

## تأثير التغليف بالأغلفة القابلة للأكل المركبة من الجلاتين والكوليسترول ترائي استيت في إطالة العمر الخزن للفراولة المبردة

ليلى أحمد فتاح علاء عبد الكريم محسن حميد عبود جبر أحلام مكي عبد الجبار

قسم علوم الأغذية - كلية الزراعة - جامعة بغداد

### الخلاصة

تعد المعاملات ما بعد الحصاد الجارية على الفراولة من الخطوات المهمة للمحافظة على الجودة العالية للمنتج لفترة أطول وتقليل التلف وإضافة قيمة نوعية له. لقد تم دراسة فعالية ثلاث محاليل للأغلفة القابلة للأكل (6% جلاتين - 6% جلاتين مع 10% كوليسترول ترائي استيت - 6% جلاتين مع 20% كوليسترول ترائي استيت). تم غمر الفراولة في محاليل الطلاء لمدة دقيقة واحدة، ثم جففت على 15 درجة مئوية لمدة 24 ساعة بعدها تم حفظ الفراولة تحت التبريد. تم تقييم نوعية الفراولة المغلفة وغير المغلفة من فقدان الوزن، الحموضة، المواد الصلبة الكلية الذائبة، السكريات الكلية، ونسبة فيتامين C، ونسبة التلف الظاهري أثناء فترة التخزين لمدة 12 يوما. أظهرت النتائج ان دمج كوليسترول ترائي استيت مع الجلاتين أطال من مدة حفظ الفراولة وحافظ على نوعية الفراولة أثناء الخزن عند المقارنة مع نموذج السيطرة. ولكنها لم تمنع تلفها خلال فترة الخزن.

## Effect of composite edible coating from gelatin and glycerol triacetate on prolonging shelf life of refrigerated strawberry

Layla A. Fatah Alaa A. K. Muhsen Hmeed A. Jabur Ahlam M. Abd-Aljabar  
Food science Dep.-College of Agriculture University of Baghdad

### Abstract

Postharvest treatments of strawberries are necessary to maintain high quality of the product for longer periods, to reduce postharvest losses and to add quality value. The ability of three solution of edible films (6% gelatin-6% gelatin with 10% glycerol triacetate - 6% gelatin with 20% glycerol triacetate), to extend the shelf-life of strawberry fruit over 12 days was studied. Strawberries were immersed in the films solutions for 1 minute and after coated were dried at 15 °C for 24 hours. The strawberries were then kept under refrigeration. The quality of coated and non-coated strawberries was evaluated by weight loss, titratable acidity, total soluble solids and total sugar concentration, vitamin C and visible decay during over a 12-day storage period. Results showed that the merge of fat material with gelatin films extend shelf-life of strawberries and keep the quality of the strawberries during storage, when compared with control fruits, but it did not delay of visible decay during refrigerated storage.

### المقدمة

تعد الفراولة من الفاكهة غير الكلاسيكية ذات العمر الخزن القصير ما بعد الحصاد ويعود ذلك في الغالب إلى ان نشاطها الأيضي مرتفع نسبيا فضلا عن حساسيتها الشديدة للتلف بالفطريات. كما ان عدم احتواءها على القشرة الواقية يجعلها أكثر الفواكه عرضة لفقدان الرطوبة والإصابات الميكانيكية. وللد من التلف

والفعاليات الحيوية يتوجب حفظها على درجة الصفر المئوي بعد الحصاد (18). بين (33) إلى أن الطلب المتزايد على الفواكه والخضروات في الوقت الحاضر أدى منتجي ومسوقي الأغذية إلى التفكير في السبل الكفيلة في إطالة العمر الخزني لها والحفاظ على صفاتها النوعية. من ناحية أخرى أن وعي المستهلك في جميع أنحاء العالم في الحصول على أغذية ذات مواصفات جودة عالية وخالية من مواد الحفظ الكيماوية مما أدى إلى بذل الجهود لإكتشاف مواد حفظ طبيعية لها.

ولإطالة العمر الخزني للفراولة اتبعت العديد من الوسائل من أهمها التبريد بعد الحصاد مباشرة. فضلا عن التغليف بالأغلفة القابلة للأكل التي استعملت في الآونة الأخيرة لحماية الأغذية من التلف والتدهور السريع في عمرها الخزني بعد الحصاد (10). وذلك باستخدام المصادر الطبيعية في تصنيع هذه الأغلفة لتحل محل الشموع الصناعية. ومن هذه المواد التي استعملت في تغليف الأغذية البروتينات والدهون والسكريات والراتنجات (3218). وتكون هذه الأغلفة رقيقة تعمل كحواجز لعناصر خارجية كالرطوبة والدهون والغازات وتحسن من قابلية المواد المغلفة للمداولة والنقل، ووسيلة حمل لبعض الإضافات الغذائية، وتمنع من فقدان مواد النكهة وبالتالي إطالة العمر الخزني للمواد بعد الحصاد (4، 26، 28). وللمواد المستعملة في تحضير هذه الأغلفة وزن جزيئي عالي مما يكون هياكل بوليميرية ذات سلاسل طويلة وإعطاء قوة وتماسك للغلاف (22). وتتم عملية التغليف بطرق عديدة ومنها برش محلول الغلاف والتغطيس (8). وان اختيار طريقة التغليف تعتمد على تركيز محلول الطلاء وقابلية الغلاف في تكوين طبقة رقيقة لها القابلية في حماية الفاكهة المغلفة عند التجفيف (25).

