تخزين ثمار المشمش صنف (رويال) باستخدام الجو الغازي المعدّل.

الدكتور علي علي[1]

م. مارية عليا[2]

الملخص

تمّ دراسة تأثير الجو الغازي المعدّل في زيادة العمر التخزيني لثمار المشمش صنف (رويال) عند درجة حرارة (3)م° ورطوبة نسبية (90–95)%. تم تطبيق عدة أوساط غازية لتحديد التركيز الأمثل من الغازات وهي:
T3=(N2%97–CO_2%2–O_2%1)، T4(=N2%92–CO_2%5–O_2%3)، كما تم استخدام أكياس مصنوعة من البولي إيتلين في حفظ الثمار (T2).

تم قياس بعض مؤشرات الجودة منها: (درجة صلابة الثمار، نسبة فيتامين C)، مرة أسبوعياً حتى نهاية مدة التخزين.

بيّنت النتائج تفوّق المعاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات في الحفاظ على أعلى قيمة صلابة (2.1) كغ/سم^2، وأعلى نسبة من فيتامينC (11.4) ملغ/100غ، كما حافظت الثمار المخزنة ضمن أكياس بولي إيتلين على جودة أعلى مقارنةً بثمار الشاهد والمعاملة T3، حيث بلغت درجة صلابتها (1.8) كغ/سم^2، وكانت نسبة فيتامين C فيها (11.1) ملغ/100غ عند انتهاء مدة التخزين مع وجود فروق معنوية.

الكلمات المفتاحية: رويال، جو غازي معدّل، بولي إيتلين.

---

[1]أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا.

[2]طالبة دكتوراه في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا.

1.المقدمة:

تُعتبر ثمار الفاكهة من أكثر أنواع التجارة الزراعية حيويةً بسبب العائد الجيد من جهة والاهتمام المتزايد للمستهلك بنوعية المنتَج وتوفّره على مدار العام من جهةٍ أخرى، وقد ساهمت العمليات المختلفة والتقنيات الحديثة المستخدمة في معالجة الثمار قبل بدء تخزينها دوراً كبيراً ومشجّعاً لهذه التجارة. تتعدّد أصناف الفاكهة في سورية وتشكّل مجموعة متكاملة ومهمّة من العناصر الغذائية يأتي في مقدمتها التفاح، المشمش، الكرز، والدراق الذي يُشكل إلى جانب العنب والحمضيات أهم الصادرات على الإطلاق.

وفي بلادنا، لا تزال كثير من الصناعات التي تعتمد على المواد الخام الزراعية ، كالصناعات الغذائية، بعيدة عن العمل بالريعية والعائد الاقتصادي الأقصى حيث تقدر منظمة الأغذية و الزراعة FAO أن حوالي (20–30%) من الإنتاج الزراعي العالمي يتعرض للتلف بين مرحلتي الجني و الاستهلاك ، ولهذا السبب كان لا بدّ من إيجاد أفضل الوسائل لإطالة العمر التخزيني والحد من نسبة الفقد بأفضل شكل ممكن، و يُحدد هذا العمر إجمالاً بطرق موضوعية تحدد المظهر العام للسلعة ومذاقها ورائحتها وملمسها، وتتضمن هذه الطرق غالبًا مجموعة من الإجراءات الحسية والكيميائية الحيوية والميكانيكية، بالإضافة إلى قياس الألوان (البصرية) (ابراهيم، 2012).

تُعتبر طريقة التعبئة والتخزين في جو غازي معدّل من الطرق الحديثة الشائعة في مجال تغليف وتخزين الثمار الطازجة، حيث تعتمد على التحكم بنسب الغازات وتركيبها من خلال استبدال التركيب الطبيعي للهواء والمكوّن من (78% نتروجين، 21% أوكسجين، و0.03% ثاني أكسيد الكربون) بغاز واحد أو خليط من الغازات بالتزامن مع خفض درجة حرارة التخزين إلى أقل من 3م° والتحكم بالنشاط الإستقلابي وعمليات التنفس المرافقة للعملية التخزينية، فضلاً عن تقليل إنتاج غاز الإيتلين وتجنب المعالجات الكيماوية والحرارية (Kader et al., 1989; Gorris and Tauscher 1999; Saltveit,1997; Fonseca et al., 2002).

تساهم هذه الطرق الحديثة من التخزين في الحفاظ على محتوى الأغذية المخزّنة من (الفيتامينات، الدهون، الأحماض وغيرها..) إضافة إلى المحافظة على مكونات الطعم واللون والنكهة (Kader, 2002).

يتم إعداد الفاكهة وإنضاجها، ومعاملتها بالطرق المناسبة لإطالة مدة صلاحيتها للاستعمال الطازج وبالتالي إيصالها للمستهلك بالشكل والزمن والمكان الذي يُفضّله، وقد قطعت الدول المتقدمة شوطاً بعيداً في هذا المجال سواءَ من حيث التسويق الداخلي أو من حيث الإعداد للتصدير (نداف وآخرون، 2008).

إن أول من أشار إلى إمكانية استخدام الجو الغازي المعدّل عند حفظ ثمار الخضار والفاكهة العالمان "تسيرفيتينوف ونيكتينسكي" عام 1913، لتنتقل بعد ذلك إلى العديد من البلدان الصناعية المتطورة مثل (إنكلترا– فرنسا– هولندا– سويسرا– أمريكا– إيطاليا)، التي استخدمت طرقاً بسيطةً في حفظ الثمار ضمن غرف محكمة الإغلاق لرفع نسبة غاز CO_2 وخفض نسبة O_2، وتبيّن ملاءمة هذا الوسط لبعض الأصناف (كالحمضيات ، التفاح، والإجاص) (علي، 2010).

