تقييم الأغلفة القابلة للأكل من الجيلاتين والصمغ العربي ودورها في تعزيز جودة الفريز وإطالة مدة صلاحيته

علاء حبيب[1]* وحنان قربي[1] وبسام العقلة[2]

[1] قسم علوم الأغذية، جامعة حلب،حلب، سورية.

[2] الهيئة العامة للتقانة الحيوية،جامعة دمشق،دمشق،سورية

(*للمراسلة: م. علاء حبيب،البريد الإلكتروني: alaasdohhabeb@gmail.com ، هاتف: 0988332254

تاريخ الاستلام: 15/ 05/ 2025 تاريخ القبول: 21/ 07/ 2025

الملخّص

أجري هذا البحث في مختبرات الهيئة العامة للتقانات الحيوية خلال عام 2024، بهدف دراسة تأثير المعاملة بعد الحصاد باستخدام الجيلاتين والصمغ العربي على العمر التخزيني وجودة ثمار الفريز أثناء التخزين. وتقييم قدرة هذه المواد الطبيعية على الحد من الفقد في الوزن و محتوى حمض الاسكوربيك (VITAMEN C) والسيطرة على التلوث الميكروبي لثمار الفريز المخزنة على درجة حرارة الغرفة وتحت ظروف التبريد 2 ±1 مْ، لمدة تصل إلى ثلاثة أسابيع. تم تحضير محاليل من الجيلاتين والصمغ العربي بتراكيز مختلفة (5-10-15%)، تم غمر ثمار الفريز في هذه المحاليل، ثم تم تجفيفها. وقورنت النتائج مع نتائج معاملة الشاهد التي عوملت بالماء المقطر. ثم تم تقييم نتائج الفقد في الوزن على فترات أسبوعية وقُدر محتوى فيتامين C باستخدام طريقة المعايرة، وقُيمت التغيرات في التعداد الكلي للبكتيريا والخمائر والفطريات. أظهرت النتائج أن المعاملة بالجيلاتين والصمغ العربي أدت بشكل عام إلى تقليل الفقد في الوزن مقارنة بالثمار غير المعاملة، وكان هذا التأثير ملحوظاً بشكل خاص في التراكيز الأعلى (10 و15%) من كلا المادتين. كما ساهمت المعاملة في الحفاظ على محتوى ثمار الفريز من فيتامين C خلال فترة التخزين، مع تفوق طفيف للجيلاتين في هذا الجانب. وأظهرت الأغلفة من الجيلاتين والصمغ العربي القدرة على خفض التعداد الكلي للبكتيريا والخمائر والفطريات على سطح الثمار، مما يشير إلى تأثير وقائي ضد التلف الميكروبي وإلى امكانية استخدام الجيلاتين والصمغ العربي كأغلفة قابلة للأكل كاستراتيجية فعالة في إطالة العمر التخزيني لثمار الفريز والحفاظ على جودتها الميكروبية وقيمتها الغذائية.

الكلمات المفتاحية: الفريز، الجيلاتين، الصمغ العربي، الفقد بالوزن، فيتامينC، التعداد الميكروبي، أغلفة قابلة للأكل

المقدمة :

تعد الخضار والفواكه من الأغذية المهمة للإنسان لأنها مصدر لمضادات الأكسدة والفيتامينات والعناصر المعدنية والفلافونيدات والألياف Raghav et al (2016) وهي أكثر عُرضةً للتلف السريع نظراً لمحتواها العالي من الرطوبة مما يُسبب انخفاضاً في فترة

