والتصنيع، مع التحكم الحرارى المناسب لتأمين انخفاض أعداد الميكروبات بالمنتج المجهز منذ البداية ولحين وصوله إلى المستهلك. هذا مع العلم بأن وسائل التنظيف والتطهير المتبعة مع المنتجات غير المجهزة لا تجدى مع المنتجات المجهزة إذا ما حدث فيها تلوث بميكروبات ممرضة.

يلاحظ أن الخضر والفاكهة المجهزة جزئيًّا تكون مكتملة النضج، بما يعنى أنها تكون أكثر تحملاً للحرارة المنخفضة وأقل حساسية لأضرار البرودة عن غيرها الأقل نضجًا، كما أنها تُستهلك – عادة – سريعًا بما يسمح ببقائها فى تلك الحرارة المنخفضة دون أن تظهر عليها أضرار البرودة قبل استعمالها، فضلاً عن أن الحرارة المنخفضة تقلل من فرصة زيادة النمو الميكروبى بها.

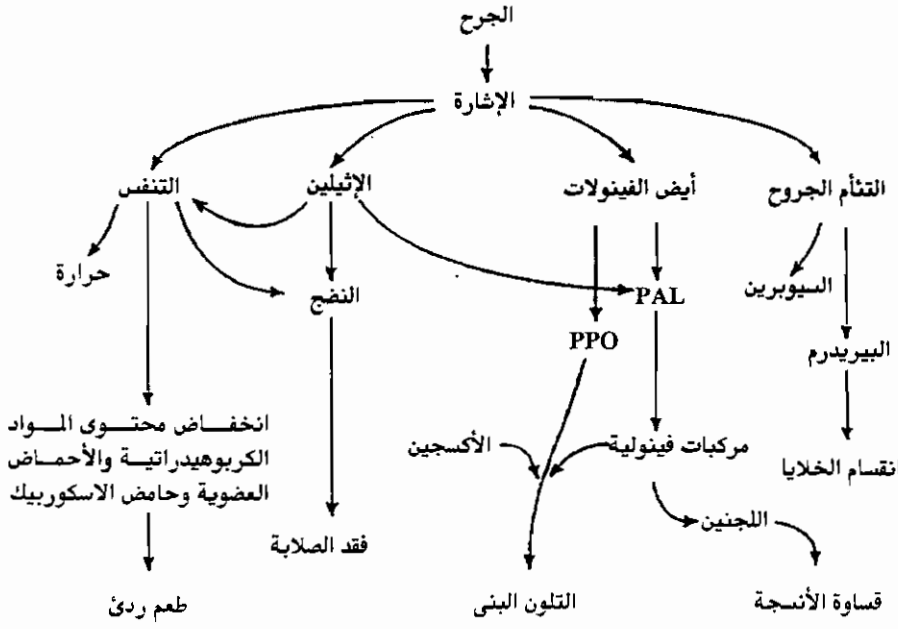
ويفضل – دائمًا – استعمال أفضل نوعية من منتجات الخضر والفاكهة لأجل تجهيزها للمستهلك. وعلى الرغم من أنه يمكن النزول بالنوعية إلى درجة أقل مع استبعاد الأجزاء غير المرغوب فيها عند التجهيز، إلا أن ذلك يزيد من تكلفة التجهيز إلى درجة غير اقتصادية، فضلاً عن احتمال عدم ملاحظة القائمين بالعمل لبعض الأجزاء التى يتعين التخلص منها، مع ما يستتبع ذلك من انخفاض فى النوعية (Barth وآخرون – الإنترنت – ٢٠٠٧).