وقد أشارت الأبحاث المختلفة في كاليفورنيا إلى ضرورة تطوير طرق التخزين ضمن الأجواء المعدّلة بشكلٍ تدريجيٍ بالاعتماد على الخبرات والدراسات المكتبية، وتطبيق تقنيات هيكلية جديدة مثل استخدام الوسط الغازي المكوَّن من (11–16)% CO_2 ، و(5–10)% O_2، لتتحوّل الدراسات تدريجياً إلى أجواء محدودة التراكيز من CO_2 وO_2 حيث تمّ تخفيض النسب إلى (2–3)% O_2 و(2–5)%

CO_2 بالاعتماد على استخدام منقيّات الهواء، كما تمّ تطبيق 1% O_2 و(1–1.5)% CO_2 في الآونة الأخيرة كوسط يحدّ من النشاط الميكروبي وعمليات التنفس ويساهم في زيادة العمر التخزيني للثمار، ليتم لاحقاً تطبيق نظام ULO (Ultra Low Oxygen) وCAs التي لعبت دوراً فعالاً في الحفاظ على جودة الثمار، كما أدخلت نيوزيلندا العديد من طرق التخزين التي تعتمد على الوسط الغازي المعدّل وحققت فوائد اقتصادية هامة في هذا المجال بالنسبة (للنكتارين، التفاح، والكيوي) (Thompson, 1998).

ينتمي المشمش إلى تحت الجنس Armeniaca والجنس Prunus وتحت الفصيلة الخوخية Prunoideae والفصيلة الوردية Rosaceae تنتشر زراعة المشمش في العديد من بلدان العالم وتحتل روسيا الإتحادية المركز الأول تليها الولايا المتحدة، ويتبع للمشمش سبعة أنواع أهما النوع .Armeniaca Vulgaris Lam وهو الأكثر انتشاراً في العالم وتتبعه غالبية الأصناف الاقتصادية وبعض الأصناف المزروعة التابعة للنوع المنشوري Armeniaca manshuriaca، وأصناف قليلة تابعة للنوع Armeniaca Sipirica Lam. (مخول، 2019).

يزرع المشمش في معظم محافظات القطر العربي السوري نظراً لتحمله الظروف القاسية، ويحتل ريف دمشق المركز الأول في زراعته ثم حمص وإدلب تليها حلب وفي المرتبة الخامسة محافظة اللاذقية. بلغت المساحة المزروعة من المشمش 12612 هكتاراً عام 2002م بإنتاج قدره 100902طن، بينما بلغ معدل الإنتاج 75919 طن عام 2011م بمساحة قدرها 13746 هكتاراً حسب إحصائيات وزارة الزراعة والإنتاج الزراعي (مخول، 2019).

يُعدّ المشمش من الثمار الكلايمكترية التي تزيد شدتها التنفسية بعد القطاف مباشرةً إلى جانب العمليات الحيوية والبيوكيميائية التي تسبّب نضج الثمار ووصولها إلى طور الشيخوخة بسبب ظاهرة " التنفس_ نضج" التي تؤدي إلى حدوث العديد من التغيّرات الفيزيائية والكيميائية والحسية ضمن الثمرة، حيث يزداد إنتاج غاز الإيتلين مع تقدّم نضج الثمار وبالتالي زيادة نسبة المواد الصلبة المنحلة، ويترافق ذلك مع انخفاض واضح بالوزن والحموضة الكلية إضافةً إلى تغيّر درجة صلابة الثمار (Guerra and Casquero, 2008; Usenik *et al*., 2008).

كما يساهم التبريد إلى جانب التخزين في جو غازي معدّل في إطالة مدة التخزين، وتحسين الخصائص الحسية لثمار المشمش والدراق بشكلٍ ملحوظٍ (Singh *et al.*, 2010)، كما تعتبر ثمار المشمش من الثمار الحساسة للتخزين المبرّد حيث تظهر أعراض الاسمرار الأنزيمي، ويترافق ذلك مع زيادة إنتاج غاز الإيتلين مع ارتفاع الشدة التنفسية وارتفاع درجة حرارة التخزين إلى جانب ارتفاع نسبة غاز الإيتلين (Iwata and Kinoshita,1978).

كما تساهم مواد التغليف في تهيئة الظروف المناسبة لإطالة مدة تخزين الثمار، حيث تزيد من العمر التخزيني للثمار وتقلل من الأمراض الفيزيولوجية وأعراض التلف الناجمة عن التخزين وبالتالي تقلل تكاليف الإنتاج (Henig, 1975).

تستخدم العديد من البوليميرات في تغليف الثمار عند التخزين للتقليل من النفاذية إلى حدٍ كبيرٍ نظراً لارتفاع غاز CO_2 وانخفاض غاز O_2 مع تقدم مدة التخزين، حيث ينخفض تركيز O_2 من 21% إلى (2–5)% بينما يزداد تركيز CO_2 ثلاث إلى خمس مرات مقارنةً بتركيز O_2 . وتتم مراقبة نسب الغازات بشكلٍ مستمرٍ تجنباً لارتفاع أو انخفاض الغازات المكوّنة للوسط، تجنباً للعديد من المشكلات المتعلقة بالتخزين (Zagory and Kader, 1988).

2. أهمية البحث وأهدافه:

2-1 أهمية البحث:

تأتي أهمية البحث من الأهمية الغذائية والاقتصادية لثمار المشمش ، نظراً لغناها بالعديد من الأملاح والفيتامينات والعناصر الغذائية الضرورية للجسم، فضلاً عن الاستهلاك الكبير لثمار المشمش في سورية الطازج منها والمصنَّع، وتأتي أهمية البحث باعتبار الثمار كلايمكترية وسريعة التلف نظراً لارتفاع نسبة الرطوبة فيها لذلك فهي معرضة للأضرار الميكانيكية وفقد الماء بسرعة، الأمر الذي يسبّب تغيّراً في شكلها ومحتواها الكيميائي لا سيّما بعد الحصاد، حيث يستمر فقد المواد المخزونة في الثمار بفعل عملية التنفس وفقد الماء بالنتح، ومن هنا كانت أهمية البحث في إيجاد تقنية توفّر الظروف المناسبة لتخزين الثمار في جو غازي معدّل إلى جانب التبريد دون اللجوء إلى المواد الكيميائية المستعملة في التخزين المبرّد، إلى جانب الحفاظ على القيمة التغذوية والتسويقية للثمار المخزّنة وتخزين الفائض من الإنتاج وتسويقه في فترات انقطاع الثمار.