الصلاحية للتخزين والفقد في الوزن Sharma et al (2019), وتُعد الصين والولايات المتحدة من أكثر المنتجين للفريز (Fragaria anannassa) فهو من أكثر الفواكه الشائعة في العالم نظراً لخصائصه الحسية والتغذوية الهامة Nunes et al (2020). إن ثمار الفريز منخفضة السعرات الحرارية (32 كيلو كالوري \100غرام) وتحتوي على كمية كبيرة من الماء وتوفر العديد من المواد النشطة بيولوجياً، مثل فيتامين C ومركبات البولي فينولية والألياف والبكتين و العناصر المعدنية، لذلك تشير العديد من الدراسات إلى خصائصه المعززة للصحة Nunes et al (2021). ولكن ثمار الفريز الناضجة معرضة بدرجة كبيرة للتلف بسبب القوام الناعم ومعدلات التنفس العالية والقابلية للهجوم الفطري Yan et al (2019). وتعد البكتريا والفطريات المسؤولة الرئيسة عن الأمراض التي تصاب بها ثمار الفريز Supraman et al (2019) مثل العفن الأزرق Pencillium الذي يؤثر على العديد من الفواكه كالفريز والتفاح والكمثرى. ومن أهم الأمراض التي تصيب ثمار الفريز عفن الثمار الرمادي الذي يسببه فطر (Botrytis) وعفن الثمار الجاف (Rhizoctonia) وعفن الثمار الجلدي (Phytophthora) وعفن الثمار الطري (Rhizopus) Palau et al (2018). وإن هذا النشاط الميكروبي العالي يؤدي إلى تحلل ثمار الفريز خلال فترة التخزين مما يسبب فقداً في المواد الغذائية Luo et al (2020) .

تُعدّ التغطية إحدى الطرائق الشائعة لتقليل فقد الماء والحفاظ على نسيج القشرة وعلى المواد الطيارة والمحافظة على لون الثمار لمدة طويلة Li et al (2018) ، ويتم تطبيق مواد التغطية على العديد من الفواكه بعد الحصاد مثل الموز والفريز لإطالة فترة التخزين، وتقليل فقد الماء وضرر التبريد. هذه الطبقة الرقيقة تساعد في المحافظة على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتغذوية للفواكه الطازجة لأطول فترة زمنية ممكنة وتثبط نمو الميكروبات Kaur and Kumar (2022) بالإضافة لذلك تمتلك مواد التغطية خصائص مضادات الأكسدة وتحافظ على النشاط المائي وتلون سطح الثمار وتبطئ عملية النضج Paluo et al (2018) وإن التغطية بطبقة رقيقة قابلة للأكل يمكن أن يمنع تأثير عمليات التداول ما بعد الحصاد مثل التغطية بجل الصبار أو النشاء فقد كان له فوائد كثيرة في تحسين جودة الفريز كما يمكن استخدام العكبر كمادة تغطية أيضاً Del-Valle et al (2003) & Grosso (2005) ويرجع ذلك للخصائص الشمعية الموجودة فيه، والنشاط المضاد للفطريات Areff et al (2022) وإن استخدام مواد تغطية قابلة للأكل تحتوي على الكيتوزان النانوي والعكبر له فاعلية في الحفاظ على الصلاحية والنشاط المضاد للأكسدة لمنتجات الخضار والفواكه، وعندماُ طبقت على الفريزُ وجدَ أن لها تأثيراً في جودة الحفظ والنشاط المضاد للأكسدة (Martínez - Gonzálezet al (2020.

أهداف البحث:

تعد الأغلفة القابلة للأكل تقنية صديقة للبيئة، وبديلاً طبيعياً وآمناً لمواد التغليف الصناعية مع قابليتها للأكل والهضم والامتصاص دون حدوث أي ضرر في صحة الأنسان، كما أنها لا تسبب أضراراً بيئية لكونها مادة عضوية طبيعية قادرة على التحلل تلقائياً، وقد تم تطبيقها على العديد من المنتجات الغذائية مثل الخضراوات والفاكهة واللحوم والأسماك والحلويات والمعجنات، مع إمكانية دمج العديد من المكونات النشطة مثل: مضادات الأكسدة ومضادات الأحياء الدقيقة، وبالتالي تحسن من الخواص الحسية والتغذوية للمنتج. لذلك كان لا بد من:

1–دراسة أثر المعاملة بمادة الصمغ العربي والجيلاتين في الحد من مسببات الفقد على درجة حرارة الغرفة و التخزين المبرد ±1 C° (2 ورطوبة نسبية ±5% 85).

2–اجراء بعض الاختبارات الكيميائية والفيزيائية والميكروبية لثمار الفريز المطلية بنسب مختلفة من الصمغ العربي والجيلاتين خلال مدة أسبوع وأسبوعين وثلاثة أسابيع في درجة حرارة الغرفة وفي درجة التخزين المبرد.

مواد البحث وطرائقه :

المادة النباتية: استخدمت ثمار الفريز من الصنف (Oso grande) الذي يتميز بثماره الكبيرة الحجم بيضاوية الشكل وذات اللمعة والصلابة واللون الخارجي الأحمر الزاهي. وتم الحصول عليها من سوق الهال المركزي بعد القطاف مباشرة. وتم اختيار الثمار المطابقة للصنف والخالية من العيوب والأمراض والمتجانسة وكان متوسط وزن الثمار 10±20غ.