وتعد الأغلفة القابلة للأكل من الوسائل الحديثة لإطالة العمر الخزني للفواكه والخضروات بالمحافظة على اللون والنكهة ومنع أكسدها (1، 7، 9). فقد ذكر (31) أن فعالية الأغلفة القابلة للأكل في تغليف الفواكه والخضروات تعتمد في المقام الأول على اختيار نوع الغلاف للتحكم في تبادل الغازات والرطوبة. فقد بين (11) أن استعمال هذا النوع من التغليف يؤمن حاجزا فعالا ضد التأثيرات الخارجية التي تلعب دورا كبيرا في تلف المنتجات الغذائية، إذا أنها تقلل أو تمنع هجرة الرطوبة وفقدان مركبات النكهة وتقلل من معدل التنفس مما يساعد في خفض نسبة التغيرات المسببة لتلف الأغذية. فضلا عن أن هذه الأغلفة تلعب دور الحاجز الفعال للدهون والزيوت ولها صفة الانتقائية العالية لنسبة نفاذية الغازات من خلالها كالأوكسجين وثنائي أكسيد الكربون مقارنة بالأغلفة الصناعية (14) مما يساعد في إطالة العمر الافتراضي للمنتجات المغلفة عن طريق تعديل الغلاف الجوي الداخلي (24).

ذكر (5) أن الأغلفة القابلة للأكل استخدمت حديثا على نطاق واسع في تغليف الفواكه والخضروات للحفاظ على مواصفات الفواكه لحين وصولها إلى المستهلك. إذ أن هذه الأغلفة تحتوي على المواد الحافظة كالمواد المانعة للتأكسد والمواد المانعة لنمو الأحياء المجهرية مما لها الدور الفعال في الحفاظ على الصفات النوعية للأغذية. كما ذكر (24) أن فعالية الأغلفة الصالحة للأكل للفواكه والخضروات تعتمد في المقام الأول على نسبة الرطوبة في محاليل الطلاء مما يؤثر على سمك الطلاء في الأغلفة. وبين (23) أن محاليل الأغلفة القابلة للأكل يجب أن تنتشر على سطح الفاكهة بشكل متساوي قبل تجفيفها بشكل موحد بحيث تشكل طلاء ذو التصاق كاف، ومتماسك، وذو متانة لتعمل بشكل صحيح. وقد أجريت العديد من البحوث في مجال التغليف بالأغلفة القابلة للأكل في محاولة للحد من الخسائر في الفراولة والحفاظ عليها لفترة أطول. فقد استخدم (11) الكايتوسان في تغليف الفراولة. واستخدم (12) النشا في تغليف الفراولة. واستخدم (26) بروتينات الشرش

وكازينات الكالسيوم. ان الهدف من البحث هو إطالة العمر الخزن للفراولة بطلائها بالأغلفة الصالحة للأكل باستعمال المحاليل المركبة من الجلاتين والدهون.

### المواد وطرائق العمل

حضرت ثلاثة محاليل للأغلفة المختلفة قيد الدراسة، 6% جلاتين و 5% سوريبتول كمادة ملدنة، و 6% جلاتين و 5% سوريبتول كمادة ملدنة و 10% كليسرول ترائي استيت، و 6% جلاتين و 5% سوريبتول كمادة ملدنة و 20% كليسرول ترائي استيت، جميع المحاليل تم تجنيسها بخلاط كهربائي ياباني الصنع لمدة 60 ثانية وعلى سرعة 3000 دورة لضمان تجانس مكونات المحلول.

تم شراء الفراولة بعد حصادها مباشرة من البيوت المحمية لمركز إباء للزراعة العضوية في أبو غريب. وتم عزل الفاكهة المصابة والمخدوشة وتدرج حبات الفراولة على ان تكون بحجم واحد. ثم غسلها بماء الحنفية وبعدها بالماء المقطر ووزعت حبات الفراولة عشوائيا على أربعة مجاميع متساوية واستخدمت المحاليل المحضرة في تغليف الفراولة ومقارنتها مع نموذج السيطرة الغير مغلف، وكانت المعاملات كما يلي، نموذج السيطرة غمر فقط بالماء المقطر و T1 غمرت بمحلول الطلاء 6% جلاتين و 5% سوريبتول، و T2 غمرت بمحلول الطلاء 6% جلاتين و 5% سوريبتول، وكليسرول ترائي استيت 10%، و T3 غمرت بمحلول الطلاء 6% جلاتين و 5% سوريبتول وكليسرول ترائي استيت 20%.