2-2 أهداف البحث:

يهدف البحث إلى ما يلي:

1. المحافظة على جودة ثمار المشمش صنف (رويال) عن طريق تخزينها باستخدام الجو الغازي المعدّل.
2. تقليل نسبة الفقد بالوزن والتغلب على الأمراض الفسيولوجية الناتجة عن انخفاض درجات الحرارة أثناء التبريد.
3. دراسة تأثير التخزين بوسط غازي معدل على الخصائص الفيزيائية،الكيميائية، والحسية للثمار المخزّنة.
4. دراسة تأثير مادة التغليف المستخدمة (PE) في إطالة مدة تخزين الثمار والمحافظة على قيمتها الحسية والتغذوية.

3- مواد البحث و طرائقه Materials and methods of research:

3-1 مواد البحث:

3-1-1 المشمش صنف رويال (Apricot Royal):

تنمو أشجار هذا الصنف وتصل إلى 5 أمتار، وتعد من الأشجار المقاومة للصقيع حتى 20 درجة تحت الصفر، تزرع في تربة خفيفة أو طينية، ويمتاز الصنف بثمار كبيرة الحجم مشربة باللون الأحمر، مستديرة الشكل، مخملية الملمس، تتميز بثلم مميز على الجانب، متوسط وزن الجنين (35-45)غ، تمتاز بلب أصفر كثير العصير، وطعم حلو حامض قليلاً، وتكون النواة غير لاصقة والبذرة مرّة، ويعد هذا الصنف من الأصناف ذات الإنتاجية العالية المتناسبة مع البيئة المحلية المزروعة (قضماني، 2020).

يعد لون الثمار إلى جانب نسبة المواد الصلبة الذائبة والسكريات من العوامل الهامة في تحديد موعد جني الثمار والقدرة التخزينية، حيث يتم جني الثمار عند تحوّل اللون للأصفر الغامق، وتبقي الثمار بحالة جيدة لمدة 2–4 أسابيع بعد الحصاد إذا تم تخزينها عند الدرجة 0م° حسب الصنف المستخدم (Stanley, 1991; Ezzat, 2018).

يتم تخزين الثمار عادةً عند (0–0.5)م° (Stanley, 1991)، يتم تخزين الثمار ضمن الجو الغازي المعدل وتكون نسبة الغازات المكوّنة للوسط (2–3)% CO_2 و (2–3)% O_2 ، وتكون هذه النسب مناسبة للفوائد التجارية والتخزين قصير الأمد بالاعتماد على الصنف المخزّن، وإن تخزين الثمار في وسط يحوي أقل من 1% O_2 (Folchi et al., 1995) ، وأكثر من 5% CO_2 لأكثر من أسبوعين قد يسبب تطور العديد من النكهات غير المرغوبة وتلوّن النسيج اللحمي باللون البني إلى جانب فقدان النكهة المميزة للمشمش (Chambroy et al., 1991).

الشكل رقم (1) يبين ثمار المشمش صنف رويال.

3–1–2 مادة التغليف المستخدمة:

أكياس البولي إيتلين Polyethylen (PE):

يعتبر البولي إيتلين أبسط أنواع البوليميرات الاصطناعية وأكثر المواد البلاستيكية شيوعاً في مجال تعبئة وتغليف الخضار والفاكهة الطازجة. هناك عدة أنواع من PE مصنعة وفقاً لكثافتها ودرجة حساسيتها وطريقة استخدامها، ويعد LDPE – 0.910 (density, $0.925g/cm^3$) الأكثر استخداماً ويستعمل على شكل فيلم، بينما يستخدم النوع المرتفع الكثافة من البولي إيتلين (HDPE) كحاجز ضعيف لمرور الغازات، إلا أن طبيعته الكارهة للماء تجعل منه حاجزاً جيداً لبخار الماء، ولهذا السبب لا يمكن استخدامه في تغليف المواد التي تتطلب نفاذية منخفضة لمرور الغازات. يذوب البولي إيتلين عند درجات الحرارة المنخفضة نسبياً (100– 120)م°، ويتعلق

ذلك بالكثافة وخصائص التبلور، يستخدم البولي إيتلين مرتفع الكثافة كطبقة مانعة للتسرب فهو يوفّر خصائص الختم الحراري الجيد (Coles and Kirwan,2011).

الشكل رقم (2) يبيّن تخزين المشمش صنف رويال في أكياس البولي إيتلين.

2-3 المعاملات (Treatments):

قسمت الثمار المخزنة إلى أربع مجموعات من الثمار:

-ثمار الشاهد T_1

-ثمار مخزنة باستخدام أكياس البولي إيتلين T_2

-ثمار مخزنة في جو غازي مكون من: (97% N_2، 1% O_2 ، 2% CO_2) T_3

-ثمار مخزنة في جو غازي مكون من: (92% N_2، 3% O_2 ، 5% CO_2) T_4

3-3 طرائقية العمل:

تم جني ثمار المشمش صنف (رويال) عند اكتمال النضج الفيزيولوجي للثمار، أي عند وصول الثمار إلى اللون والحجم المرغوب مع مراعاة الخصائص التخزينية والتكنولوجية المميزة للصنف، حيث تم تحديد درجة النضج وقابلية الثمار للتخزين بالاعتماد على مؤشر صلابة الثمار وتحديد نسبة المواد الصلبة الذائبة باستخدام رفركتومتر(حقلي) لتحديد الموعد المناسب للجني.

تم استخدام صناديق من الفلين أثناء جني الثمار تجنباً لأية خدوش وجروح سطحية أثناء النقل إلى مخزن التبريد، كما تم استبعاد الثمار مكتملة النضج تجنباً لحدوث التلف الناتج أثناء النقل والتخزين.

تم تجهيز حجرة تبريد مخصصة لحفظ ثمار المشمش، وتقسيم الحجرة من الداخل إلى قسمين وضبط نسب الغازات التي استخدمت لخلق جو غازي مناسب لتخزين الثمار، كما تم استعمال أكياس البولي إيتلين المعروفة بفاعليتها في تخزين الفاكهة الطازجة ووضع نافذة مصنوعة من السيليكون في أحد جدرانها، بحيث تصل نسبة الغازات المكونة للوسط إلى (2%O_2– 5%CO_2)، مع مراعاة أن

تكون نسبة الرطوبة النسبية (RH=90%) عند درجة حرارة (2)مº، كما تم إحداث العديد من الثقوب ضمن الأكياس تجنباً لارتفاع نسب الغازات المكونة للوسط، ولتسهيل تبادل الغازات بين الوسط ضمن الأكياس والوسط الخارجي، وذلك منعاً لتراكم كمية زائدة من CO_2 أسفل الأكياس باعتباره أثقل من الهواء، ولتسهيل مرور الأكسجين ودخوله إلى داخل الأكياس باعتباره ضرورياً في تنفس الثمار، كما تم تخزين ثمار المشمش عند نفس الظروف التخزينية كشاهد. وذلك بهدف دراسة تأثير الجو الغازي المعدّل في حفظ ثمار المشمش صنف رويال، فضلاً عن تحديد الوسط الغازي الأنسب لإطالة مدة التخزين والحفاظ على أهم خصائص الجودة للثمار المخزنة.