مدة ومكان تنفيذ التجربة: نفذت التجربة من 2024/3/5 –2024/6/5 وأجريت القياسات والتحاليل البيو كيميائية والميكروبيولوجية في مخبر أبحاث التخزين في الهيئة العامة للتقانات الحيوية–جامعة دمشق كلية الهندسة الزراعية. تم تخزين الثمار في غرفة التخزين المُبرد عند درجة حرارة 1±2 مْ. و رطوبة نسبية 85–90% Dris and Niskanen (1999)

معاملات ما بعد الحصاد:

معاملة الشاهد: غُمرت ثمار الشاهد بالماء المقطر لمدة 3 دقائق وجففت بتيار هوائي بدرجة الغرفة لإزالة الرطوبة الزائدة. وقسمت الثمار لثلاثة مكررات بمعدل 400غرام لكل مكرر.

الشاهد A

المعاملة بالجيلاتين: تم غمر الثمار بمعدل 3مكررات بمحلول الجيلاتين بتراكيز (5%,10%،15%)لمدة 3 دقائق لمرة واحدة ثم جففت بتيار من الهواء بدرجة حرارة الغرفة حتى تشكلت طبقة جافة شفافة بلاستيكية القوام على الثمار ثم وضعت الثمار في غرفة التخزين المبرد Tanada (2005).

الجيلاتين 5% B1

الجيلاتين 10% B2

الجيلاتين15% B3

1. (Hydration and Dissolution) اذابة الجيلاتين: باستخدام مسحوق الجيلاتين في وعاءٍ يُرش مسحوق الجيلاتين تدريجًيا فوق الماء البارد (حوالي 5–4أضعاف وزن الجيلاتين) يترك لمدة 10–5 دقائق للسماح للجيلاتين بامتصاص الماء والتفتح هذه الخطوة ضرورية لضمان ذوبان الجيلاتين بشكل كامل ومنع تكون التكتلات KitchenAid,(2023)

المعاملة بالصمغ العربي: تم تحضير محلول من الصمغ بتركيز (5% v/w) بإذابة 50غرام/1لتر بماء مقطر واستخدم جهاز stirrerعند درجة حرارة 40درجة مئوية لمدة 60دقيقة، ثم تمت فلترة الناتج لاستبعاد الأجزاء غير الذائبة. وتبريد المحلول حتى 20مْ وغمرت الثمار بمحلول الصمغ العربي بشكل جيد لمدة ثلاثة دقائق ثم جففت بتيار من الهواء بدرجة حرارة الغرفة حتى تشكلت طبقة جافة شفافة بلاستيكية القوام على الثمار المدروسة ثم وضعت في غرفة التخزين المبرد Dris and Niskanen (1999) تتشكل وفق هذه الطريقة طبقة من الصمغ تحيط بالثمار بسماكة 0.01مم تم قياسها بواسطة جهاز micrometer من قبل Diaz-Mula Serrano and D. Valero (2012)

الصمغ العربي 5% C1

الصمغ العربي 10% C2

الصمغ العربي 15% C3

مؤشرات الدراسة: تم أخذ القراءات المطلوبة لدراسة تغييرات الفقد بالوزن عند بداية التخزين وبفاصل سبعة أيام وذلك أثناء مدة التخزين (21يوم). كما أُخذت القراءات المطلوبة لدراسة تغييرات مؤشرات الجودة عند بداية التخزين وبفاصل زمني سبعة أيام من كل معاملة مقسمة على 3مكررات.

اختبارات الجودة المدروسة:

نسبة الفقد الطبيعي بالوزن (%): تم تعبئة صحون بلاستيكية وفق 3مكررات احتوى كل مكرر على وزن حوالي 50±400غرام. وتم الوزن عند بداية التخزين وُحسبت نسبة الفقد بالوزن وفق المعادلة التالية وفقاً لـ Chitarra (1999).

$$\text{نسبة الفقد الطبيعي}\% = \frac{\text{وزن الثمار في بداية التخزين} - \text{وزن الثمار عند أخذ القياس}}{\text{وزن الثمار في بداية التخزين}} \times 100$$

تقدير حمض الأسكوربيك (فيتامينC): تم تقديره بطريقة المعايرة بالصبغة 6،2 داي كلوروفينول إندوفينول وحُضر محلول قياسي من حمض الأسكوربيك بتركيز 0.2مغ/مل بإذابة 40ملغ من حمض الأسكوربيك النقي في 100مل من محلول حمض الأوكزاليك 0.4% ثم نُقل كمياً باستخدام الماء المقطر إلى دورق معياري سعته 200مل وأُكمل الحجم بالماء إلى العلامة.