فسيولوجيا المنتجات المصنّعة جزئيًّا

دور التجريح بصورة عامة

إن عملية تجهيز الخضر الطازجة للاستهلاك المباشر fresh-cut تتضمن أضرارًا ميكانيكية كثيرة جدًّا جراء التقشير، والتقطيع إلى شرائح، والتقطيع إلى مكعبات صغيرة dicing، والتمزيق أو البشر shredding، والفرم chopping. وبذا .. فإن فسيولوجيا الخضر والفاكهة السابقة التجهيز هى بالضرورة فسيولوجيا الأنسجة المجروحة. ومن أهم ما يترتب على ذلك التجريح زيادة معدل التنفس وإنتاج الإثيلين وتهتك الأغشية الخلوية؛ بما يترتب عليه من تعطيل لعمل الخلايا واختلاط الإنزيمات بالمواد الأولية دونما فصل بينها

(decompartmentalization)، وتراكم مركبات الأيض الثانوية (شكل ١٥–١). ويكون ذلك مصاحبًا بتغيرات فى صفات الجودة مثل القوام، واللون،والمذاق، والقيمة الغذائية.



شكل (١٥–١): العلاقات المتداخلة بين التأثيرات التى يحدثها تجريح الأنسجة على العمليات الفسيولوجية فى الخضر والفاكهة الطازجة المجهزة للمستهلك (عن Saltveit ٢٠٠٣).

ونوجز – فيما يلى – أبرز التأثيرات الفسيولوجية التى تترتب على تجهيز المنتجات الطازجة للمستهلك:

١– زيادة إنتاج الإثيلين:

يحدث ذلك من خلال التأثيرات فى مسار الـ ACC، وربما – أيضًا – مسار التجريح wound pathway (الذى يتضمن الـ ethane).

٢– زيادة معدل التنفس:

يترتب على ذلك إنتاج ثانى أكسيد الكربون، واستهلاك الأكسجين، وإنتاج الطاقة، واحتمالات التنفس اللاهوائى.

٣- تفاعلات الأكسدة:

وهى التى تتضمن استهلاك الأكسجين – فى غير التنفس – والتلون البنى.

٤- حث إنتاج الإنزيمات:

والتى منها: ACC synthase، و ACC oxidase، و PAL، و PIIF ... إلخ.

٥- تحورات فى أيض الفينولات:

الأمر الذى يترتب عليه إنتاج الفيتوألاكسينات phytoalexins، والصبغات البنية.

٦- حث عملية التئام الجروح:

وهى العملية التى تتضمن تمثيل اللجنين والسيوبرين، وانقسام الخلايا.

٧- تحورات فى تمثيل البروتين.

٨- تغيرات كيميائية وتركيبية:

وتتضمن حامض الأسكوربيك، والأحماض العضوية، والمواد الكربوهيدراتية، ونسبة السكريات إلى الأحماض، وزيادة فى الصلابة toughening وفى الطراوة softening، وفقدان لخصائص الطعم.

أما أبرز التأثيرات الفسيولوجية التى تحدث فى الحال استجابة للتجريح، فهى كما يلى:

١- إعطاء إشارة التجريح wound signal:

وهى التى يترتب عليها:

أ- تمثيل منظمات النمو النباتية، مثل حامض الأبسيسك، والإثيلين، وحامض الجاسمونك، وحامض السلسيلك، والـ systemin، والـ traumatin ... إلخ.

ب- توليد موجه كهربائية بيولوجية.

٢- الإضرار بالأغشية الخلوية فسولوجيًّا وفيزيائيًّا:

يتسبب ذلك فى زيادة نفاذيتها، واختلاط مكونات الخلية ومحتويات الفجوات، وأكسدة الدهون، وإنتاج أحماض دهنية حرة.

٣- فقد خاصية تدفق البروتوبلازم protoplasmic streaming.

وأما أبرز التأثيرات الفيزيائية التي تترتب على التمريح، فهي كما يلي:

١- حدوث صدمة ميكانيكية للأنسجة:

تحدث الصدمة بسبب الجروح والخدوش والتشققات والكسور والتمزقات.

٢- زوال طبقة البشرة الحامية:

يؤثر ذلك في انتشار الغازات (الأكسجين وثاني أكسيد الكربون والإثيلين) وبخار الماء، كما يوفر مدخلاً للملوثات من المركبات الكيميائية والكائنات الدقيقة.