تمت عملية التغليف وفق الطريقة المتبعة من قبل (2) بحمل حبات الفراولة بكماشة وتغطيسها في محلول الطلاء في درجة حرارة الغرفة لمدة دقيقة واحدة ثم تجفيفها على 15 درجة مئوية لمدة 24 ساعة ووضع 250 غرام من حبات الفراولة المغلفة في علب بلاستيكية بثلاث مكررات لكل معاملة. ثم خزنت الفراولة لجميع المعاملات في درجة حرارة 4 درجة مئوية ورطوبة نسبية  $80 \pm 5$  لمدة 12 يوم. تم قياس فقدان الوزن من الفراولة الطازجة أثناء التخزين من خلال تقدير التغير بالوزن كل ثلاثة أيام من 20 قطعة من حبات الفراولة، تم اختيارهم عشوائيا. ثم حسبت نسبة الخسارة من الوزن الأولي من التجربة بعد 3، 6، 9، و 12 يوما من التخزين. تم حساب فقدان الوزن كنسبة الخسارة من الوزن الأولي.

$$\text{الفقدان بالوزن \%} = \frac{(\text{الوزن الابتدائي} - \text{الوزن الحالي})}{\text{الوزن الابتدائي}} \times 100$$

وقد تم التقدير بثلاث مكررات لجميع المعاملات، تم تقدير المواد الصلبة الكلية معبراً عنها بالبركس بجهاز الرفركتوميتر اليدوي، كما وصف من قبل (6). وقد تم التقدير بثلاث مكررات لجميع المعاملات. تم تقدير الحموضة التسحيحية في العينات حسب الطريقة المتبعة من قبل (6) بتجنيس 10 غرام في 100 مل من الماء المقطر، ثم تسحيح الخليط المجنس مع 0.1 M NaOH إلى حين وصول الـ PH إلى 8. ويعبر عن الحموضة التسحيحية بنسبة حامض الستريك المئوية / 100 غرام من العصير المجنس / 100 غرام من العصير. على أساس ان الوزن المكافئ لحامض الستريك = 0.0600

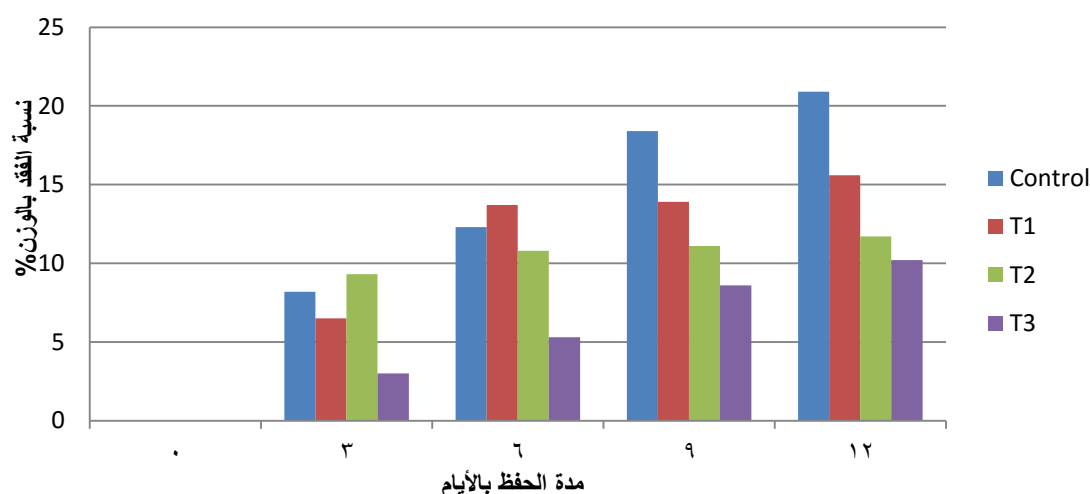
$$\text{الحموضة التسحيحية \%} = \frac{((\text{الوزن المكافئ للحامض} \times \text{حجم القاعدة} \times \text{ع} \times \text{الحجم الكلي}) - \text{وزن العينة} \times \text{الحجم المسح}))}{100}$$

تم تقدير فيتامين C بتسحيح العصير مع sodium 2,6-dichloro phenolindophenol القياسي. ويعبر عن نسبة حامض الستريك بملغم حامض الستريك / 100 غرام من العصير (6). تم تقدير نسبة السكر الكلي حسب طريقة Eynon و Lane الموصوفة من قبل (19). تم تقدير نسبة التلف بملاحظة حبات الفراولة في الأيام 3، 6، 9، 12 خلال فترة الحفظ بحساب حبات الفراولة المصابة بالفطريات ونسب التلف الظاهري فيها ثم حساب النسبة المئوية للتلف. تم استعمال التصميم العشوائي الكامل (SAS) لتحليل المعاملات المختلفة للتجربة وتم إختبار الفروق المعنوية بين المتوسطات بإختبار أقل فرق معنوي (LSD) على مستوى إحتمال  $P < 0.05$ . وتم إستعمال برنامج (SAS) للتحليل الإحصائي (29).

