عناية وخزن

فسلجة ثمار بعد الحصاد

Post harvest physiology

اعداد

د. سعد عبد الواحد

محاضرة / 2

التنفس في ثمار الفواكه والخضراوات

respretion in fruits and vegetables

عملية التنفس Respiration

تعتبر عملية التنفس من العمليات المهمة جدا في حياة الثمرة حيث ان هذه العملية تعتبر من اهم عمليات الاكسدة كما انها السبب الرئيسي في استهلاك الغذاء المخزون في الثمار بعد حصادها. ان الثمار تستطيع تعويض الغذاء المستهلك بعملية التنفس عن طريق الاوراق او الجذور ولكن عند الحصاد سينقطع المصدر الغذائي عنها لذا لابد من الحفاظ على المخزون الغذائي للثمرة اطول مدة ممكنة. اضافة الى الاستهلاك الغذائي فأنها عملية يصاحبها انتاج الحرارة الحيوية نتيجة تحول الغذاء الى طاقة وهذا يؤدي الى رفع حرارة المخزن وبالتالي تلف الثمار لذا لابد من فهم ميكانيكية التنفس بعد القطف لتحديد المتطلبات الخزنية للثمار.

ان المقصود بعملية التنفس هو اكسدة المركبات الكربونية الى ثاني اوكسيد الكربون والماء واستغلال قسم من الطاقة الناتجة للقيام بالفعاليات الحيوية ويمكن تلخيص معادلة التنفس كما يلي:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + Energy\ (686KgCal)$$

ان مصدر الطاقة اللازمة للمحافظة على حيوية الخلايا هو عملية التنفس ولكن النبات لا يستهلك جميع الطاقة الناتجة وانما (40%) منها تحت افضل الظروف و الباقي (60%) تتحول الى حرارة. ان الوزن الجزيئي الواحد (mole) من سكر الكلوكوز عندما يتأكسد حيويا بصورة كاملة في عملية التنفس ينتج عنه (686000) سعرة حرارية Calories او 2671 وحدة حرارة بريطانية British thermal unite (BTU) . ان الطاقة يستفيد منها النبات يتم تحويلها بداخل الخلية على شكل مركبات عالية الطاقة مثل Adenosine Triphosphate (ATP) الذي يعتبر اهم مصادر الطاقة اللازمة لانجاز التفاعلات الحيوية داخل الخلايا.

العوامل المؤثرة على سرعة التنفس :

لابد من من معرفة كافة العوامل التي من شأنها زيادة او خفض معدل سرعة التنفس في الثمار كي تسهل السيطرة عليها وفق ما تتطلبه شروط الخزن ومن هذه العوامل :

اولا – عوامل ذاتية وتشمل ما يلي :

1. مرحلة النمو :

تكون سرعة التنفس عالية في بداية نمو الثمار ثم تبدأ بالانخفاض كلما تقدت الثمار بالنمو حتى تصل الى اقل معدل في مرحلة البلوغ Maturation ثم ترتفع ثانية اثناء النضج النهائي. لذا يفضل حصاد الثمار في مرحلة البلوغ بسبب انخفاض معدل سرعة التنفس مما يطيل من القابلية الخزنية لها.

2 . مكونات الثمرة الرئيسة:

تختلف الثمار في تركيبها الكيمياوي فهناك بعض الانواع تخزن الاحماض العضوية وبعضها تخزن السكريات وتبعا لذلك فأن المادة المستهلكة في عملية التنفس ستختلف بأختلاف التركيب الكيمياوي للثمرة وعلى اية حال فأن الثمار الخازنة للاحماض العضوية تكون سرعة التنفس فيها عالية تليها الثمار الخازنة للسكر.

3. نوع الانسجة :

تختلف انسجة الثمار في سرعة تنفسها فمثلا الانسجة المرستيمية تكون سرعة تنفسها اعلى من الانسجة المسنة او المتقدمة في العمر وكذلك فأن البذور غير البالغة تكون سرعة تنفسها اكثر من باقي انسجة الثمرة.