٣- ظهور سوائل على الأسطح المقطوعة:

هذه السوائل تقلل من تبادل الغازات، ويترتب على ذلك زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون والإثيلين في الأنسجة، ونقص تركيز الأكسجين، كما يُسرع ذلك من فقد الماء، ويوفر مادة أولية لتكاثر الميكروبات.

٤- ظهور سوائل في داخل الأنسجة:

الأمر الذي يؤدي – عند تواجد السوائل في المسافات بين الخلايا – إلى شفافية الأنسجة، ويغير من كثافة المنتج.

٥- زوال الحواجز الطبيعية:

الأمر الذي يترتب عليه تحفيز انتشار الغازات سواء أكانت تلك الخارجة من النسيج أو الداخلة فيه، مع زيادة فقد الماء، وسهولة التلوث.

٦- تغيرات مظهرية:

ومن أبرز تلك التغيرات:

أ- تكوين مسحة بيضاء على الأسطح المقطوعة بسبب المتبقيات السطحية.

ب- عدم انتظام السطح بسبب عدم انتظام فقد الماء من الأنسجة.

جـ- حدوث تفلقات وتمزقات بسبب حدوث تغيرات متباينة في امتلاء خلايا الأنسجة.

د- تسرب الماء في المسافات بين الخلايا؛ مما يجعل الأنسجة تبدو نصف شفافة (Saltveit ٢٠٠٣).

التغيرات الحيوية فى المنتجات المصنّعة جزيئاً

نلقى – فيما يلى – مزيدًا من الضوء على التغيرات الحيوية التى تحدث فى أنسجة الخضر والفاكهة الطازجة المجهزة للمستهلك.

١– زيادة معدل إنتاج الإثيلين:

يؤدى جرح الأنسجة النباتية إلى زيادة معدلات إنتاج الإثيلين خلال دقائق معدودة حتى ساعة واحدة، مع وصول إنتاج الإثيلين إلى أقصى معدلاته فى خلال ٦–١٢ ساعة. ويعمل الإثيلين المنتج على إسراع نضج الثمار الكلايمكتيرية، وفقد الكوروفيل فى السبانخ.

٢– تدهور الأغشية الخلوية:

تتدهور الأغشية الخلوية نتيجة لتدهور محتواها من الدهون؛ حيث يحدث بها نشاط إنزيمى كبير؛ يؤدى إلى فقد المكون الدهنى للأغشية، وفقد خاصية الـ compartmentation (تواجد المركبات فى حجيرات خاصة من الأغشية الخلوية) بالنسبة للإنزيمات والمواد الأولية التى تعمل عليها الإنزيمات.

٣– زيادة معدل التنفس:

يعتقد أن الزيادة التى تحدث فى معدل التنفس فى الحاصلات البستانية المصنّعة جزئيًا تكون بسبب زيادة إنتاجها من الإثيلين. وقد تسرع الجروح – كذلك – من وصول الثمار إلى حالة الكلايمكترك التنفسى.

ونوضح فى جدول (١٥–١) معدل تنفس بعض الخضر والفاكهة المجهزة للمستهلك.

إن الزيادة فى التنفس وإنتاج الإثيلين التى يسببها التجريح يمكن أن تستنفذ مخزون المواد الكربوهيدرات وتحفز طراوة الأنسجة؛ الأمر الذى يرتبط بالنضج، وكذلك فقد الكلوروفيل المرتبط بشيخوخة الأوراق أو الأنسجة كما فى السبانخ والبروكولى. وفى كثير من الأنسجة يعطى التجريح إشارة تستحث تمثيل وتراكم المواد الفينولية. وقد يحدث التلون البنى نتيجة لتأكسد أو بلمرة المواد الفينولية المتراكمة. كذلك فإن اللجننة وصلابة الأنسجة تعد مظاهر أخرى لفقد الجودة التى يسببها أيض الفينولات.