### النتائج والمناقشة

#### فقدان الوزن

ان السيطرة على نسبة فقدان في الوزن للفراولة يعد الهدف الرئيسي عند التغليف بالأغلفة القابلة للأكل. حيث أكد (3) انه عادة يحدث فقدان بالوزن خلال الخزن نتيجة عملية التنفس للفواكه وانتقال الرطوبة وبعض عمليات الأكسدة. وقد لوحظ انه عند التغليف بالأغلفة القابلة للأكل فأن جميع المعاملات قد انخفضت فيها نسبة الرطوبة المفقودة عند المقارنة مع نموذج السيطرة. يبين الشكل 1 ان فقدان بالوزن يزداد بزيادة وقت الخزن لجميع المعاملات. وعند المقارنة مع نموذج السيطرة لوحظ أن هناك انخفاضا معنويا على مستوى  $P < 0.05$  في نسبة الرطوبة المفقودة للمعاملات المغلفة بمحلول الجلاتين والجلاتين مع التراي كليرول استيت 10 و 20%، حيث كانت 15.6 و 11.7 و 10.2% على التوالي وكان الفقد في نموذج السيطرة بنسبة 20.9%.



شكل 1 تأثير التغليف بالأغلفة المدروسة في خفض نسبة الرطوبة المفقودة من الفراولة خلال فترة الحفظ على درجة حرارة 4 درجة مئوية ورطوبة نسبية  $80 \pm 5$  لمدة 12 يوم.

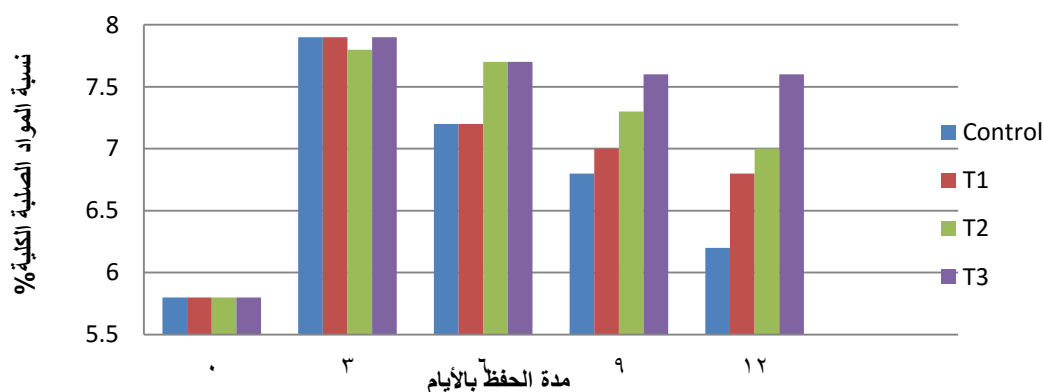
وهذا ما لاحظته (15، 20) عند التغليف في مثل هذه الأغلفة، إذ ان لهذه الأغلفة تأثير فعال في منع هجرة الرطوبة من الفاكهة إلى المحيط الخلجي، وتعمل هذه الأغلفة على منع تدهور الفواكه المخزونة إذ ان للأغلفة البروتينية القابلة في منع فقدان الرطوبة عند تغليف الفراولة بها. وبالتالي تقليل فقدان بالوزن خلال

الخبز. وتعد الأغلفة القابلة للأكل حواجز انتقائية للأوكسجين وثنائي أوكسيد الكربون مما يؤدي إلى تعديل الأجواء الداخلية وتباطؤ عملية التنفس والذي بدوره يؤدي إلى خفض نسبة فقدان الوزن (10). كما أن دمج الدهون مع مواد التغليف يعمل كحاجز للسيطرة على عملية فقدان الوزن عن طريق فقدان الرطوبة. ويعتمد ذلك على مقاومة غلاف الفاكهة في انتشار بخار الماء بين انسجها الفاكهة والمحيط الخارجي والذي بدوره يتأثر بدرجة الحرارة والرطوبة النسبية (21).

### المواد الصلبة الكلية

لوحظ ارتفاع نسبة المواد الصلبة الكلية في الأيام الثلاثة الأولى لعملية الخبز ثم تبعه انخفاض في تلك النسبة بتقدم فترة الخبز كما في الشكل 2. أن هذه النتائج مشابهة لما حصلت عليه (2) وعزت السبب إلى عملية التنفس. وفي جميع المعاملات سجل انخفاض معنوي على مستوى ( $P < 0.05$ ) في نسبة المواد الصلبة المفقودة عند المقارنة بنموذج السيطرة غير المغلف إذ كانت 6.2% بعد 12 يوم من الخبز بينما كانت للمعاملات المغلفة بمحلول الجلاتين والجلاتين مع التراي كليسرول استيت 10 و 20% وهي 6.8 و 7.6% على التوالي. ويعود ذلك إلى أن هذه الأغلفة تعمل على إعاقة عملية التنفس مما يقلل من فقدان في المواد الصلبة الكلية (30) حيث أثبت النتائج فعالية الأغلفة الحاوية على المادة الدهنية في خفض معدل عملية التنفس مما قلل من نسبة المواد الصلبة الكلية المفقودة خلال عملية الخبز.

ويمكن التوقع أن المواد الصلبة الكلية تزداد نتيجة استمرار عملية الإنضاج للفراولة وينخفض مستواها في الفاكهة. وقد يكون السبب في الزيادة نتيجة للاستمرار في انخفاض نسبة الرطوبة في الفاكهة نتيجة عملية التنفس والتبخير مما يؤدي في النتيجة إلى ارتفاع نسبة المواد الصلبة الكلية. كما أن ذوبان *polyuronides* و *hemicelluloses* من جدران الخلايا قد يؤدي إلى ارتفاع نسبة المواد الصلبة الكلية في الفاكهة (18).