4. حجم الثمرة:

كلما زاد حجم الثمرة قلت سرعة تنفسها والسبب هو ان الثمار الكبيرة تكون اقرب الى البلوغ من الثمار الصغيرة لنفس الصنف اما اذا تساوت الثمار في العمر فتكون سرعة التنفس في الثمار الكبيرة اقل مما هو عليه في الثمار الصغيرة. (لان سرعة التنفس تتناسب طرديا مع مجموع المساحة السطحية وبما ان الثمار الصغيرة يكون فيها مجموع المساحة السطحية الى الحجم اكثر مما هو عليه في الثمار الكبيرة لذا تكون سرعة تنفها اكثر).

5. طبقة الكيوتكل :

كلما زاد سمك طبقة الكيوتكل قل تنافذ الغازات وهذا يؤدي الى انخفاض سرعة التنفس.

ثانيا – عوامل خارجية : وتشمل ما يلي :

1 . درجة الحرارة Temperature

تعتبر درجة الحرارة من العوامل الرئيسة التي تؤثر على سرعة تنفس الثمار فأن ارتفاعها يؤدي الى زيادة سرعة التنفس اذ تزداد سرعة التنفس بمعدل 2-3 مرة كلما ارتفعت درجة الحرارة (10 º م) ضمن المدى الحراري بين الصفر 0-25 º م . كما ان ارتفاع الحرارة عن 25 º م يؤدي الى انخفاض سرعة التنفس بسبب تغير الصفات الفيزياوية للانزيمات (Denaturation) والذي يؤدي الى تقليل فعاليتها.

2 . تركيز الاوكسجين O2 :

هناك تناسب طردي بين تركيز الاوكسجين وسرعة التنفس اذا كانت نسبة الاوكسجين في هواء المخزن (5-21%) اما اذا زادت النسبة عن 21% فأن سرعة التنفس لا تتأثر في معظم انواع الثمار اما عند انخفاض نسبة O2 عن 5% فنجد ان سرعة التنفس تزداد وتستمر بالزيادة بشكل

طردي حتى تصل نسبة O2 في هواء المخزن 0% . وذلك بسبب حدوث التخمر الكحولي او التنفس اللاهوائي للثمار والدليل على ذلك هو تحرر CO2 بدون استهلاك O2 كما في المعادلة التالية :

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 6CO_2$$

ولكي نتمكن من خزن الثمار اطول فترة ممكنة فيجب خفض نسبة الاوكسجين في هواء المخزن كي تقل سرعة التنفس الى اقل ما يمكن مع منع حدوث عملية التنفس اللاهوائي.

3 . تركيز ثاني اوكسيد الكربون CO2 :

ان زيادة تركيز CO2 الى حد معين في هواء المخزن الى تقليل سرعة التنفس بسبب تراكمه حول الثمار مما يقلل من عملية التبادل الغازي اما اذا زاد التركيز عن الحد المقرر فأنه يسبب ما يما اضرار CO2 او التسمم ب CO2 حيث يعمل على تراكم المواد لسامة في الخلية مثل تراكم حامض السكسنيك الذي يؤدي الى حدوث ظاهرة القلب البني في ثمار التفاح.

4 . تركيز الاثيلين C2H4 :

تختلف الثمار في انتاجها وحساسيتها لغاز الاثيلين الذي يعمل على زيادة سرعة التنفي في الثمار وخاصة الثمار ذات الخواص الكلايمكتيرية .

5 . الاضرار الميكانيكية والفسلجية :

ان هذه الاضرار تسبب زيادة سرعة التنفس لان الضرر يؤدي الى زيادة انتاج غاز الاثيلين من الثمار المتضررة والذي يؤدي بدوره الى زيادة سرعة التنفس .

الثمار الكلايمكتيرية Climacteric fruits

تعرف ظاهرة الكلايمكتيرك (التنفس النضجي) بأنها الارتفاع المفاجئ في سرعة التنفس اثناء نضج بعض انواع الثمار . وتقسم ظاهرة الكلايمكتيرك الى ثلاث مراحل هي :

1 . مرحلة ما قبل الكلايمكترك Pre-climacteric stage

2 . مرحلة الكلايمكترك climacteric stage

3 . مرحلة ما بعد الكلايمكترك Post climacteric stage

اسباب حدوث ظاهرة الكلايمكترك :

ان ظاهرة الكلايمكترك مرحلة غير عكسية اي لايمكن اعادة الثمار التي دخلت هذه الظاهرة الى حالتها الاولى . كما انها تعتبر المرحلة الاخيرة في حياة الثمرة والتي بعدها تدخل مرحلة

الشيخوخة Senescence لذا اهتم الكثير من الباحثين في معرفة اسباب حدوث هذه الظاهرة بغية السيطرة عليها وقد تم التوصل الى العديد من الفرضيات التي تفسر اسباب حدوثها ومن اهمها :

1. زيادة نفاذية الاغشية الخلوية .