جدول (١٥-١): معدل تنفس بعض الخضر والفاكهة المجهزة للمستهلك على صفر-٢٥ م، و ١٠ م (Toivonen & DeEll ٢٠٠٢).

المنتج	طريقة الإعداد	معدل التنفس ($mg\ CO_2\ kg^{-1}hr^{-1}$) على (م)	
		صفر-٢,٥	١٠
الفاصوليا الخضراء	مقطعة	٧,١	٣٩,٧
كوسة زوكيني	شرائح	٦,١	٢٣,٩
خيار	شرائح	١,٧	٤,٩
كوسة صفراء	شرائح	٣,٣	٩,٠
فلفل حلو	شرائح	٣,٦	٧,١
طماطم	شرائح	٠,٧	٥,١
كيوى	شرائح	٣,٧	١١,٩
موز (بدون قشرة)	شرائح	٤,٠	١٠,٧
فراولة	شرائح	١١,٢-٨,٥	—
خوخ	شرائح	٣,١	٩,٥
كنتالوب	مكعبات	١,٩	٦,٢
شهد العسل	مكعبات	١,٢	٤,٢
كمثرى (Anjou)	شرائح	٣,٨-١,٧	٧,٥-٦,٤
كمثرى (Bartlett)	شرائح	٤,٩-٢,٨	١١,٨-٩,٩
بطاطس	مقشرة	٣,٠	٩,٠
	شرائح	٦,٠	٢٠,٠
بنجر	مقشر	٢,٠	١٠,٠
	مكعبات	٥,٠	١٤,٠
	مبشور	٦,٠	٢٠,٠
جزر	مقشر	٤,٠	١١,٠
	شرائح	٦,٠	١٨,٠-١٥,٠
	مبشور	٨,٠	٢٧,٠
بصل	مقشر	٤,٠	١١,٠
	حلقات	٧,٠	٢٠,٠
	مبشور	٦,٠	١٢,٠

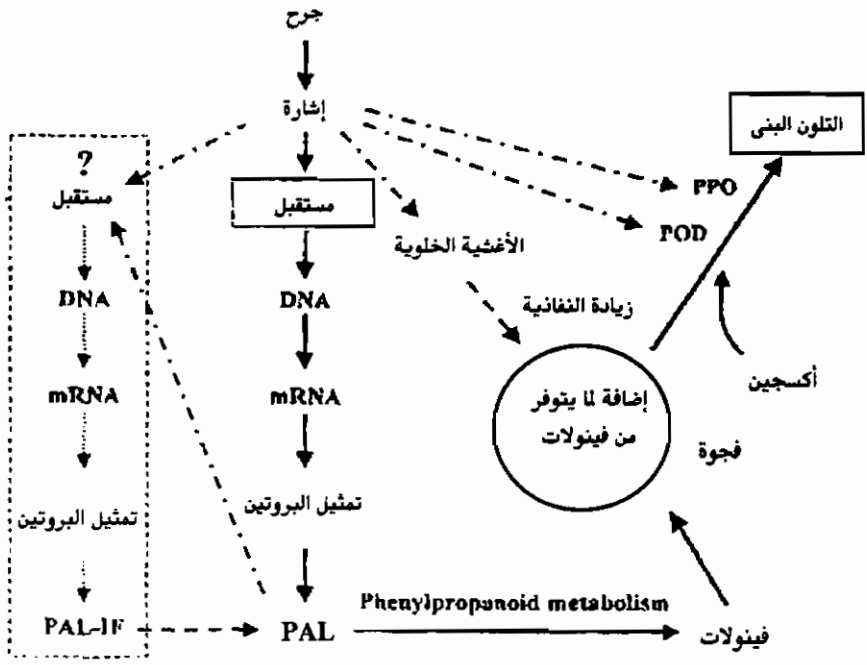
تابع جدول (١٥–١).