تم أخذ ثلاث مكررات لكل معاملة وإجراء التحاليل المطلوبة مرة أسبوعيا حتى انتهاء مدة التخزين.

3-4 المؤشرات المدروسة (Studied Parameters):

3-4-1 الخصائص الفيزيائية المدروسة:

3-4-1-1 صلابة لبّ الثمار Firmness (كغ/ سم^2):

باستخدام جهاز البينيترواميتر Penetrometer ، حيث أُخذِت مجموعة من الثمار وُزّعت على ثلاث مكرّرات للمجموعة الواحدة بالنسبة لصنف (رويال). تم تقدير صلابة الثمار من خلال وضع الجهاز بشكل مائل وعمودي على سطح الثمرة والضغط على الثمرة من أربع جهات وأُخذ المتوسط الحسابي للقيم الأربعة كقراءة واحدة (نداف وآخرون، 2008).

3-4-2 الخصائص الكيميائية المدروسة:

3-4-2-1 تقدير فيتامين C (ملغ/100غ وزن طازج) Vitamin C:

اتبع في تقدير حمض الأسكوربك طريقة المعايرة بصبغة 6،2ثنائي كلورو فينول اندو فينول (كاشف تلمانس) لتسع مكررات من كل معاملة؛ إذ تعتمد طريقة تقديره على قدرته على إرجاع هذه الصبغة ذات اللون الأزرق إلى مركب عديم اللون وفق المعادلة الآتية:

حمض الأسكوربيك + صبغة تلمانس ----------> دي هيدرو حمض الأسكوربيك+ صبغة تلمانس

$C_6H_8O_6$ لون ازرق $C_6H_6O_6$ عديمة اللون

إذ تحسب كمية الفيتامين في المحلول حسب كمية الصبغة المستهلكة في المعايرة، وقد تم حساب كمية حمض الأسكوربيك مقدرة بـ ملغ/100غ وزن طازج وفق الصيغة:

$$X=(t.a.b.0.088/n.e).100$$

حيث ان: X: كمية حمض الاسكوربيك ملغ/100غ

t: معامل تصحيح عيارية الصبغة

a: الحجم المستهلك من محلول الصبغة(سم3)

b: الحجم الكلي للمستخلص المائي للعينة(سم3)

n: وزن العينة الماخوذة للتقدير (غ)

e: حجم الرشاحة الماخوذة للمعايرة(سم3) (علي وعبدالله،2010).

تمَّ تنفيذ كافة التحاليل في مخابر كلية الهندسة الزراعية في جامعة تشرين- قسم علوم الأغذية . وتم أخذ القراءات بشكلٍ دوريٍ (مرة كل أسبوع) بمعدل ثلاث مكررات لكل معاملة خلال فترة التخزين.

3-5 التحليل الإحصائي Statistical Analysis:

استُخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وتمَّ حساب قيمة أقل فرق معنوي LSD عند المستوى 0.05 للمقارنة بين متوسطات القيم لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة 5%. تم القيام بجميع التحاليل الإحصائية باستخدام برنامج SPSS (يعقوب، 2005).

4. النتائج والمناقشة:

4-1 تقدير صلابة ثمار المشمش صنف رويال كغ/سم^2:

جدول رقم (1) يوضّح تغيرات قيم الصلابة لثمار المشمش صنف (رويال) أثناء التخزين المبرّد.

رقم المعاملة	نوع المعاملة	مدة التخزين/أسبوع							المتوسط (A)	LSD
		0	1	2	3	4	5	6		LSD(0.05)= 0.17
1	T1	3.7^{ab}	3.4^{c}	2.6^{a}	1.5^{b}	0.8^{a}	–	–	2.4	نوع المعاملة
2	T2	3.7^{ab}	3.6^{a}	3.3^{b}	2.8^{d}	2.5^{c}	2.1	1.8	2.82	

3	T3	3.7^{ab}	3.5	3.1	2.6	2.4	2	1.7^{b}	2.7	
4	T4	3.7^{ab}	3.6^{b}	3.3^{c}	3.1^{c}	2.7^{b}	2.4	2.1^{c}	2.98	
المتوسط (B)		3.7	3.5	3.07	2.5	2.1	2.1	1.8		
LSD(0.05)=0.17 (مدة التخزين)									LSD=	

الأحرف المفردة تدل على وجود فروق معنوية والأحرف المجتمعة تدل على عدم وجود فروق معنوية.

تشير النتائج الواردة في الجدول رقم (1) إلى انخفاض واضح لقيم الصلابة في ثمار المشمش صنف رويال بالنسبة لجميع المعاملات عند نفس الظروف التخزينية، حيث كانت قيمة الصلابة 3.7 كغ/سم^2 عند بدء التخزين لتنخفض تدريجياً في ثمار الشاهد المخزنة عند 2م إلى 2.6 كغ/ سم^2 في الأسبوع الثاني لتستمر النسبة بالانخفاض حتى نهاية الأسبوع الرابع من التخزين، حيث بلغت قيمة الصلابة 0.8 كغ/ سم^2 وهي أقل قيمة بين جميع المعاملات . تبيّن القيم الموضحة في الجدول السابق الانخفاض الكبير في صلابة الثمار في كلٍ من المعاملتَين T2و T3 وذلك في نهاية الأسبوع الثالث حيث بلغت (2.8–2.6) كغ/ سم^2 على التوالي. نلاحظ من الجدول رقم (1) عدم وجود فروق معنوية بين المعاملتين T2 وT4 في الأسبوع الثاني حيث بلغت قيمة الصلابة 3.3 كغ/ سم^2 لتنخفض النسبة تدريجياً حتى نهاية مدة التخزين، كما نجد من القيم السابقة وجود فروق معنوية بين المعاملتين T1وT4 وبين T1و T2مع تفوق المعاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات في المحافظة على أعلى قيمة صلابة والتي بلغت 2.1 كغ/ سم^2 تليها الثمار المخزنة في أكياس بولي إيتلين والتي تفوقت معنوياً على المعاملتين T1وT3 بقيمة صلابة 1.8 كغ/ سم^2 بينما بلغت نسبتها 1.7 كغ/ سم^2 في المعاملة T3.