الاختبارات الميكروبيولوجية

تحضير العينة للتحليل الميكروبي: أخذ 400 غرام من الثمار لكل معاملة ووضعت في زجاجة ماء مقطر معقم سعة 100 مل وتركت لمدة نصف ساعة لضمان خروج الأحياء الدقيقة الموجودة على سطح الثمرة إلى المحلول ثم أخذ من المحلول 0.2–0.5 مل لكل طبق بتري وحركت الأطباق حركة رحوية لضمان التوزيع المتجانس وتركت البيئة حتى تتجمد ثم وضعت في الحاضنة بشكل مقلوب ثم أخذت القراءات عن طريق تقسيم الطبق في 4 أجزاء متساوية لتسهيل عملية العد.

تقدير الأعداد الكلية للبكتريا الهوائية: باستخدام بيئة الآغار المغذي Nutrient Agar والتحضين عند الدرجة 37 مْ لمدة 48 ساعة Diaz-Mula, Serrano and D. Valero (2012)

التعداد الكلي للخمائر والفطريات: باستخدام Potato Dextrose Agar والتحضين عند الدرجة 25 مْ لمدة 48 ساعة Diaz-Mula, Serrano and D Valero (2012)

التحليل الاحصائي: صممت التجربة إحصائياً باستخدام تصميم القطاعات العشوائية البسيطة، ضمن 3مكررات. وحللت النتائج إحصائياً باستخدام الحاسوب برنامج لغة برمجة R وتم حساب أقل فرق معنوي LSDعند مستوى 95% Hernández-Muñoz,and R Gavara (2006).

النتائج والمناقشة:

تم تقدير نسبة الحموضة، الرماد، المادة الصلبة الكلية، وفيتامين C في عينات ثمار الفريز المدروسة وكانت النتائج كما يلي:

الجدول (1): نتائج التركيب الكيميائي لثمار الفريز المدروسة

نسبة الحموضة%	**%0.87**
pH	**%3.51**
الرماد%	**%0.246**
المواد الصلبة الذائبة	**%7.3**
فيتامين C	**%52.41**

من الجدول رقم (2) نلاحظ ما يلي:

في الأسبوع الأول كانت أقل نسبة فقد هي في معاملة الصمغ بتركيز 15مل ، والتي سجلت 26.66، تليها الصمغ 10مل (26.76). هاتان المعاملتان هما الأفضل لأنهما قللتا من الفقد أكثر من باقي المعاملات. بعدهما جاءت معاملة الصمغ 5مل (27.89)، والتي لا تزال مقبولة(حيث الحد المسموح بالقبول حتى 30%) . أما بالنسبة للجيلاتين، أعطى تركيز 15مل نسبة فقد 27.66، وهو قريب من أداء الصمغ 5مل. أما الجيلاتين 10مل و5مل فقد أعطيا 28.08 و28.06 على التوالي، أي فقد أعلى من معظم معاملات الصمغ، لكنه أفضل من الشاهد. أما معاملة الشاهد فسجّلت أعلى فقد بنسبة 29.91، مما يعني أنها الأضعف أداءً، وهذا منطقي لأنها لم تُعامَل بأي مادة. في الأسبوع الثاني: كانت أقل نسبة في معاملة الصمغ 15% والتي كانت 49.11، تليها الجيلاتين 15مل