المنتج	طريقة الإعداد	معدل التنفس ($mg\ CO_2\ kg^{-1}hr^{-1}$) على (م) صفر–٢,٥	١٠
البروكولى	زهيرات	١٢.٩	٤١.٢
كرنب صينى	مقطع نصفان	٥,٠	٩.٠
	ممزق لقطع كبيرة	٩.٠	٢٥,٠
	ممزق لقطع صغيرة	١٢,٠	٣٠,٠
كرنب	مقطع إلى ٤ أرباع	٤,٠	١٢,٠
	ممزق لقطع كبيرة	٩,٠	٢٥,٠
	ممزق لقطع صغيرة	١٢.٠	٣٠,٠
تفاح (ديلشص)	شرائح	٣,٥–٢,٤	--
خس كابوتشا	ممزق	٣,٩	٦,٤

٤– التلـون البنـى بالأكسـدة Oxidative Browning والتلـون البنـى الإنزيمـى Enzymic Browning:

تحدث تغيرات فى اللون على سطح الأنسجة المقطوعة نتيجة لقطع الخلايا ذاتها وخروج محتوياتها وتعرضها للأكسدة. كما تحفز الجروح تمثيل بعض الإنزيمات التى تدخل فى تفاعلات التلون البنى. وفى تمثيل المواد الأولية التى تلزم لتلك التفاعلات. وتجدر الإشارة إلى أن التفاعلات التى تحدث للمركبات التى تخرج من الخلايا المجروحة تضر كثيرًا بطبقات الخلايا التالية لها؛ لذا .. يجب الاهتمام بعملية الشطف فى الماء للتخلص من تلك المركبات.

يعد التجريح أحد عوامل الشدّ غير الأحيائى التى ينتج عنها إشارات تبدأ فى النسيج المضار لتنتقل منه إلى النسيج غير المضار المجاور له؛ لتستحث تمثيل بروتينات خاصة لم تكن موجودة تعرف باسم "البروتينات المستحث إنتاجها بواسطة الجروح" wound-induced proteins. وتعد بعض تلك البروتينات المستحثة إنزيمات خاصة بأيض الفينولات (شكل ١٥–٢).



شكل (١٥-٢): العلاقات المتداخلة بين تجريح أنسجة ورق الخس وما يعقبه من تغيرات فى أيض الفينولات الذى يقود إلى التلون البنى (Saltveit ٢٠٠٠).

إن التفاعلات الإنزيمية وغير الإنزيمية التى تتضمن المركبات الفينولية تنتج صبغات بنية اللون فى الأنسجة النباتية. وتحتوى بعض الأنسجة – كما فى الخرشوف – على محتوى عالٍ من مركبات فينولية سابقة التكوين، سريعًا ما تتحول إلى اللون البنى فى الهواء بعد تعرضها للتجريح. ويتطلب منع التلون البنى فى تلك الأنسجة وقف نشاط الإنزيمات المسئولة عن ذلك. مثل البولى فينول أوكسيديز، أو حجب الأكسجين (بخفضه إلى أقل من ١٪)، أو المعاملة بمركبات مضادة للأكسدة مثل حامض الأسكوربك. وفى أنسجة كالخس تكون كميات المركبات الفينولية السابقة التكوين فى الأنسجة قليلة، ويحدث التلون البنى بعد زيادة تمثيل تلك المركبات عقب تجريح الأنسجة. فهذا التجريح (الذى يحدث عند تقطيع الخس أو تشققه أو كسر عروقه) يُنتج إشارة تنتقل عبر الأنسجة، وتستحث تمثيل إنزيمات فى المسار الأيضى المسئول عن

إنتاج المركبات الفينولية، وأول الإنزيمات التى يتم تمثيلها حينئذٍ هو: phenylalanine ammonia lyase (اختصارًا: PAL)، وهو الذى يؤدى إلى تراكم المركبات الفينولية، مثل حامض الكلوروجنك chlorogenic acid، وحامض الأيزوكلورجنك isochlorogenic acid، و dicaffeoyl tartaric acid، وجميعها مركبات مسئولة عن التلون البنى فى الخس (Saltveit ١٩٩٨).