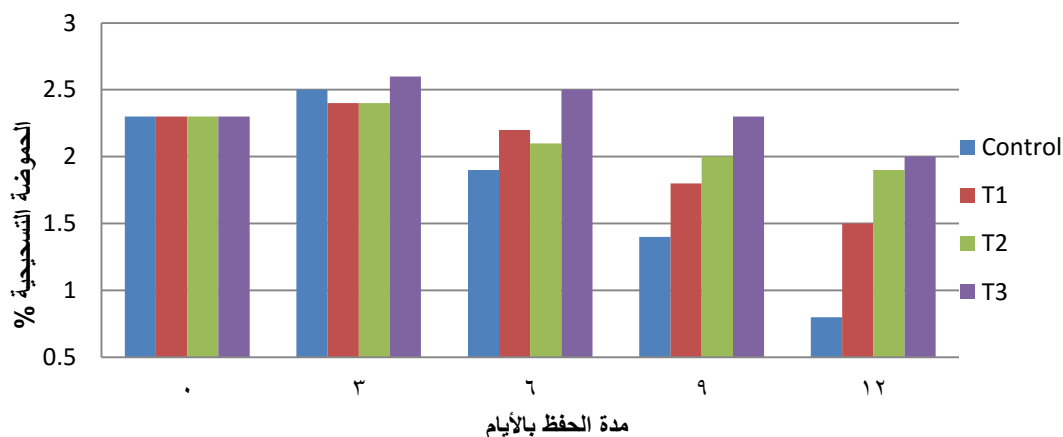


شكل 2 تأثير التغليف بالأغلفة المدروسة في خفض نسبة المواد الصلبة الكلية المفقودة من الفراولة خلال فترة الحفظ على درجة حرارة 4 درجة مئوية ورطوبة نسبية  $80 \pm 5$

### الحموضة التسحيحية

لوحظ انخفاض في الحموضة التسحيحية لجميع المعاملات المغلفة وغير المغلفة كما في الشكل 3 ولكن المعاملات المغلفة كانت أقل إنخفاضاً مقارنة مع نموذج السيطرة غير المغلف خلال فترة الخبز. حيث كانت الحموضة التسحيحية للمعاملات المغلفة بمحلول الجلاتين والجلاتين مع التراي كليسرول استيت 1.5 و 1.9 و 2

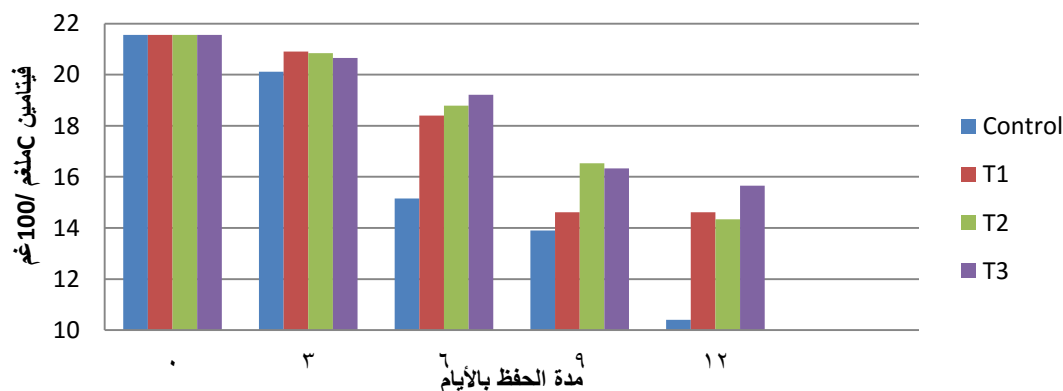
% على التوالي بينما كان نموذج السيطرة 0.8. استخدم (30) كلوتين الحنطة في تغليف الفراولة فوجد ان الإنخفاض في الحموضة التسحيحية للنماذج المغلفة أقل من نموذج السيطرة غير المغلف وعزا السبب الى ان عملية التغليف قللت من عملية التنفس مما قلل من نسبة الأحماض العضوية التي تتعرض للتفاعلات الأنزيمية نتيجة عملية التنفس. وهذا ما يؤكد النتائج التي حصلنا عليها إذ أدى الى خفض نسبة التنفس في الثمار نتيجة لدمج الدهون مع الجلاتين في محاليل التغليف ومن ثم إنخفاض عملية التنفس في الثمار عند المقارنة مع النموذج غير المغلف.



شكل 3 تأثير التغليف بالأغلفة المدروسة في الحموضة التسحيحية للفراولة خلال فترة الحفظ على درجة حرارة 4 درجة مئوية ورطوبة نسبية  $80 \pm 5$  لمدة 12 يوم.