(49.431)، ثم الجيلاتين 10مل (49.91)، وكلها قريبة من بعضها وتعطي أداءً جيداً في تقليل الفقد. الصمغ 5مل (50.45) وجيلاتين 5مل (50.38) سجلا نسب فقد أعلى من المعاملات السابقة، مما يعني أنهما أقل كفاءة، لكن لا تزال نتائجهما مقبولة. وأعطى الشاهد في هذا الأسبوع أعلى نسبة فقد وهي 52.33، أي أن جميع المعاملات كانت أنجح منه في تقليل الفقد. في الأسبوع الثالث: أصبحت الفروق أوضح. وكانت أفضل معاملة الصمغ 15مل بنسبة فقد 60.2، وهي الأقل بين جميع المعاملات، مما يدل على كفاءته العالية. بعده جاء الجيلاتين 15مل بنسبة 60.29، ثم الجيلاتين 10مل (60.86)، وكلها تشير إلى تقليل جيد للفقد. الصمغ 5مل أعطى نسبة 61.5، أعلى بقليل من الجيلاتين 5مل الذي كان 61.29، مما يعني أن فعالية التراكيز المنخفضة أصبحت أضعف مع مرور الوقت. الأسوأ كالمعتاد كان الشاهد بنسبة 63.28، مما يدل على أن ترك الثمار دون معاملة يُسبب أعلى فقد ممكن. ونستنتج مما سبق: كان الصمغ بتركيز 15مل هو الأكثر فعالية، فقد أعطى أقل نسب فقد باستمرار. وجاء بعده الجيلاتين 15مل، وكان جيداً خاصة في الأسبوعين الثاني والثالث. وكانت المعاملات ذات التركيز المنخفض (5مل) أقل كفاءة، خصوصاً في الأسبوع الأخير. وسجل الشاهد دائماً أعلى نسبة فقد، مما يثبت أهمية استخدام المعاملات لتقليل الفقد وتوافقت نتائجنا مع ما توصل إليه Petriccione et al (2015) حيث ازداد الفقد بالوزن في ثمار الفريز مع طول مدة التخزين المبرد والتقدم بالنضج. ويمكن تفسير ذلك بأن الفقد بالوزن يرتبط مع معدل التنفس والنتح وكذالك مع الأغشية الرقيقة المغلفة للثمرة مما يجعلها عرضة للسرعة في فقدان الماء ويسبب المزيد من التدهور والذبول حيث يعمل الصمغ العربي كحاجز غير نفوذ للماء عبر الأغشية الرقيقة مما يمنع فقدان الماء في الثمار المغلفة في الصمغ اكثر منها في المغلفة بالجيلاتين

الجدول (2): نتائج نسبة الفقد بالتجفيف لثمار الفريز المغلفة بنسب مختلفة من الجيلاتين والصمغ خلال 3 أسابيع بحرارة البراد

المعاملة / المدة الزمنية	الأسبوع الأول (%)	الأسبوع الثاني (%)	الأسبوع الثالث (%)
A	29.91 a	52.33 a	63.28 a
B1	28.06 b	50.38 c	61.29 c
B2	28.08 b	49.91 d	60.86 d
B3	27.66 c	49.431 f	60.29 f
C1	27.89 bc	50.45 b	61. 5 b
C2	26.76 d	49.11 g	60.2 g
C3	26.66 d	49.49 e	60.29 e
L.S.D$_{0.05}$	**0.28**	**0.012**	**0.064**
C.V	**0.68**	**0.016**	**0.072**

*المتوسطات المشتركة بحرف واحد على الأقل بين متوسطات الزمن أو متوسطات المعاملات أو متوسطات الأثر المشترك ليس بينها فروق معنوية وفق اختبار LSD عند مستوى 5%.

من الجدول رقم (3) نلاحظ:

في الأسبوع الأول: كانت أقل نسبة فقد في معاملة الجيلاتين 15% (27.93)، تليها الجيلاتين 10% (28.01) ثم الصمغ 15مل (28.02). هذه المعاملات الثلاث تعتبر الأكثر كفاءة في تقليل الفقد. أما أعلى نسبة فسجلها الشاهد (31.49) مما يدل على أهمية المعاملة في تقليل الفقد.