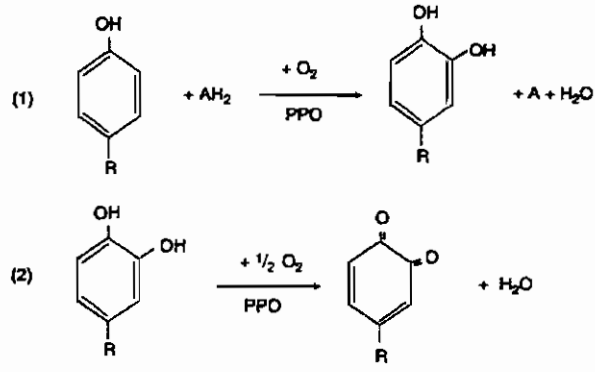
ويؤدى تجريح خس الآيس برج – على سبيل المثال – إلى زيادة نشاط الـ PAL بنحو ٦–١٢ مرة على مدى ٢٤ ساعة على ١٠°م؛ مما يؤدى إلى زيادة محتوى المركبات الفينولية الكلية ثلاث مرات فى خلال ثلاثة أيام (Saltviet ٢٠٠٠).

يعد التلون الإنزيمى أحد أهم العوامل المحددة لفترة بقاء الخضر والفاكهة الطازجة السابقة التجهيز محتفظة بجودتها. وما يحدث هو أنه أثناء مراحل تجهيز المنتجات الطازجة يتعرض المنتج لعمليات تؤدى إلى تمزق الخلايا؛ مما يؤدى إلى تحرر الإنزيمات من الأنسجة؛ لتصبح على اتصال بالمواد التى تعمل عليها. والتلون البنى الإنزيمى هو ذلك الذى ينتج عن نشاط مجموعة من الإنزيمات تعرف باسم polyphenol oxidases(اختصارًا: PPOs)، وهى التى تتواجد فى جميع النباتات. ويجب تمييز التلون البنى الإنزيمى عن التلون البنى غير الإنزيمى الذى ينتج بعد التسخين، مثل: تفاعل ميلارد Maillard reaction، والتكرمل، وأكسدة حامض الأسكوربيك.

ويعد التلون البنى الإنزيمى عملية معقدة تتم على مرحلتين. ينظم المرحلة الأولى منها الـ PPOs، حيث تتحول الـ monophenols إلى o-diphenols بالـ hydroxylation. أما المرحلة الثانية فتنظمها كذلك الـ PPOs. وفيها يتحول الـ o-diphenol إلى o-qionones بالأكسدة (شكل ١٥–٣).

ومن خلال مجموعة من التفاعلات الإنزيمية تتفاعل الـ o-quinones بالأكسدة والبلمرة (مع جزيئات quinones أخرى، ومع مركبات فينولية أخرى، ومع مجموعات الأمينو فى البروتينات والببتيدات والأحماض الأمينية، ومع الأمينات الأروماتية، ومركبات الثيول

thiol compounds، وحامض الأسكوربيك ... إلخ)؛ لتكون صبغات بنية وكذلك مركبات بنية ضاربة إلى الحمرة، ورمادية ضاربة إلى الرزقة، وسوداء، وترجع تلك الاختلافات اللونية إلى تباين أنواع المركبات الفينولية التى تدخل فى التفاعل.



شكل (١٥-٣): التفاعلات التى يمكن أن ينظمها الـ **polyphenol oxidase**: ١- تحويل الـ **monophenols** إلى **o-diphenols** بالـ **hydroxylation**، و٢- أكسدة الـ **o-diphenols** إلى **o-quinones** (**Garcia & Barrett** ٢٠٠٢).

ولا يقتصر التلون البنى الإنزيمى على التغيرات اللونية فقط، وإنما يتعداها – كذلك – إلى تغيرات غير مقبولة فى الطعم وفقد فى القيمة الغذائية (Garcia & Barrett ٢٠٠٢).

