى الثمار عند مستوى واحد أثناء التخزين أيًّا كانت الرطوبة فى الجو الخارجى (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨).

فسيولوجيا ما بعد الحصاد

الفقد الرطوبى

لا توجد ثغور على سطح ثمار الفلفل، التى يكون فقدها للرطوبة — بعد الحصاد — من خلال طبقة الأديم cuticle التى تغطى سطح الثمرة. ويتناسب معدل الفقد الرطوبى للثمار طرديًّا مع محتواها الرطوبى عند القطف، كما يتناسب عكسيًّا مع سمك الغطاء لطبقة البشرة (Lownds وآخرون ١٩٩٣، و Blanke & Holthe ١٩٩٧).

التنفس، وإنتاج الإثيلين، وظاهرة الكلايمكتيريك

لا تعد ثمرة الفلفل من الثمار الكلايمكتيرية نظرًا لأن التغيرات اللونية التى تصاحب نضجها لا يسبقها، أو يواكبها، أو يعقبها أى زيادة كلايمكتيرية فى تنفس الثمار أو

إنتاجها من الإثيلين. وإنما تكون تلك الزيادة بسيطة (Rylski ١٩٨٦). تأكدت تلك الخاصية فى ثمار الفلفل الحلو بصورة عامة، وإن كانت قد لوحظت ظاهرة الكلايمكتيرك فى تنفس ثمار أحد أصناف الفلفل الحلو الكورية، وهو Chooraehong (عن Biles وآخرين ١٩٩٣).

وفى الفلفل الشيلى Mexican chile peppers (صنف New Mexico 6-4) لم تلاحظ – كذلك – أى زيادة كلايمكتيرية فى تنفس الثمار أثناء نضجها، ولكن لوحظت زيادة فى معدل إنتاج الإثيلين مرتان: كانت أولاهما عند عمر ٦١ يومًا من تفتح الزهرة وصاحبت مرحلة الزيادة الكبيرة فى نمو الثمرة، وكانت الثانية عند عمر ٦٩ يومًا من تفتح الزهرة وصاحبت مرحلة التغيرات اللونية فى الثمرة (Biles وآخرون ١٩٩٣).

وعلى الرغم من أن إنتاج الإثيلين كان أعلى فى الثمار الحمراء عما فى مراحل النضج الأخرى، إلا أن هذا الإنتاج لم يكن كافيًا لتحفيز الثمار ذاتيًا لإنتاج مزيد من الغاز. كما لم تلاحظ أى زيادة فى معدل تنفس الثمار عند بداية نضجها. وقد أوضحت دراسات Villavicencio وآخرون (١٩٩٩) اختلافات جوهرية بين ١٣ صنفًا من الفلفل (الأخضر والأحمر فى درجات مختلفة من التلوين) فى معدل تنفس الثمار وإنتاجها من الإثيلين. وبصورة عامة .. ازداد إنتاج الإثيلين جوهريًا عند اكتمال التكوين – أو قبل اكتماله – فى كل الأصناف فيما عدا صنفين، هما: Cubanelle، و Hungarian Wax.

تنتج ثمار الفلفل القليل جدًا من الإثيلين، وبما يتراوح بين ٠.١، و ٠.٢ ميكروليتر لكل كيلو جرام من الثمار فى الساعة على ١٠–٢٠°م. ولا تستجيب ثمار الفلفل للمعاملة بالإثيلين سوى بدرجة قليلة جدا. ولإسراع نضج أو تلون ثمار الفلفل المكتملة التكوين فإن وضعها فى حرارة ٢٠–٢٥°م مع رطوبة تزيد عن ٩٥٪ أكثر فاعلية عن معاملتها بالإثيلين.

ويكون معدل تنفس ثمار الفلفل (بالملليجرام ثانى أكسيد كربون لكل كيلو جرام من الثمار فى الساعة) ٣–٤ مجم على ٥°م، و ٥–٨ مجم على ١٠°م، و ١٨–٢٠ مجم على ٢٠°م (Cantwell ٢٠٠٧).

هذا .. وتعد البذور غير الناضجة والمشيمة المصدرين الرئيسين لغاز ثانى أكسيد

الكربون الذى يتراكم فى تجويف الثمار الخضراء. بينما يكون تنفس الجدر الثمرية منخفضًا (Blanke & Holthe ١٩٩٧).

التغيرات فى النشاط الإنزيمى المؤثر فى صلابة الثمار

لوحظ أن التغيرات فى نشاط الإنزيمات المسئولة عن تحلل الجدر الخلوية لثمار الفلفل أثناء نضجها، كانت كما يلى:

١ – ازداد نشاط إنزيم polygalacturonase، وصاحب ذلك تدهور فى بنية (texture) الثمرة.

٢ – نقص نشاط إنزيم pectinestrase (أو methyl esterase).

٣ – لم تفقد الثمار التى خزنت فى حرارة ٨°م (لمدة ٢٠ يومًا) بنيتها بسرعة كتلك التى حدثت فى الثمار التى كان تخزينها فى حرارة الغرفة.

٤ – كذلك تغير نشاط إنزيمات الـ glycanases، وهى: cellulase، و xylan endo-1,3-β-xylanase (أو xylanase)، و mannase، و α-D-mannosidase (أو glucanase)، و β-D-galactosidase (أو galactanase) .. تغير نشاطها أثناء النضج، وكان أقل تغير فى النشاط الإنزيمى فى الثمار التى خزنت فى الحرارة المنخفضة، مقارنة بما كان عليه الحال فى الثمار الطازجة. وقد ازداد نشاط معظم تلك الإنزيمات، وكذلك نشاط إنزيمات laminarinase، و hemicellulase مع النضج، بينما قل نشاط إنزيم xylanase (Sethu وآخرون ١٩٩٦، و Prabha وآخرون ١٩٩٨).

معاملات خاصة تعطاها ثمار الفلفل قبل التخزين والشحن

تعطى ثمار الفلفل بعض المعاملات الخاصة التى تكون بهدف إما المحافظة على صفات الجودة، وإما زيادة فترة الصلاحية للتخزين، وإما الحد من الإصابات المرضية. وإما أى من تلك الأهداف مجتمعة. وبينما تطبق بعض من تلك المعاملات على النطاق التجارى. فإن غالبيتها ما زالت قاصرة على النطاق البحثى.