#### نسبة فيتامين C

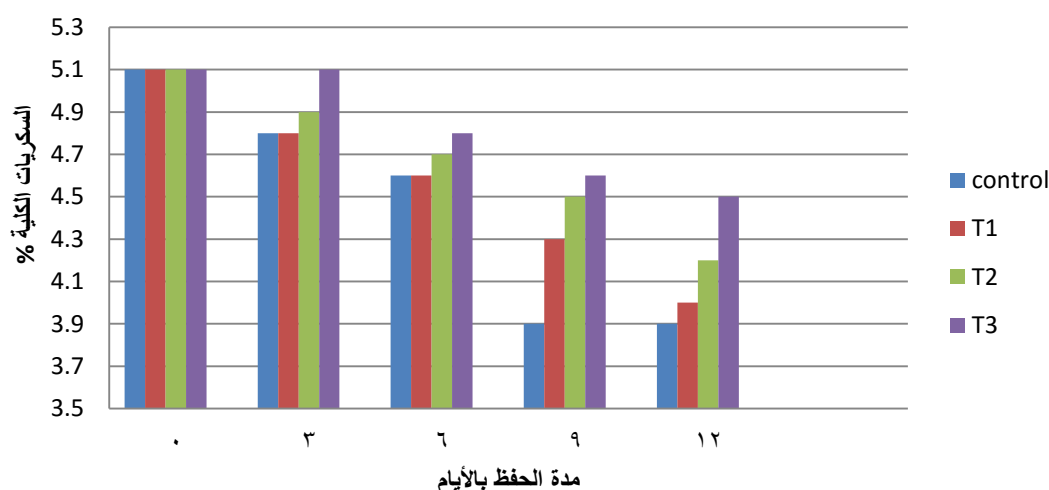
إنخفضت نسبة فيتامين C لجميع المعاملات كما في الشكل 4، وقد لوحظ ان الإنخفاض في المعاملات المغلفة بمحلول الجلاتين والجلاتين مع التراي كليسرول استيت 10 و 20% كان أقل من نموذج السيطرة حيث كانت 14.62 و 14.34 و 15.66 ملغم/100 غرام عصير الفراولة على التوالي وبفروقات معنوية على مستوى ( $P < 0.05$ ) مع نموذج السيطرة. فقد فسر (13) أن هذا الانخفاض يعود الى إرتفاع معدل التنفس في ثمار الفراولة. فقد ذكر (10) الى ان دمج الدهون في محاليل التغليف يعمل على خفض معدل التنفس للثمار مما يؤدي الى المحافظة على نسبة فيتامين C في الثمار المغلفة عند المقارنة مع الثمار غير المغلفة.



شكل 4 تأثير التغليف بالأغلفة المدروسة في خفض نسبة فيتامين C المفقودة من الفراولة خلال فترة الحفظ على درجة حرارة 4 درجة مئوية ورطوبة نسبية  $80 \pm 5$  لمدة 12 يوم.

#### السكريات الكلية

لوحظ إنخفاض نسبة السكريات الكلية لجميع المعاملات أثناء الخزن، إذ أن لعملية التنفس تأثيراً في هذا الإنخفاض (13). وعند مقارنة المعاملات المغلفة بالمحاليل قيد الدراسة مع نموذج السيطرة غير المغلف لوحظ ارتفاع معنوي على مستوى ( $P < 0.05$ ) في نسبة السكريات الكلية بالمقارنة مع نموذج السيطرة وكانت نسبة السكريات الكلية فيه بعد الخزن لمدة 12 يوم 3.9% بينما كانت نسبة السكريات الكلية للمعاملات المغلفة بمحلول الجلاتين والجلاتين مع التراي كليسرول استيت 10 و 20% وهي 4.0 و 4.2 و 4.5% على التوالي كما في الشكل 5. وهذا يؤكد ما ذكره (29) أن لتغليف الفراولة تأثير فعال في تأخير عملية التنفس مما يقلل من الإستفادة من السكريات الكلية في الفعاليات الأنزيمية.