تُعدّ صلابة ثمار المشمش من الصفات النوعية الهامة وتتأثر بالعديد من العوامل (كموسم الزراعة، عمليات الخدمة المقدّمة، الظروف المناخية، موقع الثمرة ودرجة نضجها...) (Romer, 1982). تنخفض الصلابة عادةً بعد قطاف الثمار مباشرةً، ويعود السبب إلى التحلل المائي للبكتين بفعل أنزيم البروتوبكتيناز (قطنا وقطب،1994)، إضافةً إلى الحلمهة الأنزيمية للجدر الخلوية (Siddiqui and Bangerth, 2004) ، وقد أظهرت نتائج التجربة انخفاضاً تدريجياً في صلابة الثمار المخزّنة بدءاً من الأسبوع الأول من التخزين في المعاملات T1، T2، T3، T4 بنسبٍ مختلفةٍ وذلك بسبب ظاهرة الكلايمكيترك التي تحصل عند وصول الثمار لطور اكتمال النمو وبعدها إلى النضج الكامل، وتبيّن النتائج أن الثمار المخزّنة في جو غازي معدل مكون من (92% N_2، 3% O_2 ، 5% CO_2) قد حافظت على قيم صلابة أعلى حتى نهاية التخزين، وذلك لأن الشدة التنفسية للثمرة تبدأ بالانخفاض وبالتالي يقلّ هدم المركبات

العضوية ، كما نجد تفوّق المعاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات في تأخير نضج الثمار والحفاظ على صلابتها باعتبار أن نسبة غاز الأكسجين وثاني أكسيد الكربون مثالية لتخزين الثمار وضمن الحدود المثلى للتخزين (علي، 2010)، كما نلاحظ من القيم السابقة انخفاض الصلابة في المعاملة T3 نظراً لانخفاض تركيز O_2 عن الحدود المقبولة والتي يفترض ألا تقلّ عن 3% الأمر الذي تسبّب في ليونة الأنسجة وانخفاض صلابتها إضافة إلى ظهور العديد من التجاويف التي تمت ملاحظتها ضمن الثمار مقارنة مع المعاملة T4 وهذا مايتفق مع ما ذكره علي عام 2010، ومن خلال نتائج الدراسة نجد تفوق المعاملة T2 معنوياً على معاملتي T1و T3 وهذا يتفق مع الدراسة التي قام بها Prasad عام 1995 حول أهمية استعمال أكياس البولي إيتلين وإضافة السيليكون عند التخزين المبرّد حيث أدت إلى زيادة النفاذية للغازات والحفاظ على نضارة وقوام الثمار المخزنة، ويعود السبب أيضاً إلى انخفاض معدل التنفس بسبب تفاعل غاز O_2 مع غاز الإيتلين، الأمر الذي يساهم وبشكلٍ كبيرٍ في الحفاظ على صلابة الثمار بفضل تأثير غاز CO_2 على الأنزيمات الموجودة ضمن الأغشية الخلوية فضلاً عن المظهر والقوام العصيري المرغوب حيث يحافظ على نضارة الثمار إلى حدٍ كبيرٍ، يطيل مدة تخزينها ثلاثة أضعاف مقارنة مع طرق التبريد العادية (Gormley, 1985).

وقد وجد Rocha وآخرون عام (2004) أن تخزين التفاح باستخدام البولي إيتلين خلال ستة أشهر عند درجة حرارة 4م° ونسبة رطوبة 85% ضمن أجواء معدلة MA، قد ساهم في الحصول على صلابة أعلى للثمار المخزنة مقارنةً بالثمار المخزنة في جو عادي، وهذا يتفق أيضاً مع الدراسة التي قام بها Sanjuka وآخرون عام 2003 حول أهمية تخزين الثمار الكلايمكترية باستخدام غشاء مصنوع من السيليكون عند التخزين في جو غازي معدل بوجود رطوبة عالية (HRA) عند التعبئة في أكياس مصنوعة من البولي إيتلين وإجراء عدة ثقوب حيث كانت الثمار أعلى جودةً مقارنةً بثمار الشاهد المخزنة في جوعادي RA عند 11م.

4-2 تقدير فيتامين C في ثمار المشمش صنف رويال (ملغ/100غ ثمار طازجة):

جدول رقم (2) يوضّح متوسط تغيرات قيم فيتامين C لثمار المشمش صنف (رويال) أثناء التخزين المبرّد.

رقم المعاملة	نوع المعاملة	مدة التخزين/أسبوع							المتوسط (A)	LSD
		0	1	2	3	4	5	6		LSD(0.05)= 0.2 نوع المعاملة
1	T1	10^{ab}	11.9	14	11.1	9.6^{a}	-	-	11.32	
2	T2	10^{ab}	12.4	14.2	13.2	12.7^{b}	12.4	11.1^{a}	14.33	
3	T3	10^{ab}	12.3	14.1	12.8	12.4^{d}	11.4	10.5^{b}	13.91	

4	T4	10^{ab}	12.1	12.8	14.6	14^{c}	12.9	11.4^{c}	14.6	
المتوسط (B)		10	12.17	13.77	12.92	12.17	12.23	11		
LSD=	LSD(0.05)=0.22 (مدة التخزين)									

الأحرف المفردة تدل على وجود فروق معنوية والأحرف المجتمعة تدل على عدم وجود فروق معنوية.