2 . زيادة تكوين الاحماض النووية والبروتينات والانزيمات .

3 . زيادة نشاط المايتوكوندريا .

4 . انتاج الاثيلين.

الاختلافات بين الثمار الكلايمكتيرية والثمار غير الكلايمكتيرية :

1 . الثمار الكلايمكتيرية تمتاز بأن انتاجها لغاز الاثيلين يكون قليلا قبل حدوث ظاهرة الكلايمكتريك ثم يزداد تركيز غاز الاثيلين داخل الثمار مما يؤدي الى زيادة تحرر غاز الاثيلين من الثمار وتكون هذه الزياده قبل بدأ ارتفاع سرعة التنفس مما يثبت ان الاثيلين هو السبب المباشر لحدوث هذه الظاهرة اما الثمار غير الكلايمكتيرية فأن انتاج الاثيلين فيها لا يتغير اثناء النضج ويكون مستواه قليلا جدا مقارنة بالثمار الكلايمكترية .

2 . ان معدل سرعة التنفس في الثمار الكلايمكترية يبدأ بالانخفاض كلما تقدمت الثمرة بالنمو حتى يصل الى اوطأ مستوى في مرحلة البلوغ maturation بعد ذلك تزداد سرعة استهلاك الاوكسجين (سرعة التنفس) زيادة مفاجئة حيث تصل الى اعلى حد لها عند النضج النهائي يعقب ذلك انخفاض في سرعة التنفس ثم تدهور الثمار وموتها . اما الثمار غير الكلايمكتيرية فأن سرعة التنفس فيها تتناقص تدريجيا بتقدم نمو الثمرة حتى تصل الى مرحلة التدهور دون حدوث اي زيادة مفاجئة في سرعة التنفس .

3 . ان معاملة الثمار الكلايمكترية بغاز الاثيلين C_2H_4 سيحفزها على انتاج الاثيلين الطبيعي الذي يسبب الاسراع في نضج الثمار . اي انها تحتاج الاثيلين الصناعي كمحفز فقط حيث يمكنها ان تستمر بالنضج بعد ازالة الاثيلين الصناعي بعكس الثمار غير الكلايمكتيرية فأن معاملتها بالاثيلين الصناعي يزيد سرعة تنفسها ونضجها ولو ازيل الاثيلين الصناعي تعود سرعة التنفس هذه الثمار الى وضعها السابق قبل المعاملة بالاثيلين والسبب هو عدم مقدرتها على انتاج الاثيلين الطبيعي اللازم لاستمرار عملية النضج .

جدول يبن اهم انواع الثمار التي لها خواص كلايمكتيرية وانواع الثمار التي ليست لها خواص كلايمكيرية :

ثمار ذات خواص كلايمكتيرية		ثمار ليست لها خواص كلايمكتيرية	
التفاح	Apple	الكرز	cherry
المشمش	Apricot	الخيار	cucumber
الافوكادو	Avocado	العنب	grape
الموز	Banana	الكريب فروت	grapefruit
التين	Fig	الليمون	lemon
المانكو	Mango	البرتقال	orange
البطيخ	Melons	الاناناس	pinapple
الطماطة	Tomato	الشليك	strawberry
الخوخ	Peach		
الاجاص	Plum		
الكمثرى	Pear		
الفلفل	Pepper		

المصادر:

1-العاني ، عبد الاله مخلف . 1985 . فسلجة الحاصلات البستانية بعد الحصاد ج1 و ج2 . مطابع جامعة الموصل . مديرية مطبعة الجامعة . جامعة بغداد وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . العراق .

2- جمعة ، فاروق فرج و عبد الاله مخلف . 1989 . الحاصلات البستانية حفظها والعناية بها . دائرة التقني للطباعة والنشر . هيئة المعاهد الفنية . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . العراق

3- مخلف . عبد الاله ، عدنان ناصر مطلوب و يوسف حنة يوسف . 1980 . عناية وخزن الفاكهة . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . العراق .