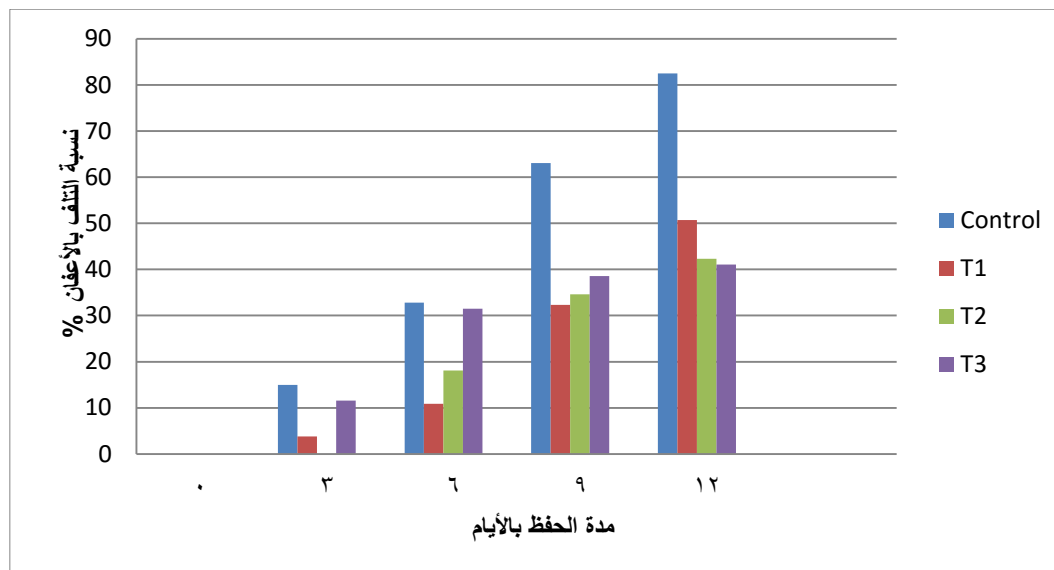


شكل 5 تأثير التغليف بالأغلفة المدروسة في خفض نسبة السكريات الكلية من الفراولة خلال فترة الحفظ على درجة حرارة 4 درجة مئوية ورطوبة نسبية  $80 \pm 5$  لمدة 12 يوم.

#### نسبة التلف

من الشكل 6 نلاحظ أن نسبة نمو الأعفان بشكل بقع سوداء أو تدهور أو فقدان الملمس الطازج (ليونة) الفراولة لجميع المعاملات كان في ازدياد واضح كلما تقدمت فترة الخزن وبالأخص في نموذج السيطرة غير المغلف، حيث لوحظ إنخفاض نسبة التلف للمعاملات المغلفة بمحاليل الطلاء قيد الدراسة وبفروق معنوية على مستوى ( $P < 0.05$ ) عند المقارنة مع نموذج السيطرة غير المغلف بمحاليل الطلاء قيد الدراسة. حيث كانت نسبة التلف 50.7% و 42.3% و 41.1% للمعاملات المغلفة بمحلول الجلاتين والجلاتين مع التراي كليسرول استيت على التوالي مقارنة بنموذج السيطرة التي كانت نسبة التلف فيه 82.5%. وهذا يعود إلى أن هذه الأغلفة لها القابلية في منع نفاذ الأوكسجين من وإلى الأغذية المغلفة بها مما قلل من عملية التنفس للفراولة التي تعد من الفواكه ذات النشاط الأيضي المرتفع نسبياً. ذكر (24) إن التغليف يعمل على خفض عملية التنفس وفقدان

الرطوبة من الفاكهة المغلفة، من خلال إنخفاض نفاذية الأوكسجين وثنائي أوكسيد الكربون (ارتفاع نسبة ثنائي أوكسيد الكربون وإنخفاض نسبة الأوكسجين) مما يشجع في نمو الأعفان وتدهور نسجة الفاكهة المغلفة.



شكل 6 تأثير التغليف بالأغلفة المدروسة في خفض نسبة التلف بنمو الاعفان في الفراولة خلال فترة الحفظ على درجة حرارة 4 درجة مئوية ورطوبة نسبية  $80 \pm 5$  لمدة 12 يوم.

#### المصادر

- 1-Ali, A., M. Maqbool, S. Ramachandran, and P.G. Alderson, 2010. Gum Arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit., Postharvest Biology and Technology, Vol, 58, No. 1, pp. 42-47.-
- 2-Amal, S.H., M.M. Atress El-Mogy, H.E. Aboul-Anean, and B.W.Alsanius, 2010. Improving Strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thymol or calicum chloride. J. Horti Scie. & Ornamental Plants 2: 88-97.
- 3-Ayranci, E.and S. Tunc, 2003. A Method for the Measurement of the Oxygen Permeability and the Development of Edible Films to Reduce the Rate of Oxidative Reactions in Fireh Foods .Food chemistry.80,509..
- 4-Azeredo, H. M. C., K. W. E. Miranda, H. L. Ribeiro, M. F.Rosa,and D.M Nascimento, 2012. Nanoreinforced alginate–acerola puree coatings on acerola fruits., J. of Food Engineering, Vol. 113, No. 4, pp. 505–510..
- 5-Bonilla, J.,L. Atarés, M. Vargas, and A. Chiralt, 2012. Edible Films and Coatings to Prevent the Detrimental Effect of Oxygen on Food Quality: Possibilities and limitations. J. of Food Engineering, 110, 208-213. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.05.034>.
- 6-Carvalho, C. R. L., D.M.B. Mantovani, P.R.N. Carvalho, and R.M. Moraes, 1990 .Análises químicas de alimentos. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 120 p. Manual Técnico..