من خلال القيم الواردة في الجدول رقم (2) يتبيّن لدينا ارتفاع نسبة فيتامين C التي كانت 10 ملغ/100غ وزن طازج وذلك في اليوم الأول من تخزين ثمار المشمش صنف رويال لتبلغ أعلى نسبة (14–14.2–14.1) ملغ/100غ في المعاملات T1، T2، T3 على التوالي وذلك في نهاية الأسبوع الثاني من التخزين، بينما بلغت أعلى نسبة لفيتامين C 14.6 ملغ/100غ في المعاملة T4 وذلك في نهاية الأسبوع الثالث من التخزين، لتتفوّق بذلك معنوياً على بقية المعاملات.

تشير النتائج المبينة في الجدول رقم (2) إلى انخفاض نسبة فيتامين C في جميع المعاملات مع تقدم مدة التخزين، حيث بلغت نسبته 9.6 ملغ/100غ في ثمار الشاهد وذلك في نهاية الأسبوع الرابع، بينما كانت النسبة أعلى حيث كانت النسبة (11.1–10.5) في كل من المعاملتين T2 وT3 على التوالي، بينما حافظت الثمار المخزنة في جو غازي مكون من (92% N_2، 3% O_2 ، 5% CO_2) على أعلى قيمة لحمض الأسكوربيك والتي بلغت 11.4 ملغ/100غ عند انتهاء مدة التخزين في نهاية الأسبوع السادس، مع وجود فروق معنوية بين جميع المعاملات منذ نهاية الأسبوع الأول وحتى انتهاء العملية التخزينية.

ينخفض محتوى الثمرة تدريجياً من فيتامين C مع ارتفاع درجة الحرارة وطول مدة التخزين (Adias, 1986)، وقد يزداد محتوى الثمرة من فيتامينC في بداية التخزين لينخفض بعدها بشكلٍ تدريجي، ويعود السبب في ذلك إلى استمرار عمليات الاستقلاب الحيوية (Zee *et al.*, 1991)، وقد يعود السبب إلى انخفاض الرطوبة النسبية أو الأضرار الميكانيكية والأضرار الناجمة عن البرودة (Lee and Kader, 2000)، ولهذا الأمر لا بُدّ من التحكم بجميع تلك العوامل والسيطرة عليها خلال التخزين. وبالعودة إلى النتائج الموضّحة في الجدول رقم (2) نجد زيادة قيم فيتامين C في الأسابيع الأولى من التخزين بالنسبة لجميع المعاملات بنسبٍ متفاوتةٍ، وهذا يدل على زيادة قيم فيتامين C بزيادة نضج الثمار وهذا يتّفق مع ما ذكره..(Sablani *et al.*, 2006) . كما نلاحظ التأثير الواضح للجو الغازي المعدل في تأخير نضج الثمار، الأمر الذي أدى إلى استمرار ارتفاع قيم فيتامين C حتى نهاية الأسبوع الثاني لتبلغ أعلى نسبة (14.2–14.1) ملغ/100غ في كلا المعاملتَين T2وT3 على التوالي وهذا يتفق مع ما ذكره علي عام 2010 حول التأثيرات الإيجابية لانخفاض نسبة الأكسجين مقارنة مع نسبة ثاني أكسيد الكربون عند تخزين الثمار في جو غازي معدل سواء عن طريق مواد تغليف كالبولي إيتلين أو عن طريق ضبط الجو الغازي في نسب محددة، وهذا يتفق مع ما ذكره Kader عام 2002 حول أهمية استخدام الجو الغازي المعدل كوسيلة للحفاظ على المكونات الداخلية للثمرة من فيتامينات وأحماض ودهون وغيرها.. كما نجد من القيم المبينة في الجدول السابق تفوّق المعاملة T4 وبشكلٍ معنويٍ على بقية المعاملات في تأخير نضج الثمار والمحافظة على أعلى قيمة لفيتامين C، ويعود الفضل في ذلك إلى التركيب الغازي المكون من (92% N_2، 3% O_2 ، 5% CO_2) حيث استمرت النسبة

بالارتفاع حتى نهاية الأسبوع الثالث حيث أعطت أعلى قيمة وهي 14.6 ملغ/100غ وهذا ما أشار له علي عام 2010 حول أهمية استخدام جو غازي معدل في تخزين الثمار على ألّا تقل نسبة O_2 عن 3% وألا تزيد نسبة CO_2 عن (4-5)% وأن تكون النسبة المتبقية للوسط الغازي عبارة عن غاز خامل كيميائياً كالنتروجين للمحافظة على نوعية الثمار وبأفضل جودة مقارنةً بطرق التبريد العادية.

4-3 الدراسة الميكروبية:

لوحظ عند انتهاء مدة التخزين لثمار المشمش صنف رويال (ثمار الشاهد وبعض الثمار المخزنة في الجو الغازي المعدّل) بدء تشكّل بعض النموات الفطرية (أعفان) على شكل بقع بيضاء على سطح الثمار، امتدت فيما بعد لتصل إلى داخل الثمار وتنتشر ضمن النسيج اللحمي للثمار. كانت البقع البيضاء أكثر انتشاراً في ثمار الشاهد مقارنةً مع الثمار المخزنة في أجواء غازية معدّلة،وذلك في نهاية الأسبوع الثالث من التخزين وحتى نهايته، بينما حافظت الثمار المخزنة في وسط غازي مكون من (92% N_2، 3% O_2 ، 5% CO_2) على قوام أفضل وخصائص حسية أعلى مقارنةً ببقية المعاملات، تليها المعاملة T2 ومن ثم المعاملة T4 في المحافظة على جودة الثمار، حيث ساهمت المعاملة T4 في تأخير ظهور فطريات العفن الأكثر انتشاراً عند تخزين الثمار حتى بداية الأسبوع السادس من التخزين، تليها المعاملتين T2 وT3 التي تشكلّت فيها تلك النموات في وقتٍ أبكر بينما كانت شدة الإصابة أكبر في ثمار الشاهد، وهذا يتفق مع ما ذكره علي عام 2010 حول التأثيرات الإيجابية لارتفاع غاز ثاني أكسيد الكربون ضمن الحدود المقبولة والتي تتركز في تأخير وصول الثمار إلى النضج التام وتخفيض الشدة التنفسية، كما وضح Mahajan وGoswami عام2001 الدور الفعال للجو الغازي المعدل في تثبيط نمو الأحياء الدقيقة عن طريق خفض ال PH السيتوبلازم في الخلايا تم عزل العينات ومراقبة هذه النموات منذ تشكلها، حيث استغرقت حوالي أربعة أيام لتنتقل إلى داخل الثمار، مسبّبةً رائحة كريهة فضلاً عن تغير اللون الداخلي للثمار، إلى جانب استهلاك المدخرات الغذائية للثمار وتغيّر التركيب الكيميائي الداخلي، وهذا ما تمت ملاحظته عند تقدير السكريات الكلية والمواد الصلبة الذائبة الكلية وغيرها، حيث ساهمت في زيادة الطراوة للثمار المخزنة وحدوث ارتشاح كبير للسوائل الداخلية للثمار. أما مخبرياً فقد تم أخذ مسحات من هذه البقع ودراستها تحت المجهر ليتبيّن أنها فطريات تابعة ل Rhizopus nigricans، حيث تشابهت الأعراض الظاهرية مع أعراض الإصابة بهذا النوع من الفطريات من ناحية ظهور النموات السطحية ولونها الأبيض ومن ناحية انفصال السوائل وظهور روائح كريهة.