في الأسبوع الثاني: سجل الجيلاتين 15% أقل نسبة فقد (56.13)، يليه الصمغ 15% (56.31) ثم الجيلاتين 10%(56.82). هذه النتائج تؤكد كفاءة التراكيز الأعلى. أما الصمغ 5% (57.18) وجيلاتين 5% (57.1) كانا أقل كفاءة من المعاملات الأعلى. وسجل الشاهد أعلى فقد (59.37)، مما يثبت ضعف الأداء دون معاملة. في الأسبوع الثالث: أعطى الجيلاتين 15مل أقل نسبة فقد (66.23)، يليه الصمغ 15% (66.42) ثم الجيلاتين 10% (66.72). الفروق هنا أصبحت واضحة، وتُظهر تفوق التراكيز العالية. الشاهد كالعادة كان الأضعف بـ 70.37. نستنتج أن: الجيلاتين 15% هو الأكثر فاعلية. والصمغ 15% قريب في الأداء. وكانت

التراكيز المنخفضة أقل فعالية والشاهد الأضعف دائماً. وتوافقت نتائجنا مع Petriccione et al (2015) حيث ازداد الفقد بالوزن من ثمار الفريز مع طول مدة التخزين المبرد والتقدم بالنضج. ويمكن تفسير ذلك بأن الفقد بالوزن يرتبط مع معدل التنفس والنتح وكذالك مع الأغشية الرقيقة المغلفة للثمرة مما يجعلها عرضة للسرعة في فقدان الماء ويسبب المزيد من التدهور والذبول حيث يعمل الصمغ العربي كحاجز غير نفوذ للماء عبر الأغشية الرقيقة مما يمنع فقدان الماء في الثمار المغلفة في الصمغ اكثر منها في المغلفة بالجيلاتين وعينة الشاهد.

الجدول (3): نتائج نسبة الفقد بالتجفيف لثمار الفريز المغلفة بنسب مختلفة من الجيلاتين والصمغ خلال 3 أسابيع بحرارة الغرفة

المدة الزمنية / المعاملة	نسبة الفقد الأسبوع الأول (%)	نسبة الفقد الأسبوع الثاني (%)	نسبة الفقد الأسبوع الثالث (%)
A	31.49 a	59.370 a	70.37 a
B1	29.32 c	57.1 bc	67.2 c
B2	28.01 e	56.82 cd	66.72 e
B3	27.93 f	56.13 e	66.23 g
C1	29.44 b	57.18 b	67.2 b
C2	28.11 d	56.76 d	66.96 d
C3	28.02 e	56.31 e	66.42 f
L.S.D$_{0.05}$	**0.012**	**0.25**	**0.046**
C.V	**0.028**	**0.3**	**0.047**

*المتوسطات المشتركة بحرف واحد على الأقل بين متوسطات الزمن أو متوسطات المعاملات أو متوسطات الأثر المشترك ليس بينها فروق معنوية وفق اختبار LSD عند مستوى 5%.

الجدول (4): نتائج فيتامين C بالتجفيف لثمار الفريز المغلفة بنسب مختلفة من الجيلاتين والصمغ خلال 3 أسابيع بحرارة الغرفة كوزن جاف (غ ضمن 100 غ)

المدة الزمنية / المعاملة	الأسبوع الأول	الأسبوع الثاني	الأسبوع الثالث
A	410.32 d	352.18 g	280.96 c
B1	730.7 b	370.7 f	310. 55 b
B2	430.92 a	478.84 b	313.44 ab
B3	430.93 a	479.08 a	340 a
C1	430.5 c	472.18 e	307.28 bc
C2	430.73 b	477.65 c	312.73 ab
C3	430.74 b	476.68 d	312.73 ab
L.S.D$_{0.05}$	**0.064**	**0.2**	**28.16**
C.V	**0.010**	**0.03**	**6.155**

*المتوسطات المشتركة بحرف واحد على الأقل بين متوسطات الزمن أو متوسطات المعاملات أو متوسطات الأثر المشترك ليس بينها فروق معنوية وفق اختبار LSD عند مستوى 5%.

من الجدول رقم (4) نلاحظ:

أعلى قيمة لفيتامين C ظهرت في معاملة الجيلاتين 15% (430.93) متساوية تقريباً مع الجيلاتين 10% (430.92)، ثم صمغ 15 %و10% (430.74 و430.73على التوالي). هذه المعاملات الأربعة متقاربة جداً وتدل على كفاءة عالية في الحفاظ على فيتامين C. أعطى الشاهد أقل قيمة (410.32)، مما يدل على ضعف قدرته في المحافظة على الفيتامين. في الأسبوع الثاني: أعطى الجيلاتي15%مل أعلى قيمة (479.08)، يليه الجيلاتين 10% (478.84) ثم الصمغ 10%(477.65). هذه النتائج تدل على