٥- التئام الجروح:

يُعنى بمصطلح التئام الجروح – بصفة عامة – إنتاج السيوبرين واللجنين ثم ترسيبهما فى الجدر الخلوية فى مواقع الجروح، مع احتمال أن يتبع ذلك انقسام خلوى تحت الطبقة المسوبرة لتكوين بيريدرم الجروح. وأول ما يلاحظ عند السطح المقطوع للأنسجة النباتية جفاف الطبقة الأولى المقطوعة من الخلايا والطبقات القليلة الأولى التى تليها. وتحدث السوبرة فى طبقة الخلايا التى تلى ذلك فى عديد من الأنسجة؛ مثل درنات البطاطس واليام، وجذور البطاطا والجزر، وقرون الفاصوليا، والغلاف الثمرى الخارجى pericarp للطماطم والخيار.

ويتأثر التسوبر وتكوين بيريدوم الجروح بكل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية، وتركيز غازى الأكسجين وثانى أكسيد الكربون؛ حيث يزداد معدل التئام الجروح – بالنسبة للبطاطس مثلاً – بارتفاع درجة الحرارة من ٥ إلى ٢٠°م، وبزيادة الرطوبة النسبية حتى ٩٨٪ (فى الحرارة المنخفضة)، بينما يتوقف التئام الجروح فيها بانخفاض تركيز الأكسجين عن ١٠٪، أو بزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون على ٥٪ (Barth ١٩٩٥).

إن بعض التغيرات الفسيولوجية الموجهة نحو التئام الجروح قد تكون مفيدة كما يحدث عند معالجة درنات البطاطس، وقد تكون ضارة. فمن بين التغيرات الفسيولوجية التى تعقب التجريح: زيادة معدل التنفس وإنتاج الإثيلين، وتحفيز نضج ثمار الخضر الكلايمكتيرية (مثل الكنتالوب والطماطم)، وزيادة تمثيل وتراكم المركبات الفينولية التى تُسهم فى التلون البنى للأنسجة. ويتم التحكم فى تلك التغيرات بحفظ المنتج فى حرارة منخفضة، وبتوفير هواء محيط بالمنتج يقل فيه تركيز الأكسجين ويزداد تركيز ثانى أكسيد الكربون. والمعاملة بمثبطات لتفاعلات كيميائية أو مسارات أيضية معينة.

٦– تمثيل مركبات أيضية ثانوية Secondary Metabolites:

يؤدى جرح الأنسجة النباتية إلى تحفيز إنتاج عدد كبير من المركبات الثانوية التى قد تدخل بعد ذلك فى العمليات المؤدية إلى التئام الجروح، أو تعمل كوسيلة دفاعية ضد الإصابات الميكروبية والحشرية. وتختلف المركبات التى تتكون نتيجة للجروح من محصول لآخر، وقد يؤثر تكوينها على نكهة طعم المنتج، ومظهره، وقيمته الغذائية، وحتى على مدى صلاحيته للاستهلاك؛ لأن تلك المركبات قد تكون ضارة بصحة الإنسان (عن Brecht ١٩٩٥).

ونعطى فى جدول (١٥–٢) أمثلة لبعض مركبات الأيض الثانوية التى يتم تمثيلها استجابة للتجريح فى بعض محاصيل الخضر.

جدول (١٥-٢): أمثلة لبعض مركبات الأيض الثانوية التى يتم تمثيلها استجابة للتجريح فى بعض محاصيل الخضر (Miller ٢٠٠٣)