ومن ناحية أخرى تعتبر ثمار المشمش من الثمار الكلايمكترية والأكثر تعرّضاً للفساد الميكروبي وذلك لغناها بالعديد من الأحماض والمركبات الداخلية الملائمة لنشاط الفطريات، إضافة لسرعة وصول الثمار إلى قمة الكلايمكترك، الأمر الذي يساهم في ظهور تلك النموات، سيّما إذا ترافقت مع ارتفاع درجة حرارة التخزين أو تغيّر ال PH الداخلي للثمار أو انخفاض الرطوبة النسبية المحيطة بالثمار أو ارتفاع الشدة التنفسية للثمار (علي، 2010).

كما تبيّن النتائج الدور الفعّال للجو الغازي المعدّل كوسيلة هامة لتخزين ثمار المشمش صنف رويال في تأخير نضج الثمار بتقليل الشدة التنفسية للثمار وبالتالي الحفاظ على التركيب الداخلي للثمار وتأخير ظهور فطريات العفن وهذا يتفق مع النتائج التي توصل إليها Thompson عام 1998 حول أهمية تخفيض نسبة غاز الأكسجين ورفع تركيز ثاني أكسيد الكربون إلى الحدود المقبولة للحد من النشاط الميكروبي والمحافظة على جودة الثمار فضلاً عن إطالة العمر التخزيني للثمار المخزنة.

الشكل رقم (3) يوضّح النموات الفطرية على سطح ثمار المشمش صنف رويال عند انتهاء مدة التخزين.

5- الاستنتاجات والتوصيات:

5-1 الاستنتاجات:

-انخفاض قيم الصلابة مع تقدم مدة التخزين في جميع المعاملات، وبشكلٍ أكبر في ثمار الشاهد، حيث تفوّقت المعاملة T4 معنوياً على بقية المعاملات في المحافظة على أعلى قيمة صلابة والتي بلغت 2.1 كغ/سم^2.

-تفوّق المعاملة T2 معنوياً على معاملة T3 ومعاملة الشاهد في المحافظة على قيمة جيدة للصلابة والتي بلغت 1.8 كغ/سم^2.

-ارتفاع نسبة فيتامين C في الأسابيع الأولى من التخزين لتنخفض النسبة بشكلٍ كبيرٍ في ثمار الشاهد حيث بلغت 9.6 ملغ/100غ وذلك في نهاية الأسبوع الرابع.

-تفوّق المعاملة T4 تليها المعاملتين T2 وT3 معنوياً على ثمار الشاهد في المحافظة على قيم أعلى لفيتامين C.

-حافظت المعاملة T4 على أعلى قيمة لفيتامين C في نهاية الأسبوع السادس والتي بلغت 11.4 ملغ/100غ.

-ظهور النموات الفطرية على ثمار الشاهد في نهاية الأسبوع الثالث بينما ساهمت المعاملة T4 تليها معاملتي T2 وT3 في تأخير ظهور الفطريات على سطح الثمار.

5-2 التوصيات:

-يوصى بتطبيق الأوساط الغازية المتحكم بها عند تخزين ثمار المشمش صنف رويال.

-يوصى بتطبيق المعاملة T4 بهدف إطالة مدة التخزين والحفاظ على أهم مؤشرات الجودة.

5- المراجع:

1. ابراهيم، رياض. 2012: وزارة الزراعة و الإصلاح الزراعي. دمشق. سورية.

2.قضماني، عبد المعين. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. (2020).

3. قطنا، هشام. قطب، محمد. (1994). تعبئة وتخزين ثمار الفاكهة والخضار. منشورات جامعة دمشق.

4.نداف، محمد؛ سلمان، فؤاد؛ الحكيم، قصي (2008).الصناعات الغذائية. الجزء العملي. جامعة تشرين- كلية الزراعة.

5.عبد الله، حسن؛ علي، علي. (2009-2010). تعبئة وتخزين ثمار الفاكهة والخضار. الجزء العملي. كلية الزراعة جامعة تشرين.

6. علي، علي؛ (2009-2010). تعبئة وتخزين ثمار الفاكهة والخضار. الجزء النظري. جامعة تشرين- كلية الزراعة.

7 . مخول، جرجس، (2019).إنتاج فاكهة (تفاحيات ولوزيات). الجزء النظري. جامعة تشرين- كلية الزراعة.

8. يونس، أحمد. (1993). تعبئة وتخزين الثمار. الجزء النظري. منشورات جامعة حلب، ص: 284.

9. يعقوب، غسان. اساسيات تصميم التجارب، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة تشرين. (2005).

10. Adias, V. A. (1986). *The influence of molds and some storage factors on the ascorbic acid content of orange and pineapple fruits*. Food Chemestry 22: 139-146.

11. Chambroy. V., et al. (1991). *Effects of different CO2 treatments on postharvest changes of apricot fruit*. Acta Hort. 293:675-68.

12.Coles, Richard; Kirwan, Mark. *Food and Beverage Packaging Technology*, Second *Edition*. Published (2011). by Blackwell Publishing Ltd.

13. Ezzat. A. (2018): *Effect of modified atmosphere package on apricot fruit storability*. International Journal Horticultural Science. 24(3-4):30-32. http://ojs-Lib.unideb.hu/IJHs/ article /View/2645.