فعالية الجيلاتين بشكل خاص في هذا الأسبوع. وسجل الشاهد 352.18، وهو أدنى قيمة، بفارق كبير جداً عن باقي المعاملات، مما يؤكد الحاجة إلى المعالجة للحفاظ على محتوى الفيتامين. في الأسبوع الثالث: سجل الجيلاتين 15% أعلى قيمة (340)، ثم الجيلاتين 10% (313.44)، والصمغ 10% و15% (312.73). يتضح استمرار التفوق للجيلاتين، خاصة بتركيز 15%. وسجل الشاهد 280.96 فقط، أي أنه فقد الكثير من فيتامين C (عند مناقشة النتائج يجب أن يتم المقارنة بشكل علمي يشرح نسب الاختلاف والتغيرات)، كما أن انخفاض محتوى الثمار من فيتامين C ليصل لـ 280.9 (هل من المعقول أن تحافظ الثمار على أكثر من 60 % من محتواها من فيتامين C بدون أي معاملة، خاصة وأننا نعلم أن فيتامينC حساس جداً للضوء والحرارة والأوكسجين، وسرعان ما يتلف فيتامين C بشكل كبير جدر، لذا على الباحث التحقق من صحة النتائج) ، مما يدل على ضعف الحماية. نستنتج مما سبق أن الجيلاتين 15% هو الأفضل باستمرار، يليه الجيلاتين 10% ثم الصمغ 10% و15%. جميع المعاملات المحسّنة تفوقت بشكل واضح على الشاهد. الفروق بين التراكيز تؤكد أن التراكيز العالية تحافظ على فيتامين C بشكل أفضل وهذه نتيجة مشابهة لـ Gunasekaran and Krishnadev (2017) .

الجدول (4): نتائج فيتامين C بالتجفيف لثمار الفريز المغلفة بنسب مختلفة من الجيلاتين والصمغ خلال 3 أسابيع بحرارة البراد كوزن جاف (غ ضمن 100 غ)

المدة الزمنية / المعاملة	الأسبوع الأول	الأسبوع الثاني	الأسبوع الثالث
A	415.06 g	400.15 e	391.01 e
B1	437.92 d	422.18 b	401.2 c
B2	439.32 b	422.98 a	405. 56 a
B3	440 a	421.36 c	405. 53 a
C1	435.41 f	419.04 d	400.04 d
C2	436.27 e	421.47 c	404.19 b
C3	438.74 c	422.39 b	404 b
L.S.D$_{0.05}$	**0.45**	**0.453**	**0. 45**
C.V	**0.07**	**0.08**	**0.07**

*المتوسطات المشتركة بحرف واحد على الأقل بين متوسطات الزمن أو متوسطات المعاملات أو متوسطات الأثر المشترك ليس بينها فروق معنوية وفق اختبار LSD عند مستوى 5%.

من الجدول رقم (4) نلاحظ: في الأسبوع الأول: أعلى قيمة ظهرت في معاملة الجيلاتين 15مل (440)، تليها الجيلاتين 10 % (439.32)، ثم الصمغ 15% (438.74). كل هذه المعاملات أظهرت كفاءة عالية في الحفاظ على فيتامين C. في المقابل، الشاهد أعطى أقل قيمة (415.06)، مما يدل على أن غياب المعاملة يؤدي إلى خسارة فيتامين C. في الأسبوع الثاني: أفضل نتيجة كانت لمعاملة الجيلاتين 10% (422.98)، تليها الصمغ 15%(422.39)، ثم الجيلاتين 5مل (422.18). الفرق بين هذه القيم بسيط لكنه لصالح الجيلاتين والصمغ بتراكيز أعلى. الشاهد أعطى فقط 400.15، وهو فارق كبير عن المعاملات المعالجة. في الأسبوع الثالث: الجيلاتين 10% (405.56) والجيلاتين 15% (405.53) حققوا أعلى القيم، متساويين تقريباً. يليهم الصمغ 10% (404.19)، ثم الصمغ 15% (404). هذه النتائج تدل على استقرار واضح في فعالية هذه المعاملات بمرور الوقت. الشاهد سجل أدنى قيمة (391.01)، ما يؤكد استمرار فقدان الفيتامين عند عدم استخدام المعاملة. مما سبق نجد أن الجيلاتين 15% و10% قدما أفضل النتائج عبر الأسابيع الثلاثة. الصمغ 15% و10% جاء بعدهما، مع أداء جيد ومستقر. وأعطى الشاهد أقل القيم دائماً، مما يعكس ضعف الحفظ بدون تغليف توافقت هذه النتيجة مع ما توصل اليه Krishnade and Gunasekaran (2017)