- 7-Chiumarelli, M. and M.D. Hubinger. 2012. Stability, solubility, mechanical and barrier properties of cassava starch – Carnauba wax edible coatings to preserve fresh-cut apples., *Food Hydrocolloids*, Vol. 28, No. 1, pp. 59–67..
- 8-Dangaran, K., P.M. Tomasula, and P. Qi, 2009. Structure and Function of Protein-Based Edible Films and Coatings., *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Embuscado, M. E., Huber, K. C. (Eds.), New York, Springer, pp. 25–56..
- 9-Das, D. K., H. Dutta, and C.L. Mahanta, 2013. Development of a rice starch based coating with antioxidant and microbe-barrier properties and study of its effect on tomatoes stored at room temperature., *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 50, No. 1, , pp. 272-279.–
- 10-Debeaufort, F., J.A. Quezada-Gallo and A. Voilley, 1998. Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. *Crit. Rev. Food Sci.*, 38: 299-313.
- 11-Del-Valle, V., P. Hernandez-Munoz, A. Guarda and M.J. Galotto. 2005. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chemistry* 91: 751-756
- 12-Garcia, M.A., M.N. Martino and N.F. Zaritzky, 1998. Plasticized starch based coatings to improve strawberry (*Fragaria ananassa*) quality and stability. *J. Agric. Food Chem.*, 46: 3758-3767.
- 13-Garcia, J.M., S. Herrera, and A. Morilla, 1996. Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry. *J. Agricultural and Food Chemistry*. 44: 30-33.
- 14-Gontared, N.R., C. Thibault, and S. Guilbert, 1996. Influence of relative humidity and film composition on oxygen and carbon dioxide permeability of edible films. *J. Agric. and Food Chemistry*, 44: 1064-1069.
- 15-Guilbert, S., 1986. Technology and application of edible protective films. In Mathlouthi, M. (Ed.), *Food packaging and preservation*, p. 371–394. London, UK: Elsevier Applied Science.
- 16-Han, C., Y. Y. Zhao, S.W. Leonard, and M.G. Traber, 2004. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria x ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest Biology and Technol.*, 33: 67-78
- 17-Hernández, P.M., E. Almenar, M.J. Ocio and R. Gavara. 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). *Postharvest Biology and Technol.*, 39: 247-253.
- 18-Hernández-Izquierdo, V. and J. Krochta, 2008. Thermoplastic processing of proteins for film formation-a review., *Journal of Food Science*, Vol. 73, No. 2, pp. 30–39.
- 19-James C.S., 1995. Analytical chemistry of food. Seale-Hayne Faculty of Agriculture, Food and Land use, Dept. Agric. Food stud. Uni. Plymouth, UK. 1: 96-97.
- 20-Jianglian D. and Z. Shaoying, 2013. Application of chitosan based coating in fruit and vegetable preservation. *J Food Process Technol* . 4(5):1-4.

- 21-Kader, A.A., 1992. Postharvest biology and technology: an overview. In: Kader AA., RF .Kasmire, FG. Mitchell, MS .Reid, NF . Sommer, and JF. Thompson editors. Postharvest technology of horticultural crops. Oakland, Calif.: Cooperative Extension, Univ. of California, Div. of Agriculture and Natural Resources. p 15–20
- 22-Kester, J., and O. Fennema, 1986. Edible films and coatings: A review., Food Technology, Vol. 40, No. 12, pp. 47–59
- 23-Krochta, J. and C. Mulder-Johnston, 1997. Edible and biodegradable polymer films challenges and opportunities. Food technology, 51 (2): 61-74.
- 24-Park, H.J., 1999. Development of advanced edible coatings for fruits. Trends Food Sci. Technol. 10, 254–260.
- 25-Pavlath, A. E.,and W. Orts, 2009. Edible Films and Coatings: Why, What, and How, Edilbe Films and Coatings for Food Applications, Embuscado. M. E., Huber, K. (Ed.), New York, Springer.
- 26-Ouattara B, SF. Sabato, and M. Lacroix, 2002. Use of gamma-irradiation technology in combination with edible coating to produce shelf-stable foods. Rad Phys Chem.10–63:305
- 27-Quintero, C. J., V. Falguera, and H. A. Muñoz, 2010. Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. [Edible films and coatings: importance and recent trends in the horticultural chain.], Tumbaga, Vol. 5, pp. 93–118.
- 28-Ramos, Ó. L., I. Reinas, S. I. Silva, J. C. Fernandes, M.A .Cerqueira, R.N. Pereira, and F.X. Malcata. 2013. Effect of whey protein purity and glycerol content upon physical properties of edible films manufactured therefrom, Food Hydrocolloids, Vol. 30, No. 1, pp. 110–122.
- 29-SAS, 2012. Statistical Analysis System, User's Guide. Statistical. Version 9.1th ed. SAS. Inst. Inc. Cary. N.C. USA.
- 30-Tanada-Palmu, P.S. and C.R.F. Grosso, 2005. Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality Postharvest Biol. and Technol., 36: 199-208.
- 31-Tasdelen, O.,and L. Bayindirli, 1998. Controlled atmosphere storage and edible coating effects on storage life and quality of tomatoes. J. Food Proc. Pres. 22, 303–320.
- 32-Tzoumaki, M. V., C.G. Biliaderis, and M. Vasilakakis, 2009. Impact of edible coatings and packaging on quality of white asparagus (*Asparagus officinalis*, L.) during cold storage, Food Chemistry, Vol. 117, No. 1, pp. 55–63.
- 33-Velickova, E., E. Winkelhausen, S.Kuzmanova, D.A.Vitor, and M. Moldão-Martins, 2013. Impact of Chitosan- Beeswax Edible Coatings on the Quality of Fresh Strawberries (*Fragaria Ananassa* cv Camarosa) under Commercial Storage Conditions. LWT-Food Science and Technology, 52, 80-92.