14. Folchi. A.G. C. Pratella, S.P.Tian, and P. Bertolini. (1995). *Effect of low oxygen stress in apricot at different temperatures*. Ital. J. Food Sci. 7:245-254.

15. Fonseca. S, C. Oliveira, F. A. R., & Brecht, J. K. (2002). *Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review*. Journal of Food Engineering, v.52, p.99–119.

16. Gorris, L., & Tauscher, B. (1999). *Quality and safety aspects of novel minimal processing technology. Processing of foods: Quality optimization and process assessment.* CRC Press, USA, pp. 325-339.
17. Gormley,T. R. (1985). Chilled Foods, the State of the Art, Elsevier App. Sci. London, New York.
18.Guerra, M.; Casquero, P. Effect of harvest date on cold storage and postharvest quality of plum cv. Green Gage. Postharvest Biology and Technology. 2008;47(3):325-32.

19. Henig, Y. S. and Gilbert, S. G. (1975). *Computer analysis of the variables affecting respiration and quality of produce packaged in polymeric films.* J. Food Sci. 40: 1033-1035.

20. Iwata, T. and M. Kinoshita. (1978). *Studies on storage and chilling injury of Japanese apricot fruits. II. Chilling injury in relation to storage temperature, cultivar, maturity, and polyethylene packaging.* Jour. Jpn. Soc. Hot. Sci. 47:97-104.

21. Kader, A. A., Zagory, D., & Kerbel, E. L. (1989). *Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. Rev. Food Science and Nutrition*, Vol. 28, No. 1, pp. 1-30.

22. Kader, A.A. (2002). *Post-harvest technology of horticultural crops.* Oakland: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3311, 535 pp.
23. Lee, S. K., Kader, A. A. (2000). *Postharvest and Postharvest factors Influencing Vitamin C content of horticultural crops*. Postharvest Biology and Technology 20:207-220.

24.Mahajan. PV, Goswami. TK. (2001). *Enzyme Kinetics based modeling of respi ration rate for apple.* Journal of Agricultural Engineering Research. 79, 399-406.

25.Prasad. M. (1995). *Development of modified atmosphere packaging system with pemselective films for storage of red delicious apples. Unpublished PhD thesis,* Department of Agriculture and Food Engineering. Indian Institute of Technology, Kharagpur, India, 238pp.

26.Rocha. AMCN, Barreiro. MG, Morais. AMMB.(2004). *Modified atmosphere package for apple "Bravo de Esmolf*". Journal of Food Control. 15, 61-64.

27.Romer, K. (1982). *Das Vertilungsmuster Von Zucker bei der Langerung Von Apfeln. Erwerbobstbau*, Berlin 24,196-198.

28.Sablani. S. S.; Opara. L. U.; AL- Balushi, K. (2006). *Influence of bruising and storage temperature on vitamin C content of tomato fruit*. Journal of Food, Agriculture and Environment, Vol.4(1):54-56.

29.Sanjuka. PS, Nieuwenhof. F, Raghavan. GSV.(2003). *Extension of storage life of guava using silicon membrance system.* Written for presentation at the CSAE/SCGR.2003 Meeting Montreal. Quebee July 6-9.2003.pp 1-9.

30.Saltveit, M. E. (1997). *A summary of CA and MA recommendations for harvested vegetables. In: M.E. Saltveit (ed) Vegetables and ornamentals.* Postharvest Hort. Series No. 18, Univ. Calif., Davis CA, CA'97 Proc. 4:98-117.

31..Siddiqui, S., J., and Bangerth, F. (2004). *Apple fruit softening under controlled Atmosphere. The potential role of cell wall enzymes*. Jornal of food, Agriculture and Environment Vol. 2(3+4): 205-208.

32. Singh. P., Wani, A. A., Goyal, G. K. (2010). *Shelf- Life extension of fresh ready- to backe pizza by the application of modified atmosphere packaging.* Food and Bioprocess Technology.Doi:10.1007/S11947-010-0447-9.

33. Stanley, DW. (1991): *Biological memberance deterioration and associated quality losses in food tissues.* Critical Review of Food Science and Natrition, 30:487-553.

34. Thompson, A.K. (1998). *Controlled Atmosphere Storage of Fruit and Vegetables.* CAB International, UK.

35. Usenik, V.; Kastelec, D.; Veberic, R.; Stampar, F. Quality changes during ripening of plums (prunus domestica L.). Food chemistry. 2008;111(4):830-6.

36. Zagory, Devon and kader, Adel. A. (1988). *Modified Atmosphere Packaging of Fresh Produce*. Reprinted from Food Technology 42(9): 70-74 & 76-77.

37.. Zee , J. A.; Carmicael, L.; Codere, D. and Fournier, M. (1991).*Effect of storage conditions on stability of vitamin C in various fruits and vegetables produced and consumed in Quebec*. Journal of Food Composition and Analysis 4:77-

Storage of apricot fruits (Royal) using modified gaseous atmosphere.

Dr.Ali Ali [1]

Eng. Maria Alia [2]

Abstract

The effect of a modified gaseous atmosphere on increasing the shelf life of apricot fruits (Royal) was studied at a temperature of (3)°C and a relative humidity of (90-95)%.

Several gaseous media were applied to determine the optimal concentration of gases: T3=(N2%97-CO_2%2-O_2%1), T4(=N2%92-CO_2%5-O_2%3), Bags made of polyethylene were also used to preserve fruits (T2).

Some quality indicators were measured, including: (degree of firmness, percentage of vitamin C), once a week until storage expiration date.

The results showed that the T4 treatment was significantly superior to the rest of the treatments in maintaining the highest firmness value (2.1) kg/cm2, and the highest percentage of vitamin C was (11.4) mg/100g, The fruits stored in polyethylene bags also maintained a higher quality Compared to the fruits of control and treatment T3, where

firmness was (1.8) kg/cm2, The percentage of vitamin C was (11.1) mg/100g at the end of the storage period with significant differences.

Key Words: Royal, modified gaseous atmosphere., polyethylene.

[1]**Associate Professor, Department of Food Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia**.

[2]**PhD Student in The Department of Food Sciences, , Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia.**