المركب	فئة المركب	النبات	العضو النباتى
Catechin	Flavonoid	الخس	الأوراق
Chlorogenic acid	Phenylpropanoid		
Dicaffeoylquinic acid	Phenylpropanoid		
Miscellaneous	Terpenoid	الكاسافا	الجذر
Diterpenes			
Catechin	Flavonoid	الكاسافا	الجذر
Scopoletin	Coumarin	الكاسافا	الجذر
Scopolin		الكاسافا	
Esculin			
Rishitin	Sesquiterpenoid	البطاطس	الدرنة
Lubimin			
Phytuberin			
Phytuberol			
Solavetivone			
Solanine	Steroidal alkaloid	البطاطس	الدرنة
Chaconine			
Allylisothiocyanate	Glucosinolate	الكيل والكولارد	الأوراق
Cucurbitacin	Terpenoid	القرعيات	الأوراق
3-Carene	Terpenoid	الجزر	الجذر
Caryophyllene			
α-Caryophyllene			
β-Pinene			
Carotenoids	Terpenoid	الطماطم	الثمرة
Chlorogenic acid	Phenylpropanoid	البطاطس	الدرنة

إن الجروح التى تحدث بمنتجات الخضر والفاكهة عند إعدادها للمستهلك fresh-cut تحفز تغيرات فيزيائية وفسيولوجية عديدة تُسرع من فقد المنتج لجودته. ومن أهم

هذه الجروح تلك التى تؤدى إلى فقد طبقة البشرة وتعرض الأنسجة الداخلية للهواء الخارجى؛ فتلك التغيرات لا تُسهل فقط فقد الماء، ولكنها توفر وسيلة سهلة لدخول الميكروبات المسببة للأمراض والملوثات الكيميائية. ويمكن للتعبئة الجيدة وللمعاملة بالأغشية الصالحة للأكل أن تقلل من فقد الماء بمحافظتها على رطوبة نسبية عالية عند الأسطح المقطوعة، كما أنها توفر حاجزًا فيزيائيًّا يحمى المنتج من التلوث.

يستمر فقد الأنسجة النباتية للماء ما انخفضت الرطوبة النسبية فى الجو المحيط بها عن ٩٩٪–٩٩,٥٪ (بفرض تساوى درجة حرارة الأنسجة مع حرارة الهواء المحيط بها)؛ وذلك هو المدى الرطوبى الطبيعى فى الهواء الذى يشغل المسافات البينية فى الأنسجة النباتية. ونجد فى الأنسجة غير المجروحة أن هواء المسافات البينية لا يكون على اتصال مباشر بالهواء الخارجى، ولكن تجريح الأنسجة يعرض الأنسجة الداخلية للهواء الخارجى بصورة مباشرة؛ الأمر الذى يُسرع كثيرًا من فقد الماء، ما لم تتم زيادة الرطوبة النسبية فى الجو المحيط بالمنتج إلى ٩٩,٥٪.

وتتراوح معدلات الزيادة فى فقد الرطوبة فى الأنسجة المجروحة – مقارنة بالأنسجة السليمة – بين ٥ أضعاف و ١٠ أضعاف فى الأسطح المسوبرة قليلاً مثل الجزر، و ١٠ أضعاف و ١٠٠ ضعف فى الأسطح المغطاة بالكيوتين مثل قرون الفاصوليا وثمار الخيار، إلى ٥٠٠ ضعف فى درنات البطاطس الشديدة التسوبر (عن Brecht ١٩٩٥).

يمكن لفقد الماء وانهيار الخلايا المجروحة عند السطح المقطوع أن يؤديا إلى تغير مظهر المنتج المجهز. فمع فقد السطح المقطوع للماء فإن البقايا الخلوية العالقة يمكن أن تكسب السطح مسحة بيضاء اللون تخفى لون الصنف. وعلى سبيل المثال فإن تلك المسحة البيضاء على الجزر "البيبى" تقلل من شدة المظهر البرتقالى للون للجزر. كذلك فإن الفقد غير المنتظم للرطوبة بين القشرة والأنسجة الوعائية المعرضة للجو الخارجى قد تؤدى إلى عدم تجانس السطح، كما يحدث عند بروز الخيوط الوعائية لليمترات قليلة من النهايات المقطوعة لأعناق أوراق الكرفس. وكل تلك التغيرات ترتبط فى ذهن المستهلك بفقد المنتج لطزاجته (Barth وآخرون – الإنترنت – ٢٠٠٧).