الجدول (5): نتائج التعداد العام للبكتريا لثمار الفريز المغلفة بنسب مختلفة من الجيلاتين والصمغ العربي خلال 3 أسابيع بحرارة الغرفة

المدة الزمنية / المعاملة	الأسبوع 1	الأسبوع 2	الأسبوع 3
A	$10^4 \times 4.2$	$10^5 \times 6$	$10^7 \times 2.5$
B1	$10^3 \times 5.3$	$10^4 \times 3.8$	$10^5 \times 6$
B2	$10^3 \times 5$	$10^4 \times 3.5$	$10^5 \times 5.8$
B3	$10^3 \times 5$	$10^4 \times 3.4$	$10^5 \times 5.7$
C1	$10^3 \times 5.4$	$10^4 \times 3.8$	$10^5 \times 6.1$
C2	$10^3 \times 5.2$	$10^4 \times 3.6$	$10^5 \times 6.1$
C3	$10^3 \times 5.1$	$10^4 \times 3.6$	$10^5 \times 6.1$

الجدول (6): نتائج التعداد العام لبكتريا ثمار الفريز المغلفة بنسب مختلفة من الجيلاتين والصمغ العربي خلال 3 أسابيع بحرارة البراد

المدة الزمنية / المعاملة	الأسبوع 1	الأسبوع 2	الأسبوع 3
A	$10^4 \times 2$	$10^5 \times 2.6$	$10^7 \times 1$
B1	$10^3 \times 1.1$	$10^4 \times 1.5$	$10^5 \times 2.7$
B2	$10^3 \times 1.1$	$10^4 \times 1.3$	$10^5 \times 2.5$
B3	$10^3 \times 1$	$10^4 \times 1$	$10^5 \times 2.5$
C1	$10^3 \times 2$	$10^4 \times 2$	$10^5 \times 2.8$
C2	$10^3 \times 1.7$	$10^4 \times 2$	$10^5 \times 2.7$
C3	$10^3 \times 1.6$	$10^4 \times 1.9$	$10^5 \times 2.7$

من الجدولين رقم (5 و6) نلاحظ أن تغليف الفريز بالجيلاتين (بتراكيز 5%، 10%، و15%) يؤدي إلى انخفاض ملحوظ في التعداد الكلي للبكتيريا والخمائر والفطريات مقارنة بالعينات غير المغلفة (الشاهد)،خلال الأسبوع الواحد. ارتفعت هذه القيمة بشكل متسارع خلال الأيام 14 الاولى من التخزين ووصلت إلى $10^5 \times 2.6$ وذلك في عينة الشاهد (غير المغلفة) مما أدى إلى فسادها وهذا أمر طبيعي لكون ثمار الفريز تتميز بمعدل تنفس عال، وكذلك لعدم استخدام أية وسيلة مرافقة للتخزين المبرد من شأنها أن تقلل من الدرجة نمو الميكروبات كاستخدام المضادات الحيوية أو المواد الحافظة وغيرها. أما بالنسبة إلى الثمار المغلفة لوحظ أن الزيادة بتركيز الجيلاتين والصمغ كل على حدا في الغلاف المحضر دوراً مهماً في تقليل درجة الفقد الثمار وتقليل درجة النمو الميكروبي، هذا التأثير واضح في كل من ظروف التخزين في درجة حرارة الغرفة والبراد. وتتفق هذه النتيجة بشكل مباشر مع دراسة Perez et al (2013) التي فحصت تأثير أغلفة الجيلاتين على الفريز وخلصت إلى أن الجيلاتين يقلل من التعداد الميكروبي على سطح الثمار. وتشير نتائج الجدولين إلى أن غلاف الجيلاتين يعمل كحاجز يمنع أو يقلل من وصول الكائنات الحية الدقيقة إلى سطح الفريز. وتدعم الدراسة السابقة هذا التفسير وتقترح أن غلاف الجيلاتين يشكل حاجزًا فيزيائياً يمنع التصاق الميكروبات ويحد من نموها. ووجدت دراسة Ahmed et al (2019) إمكانية تعزيز تأثير الجيلاتين عن طريق إضافة مواد مضادة للميكروبات. ويمكن اعتبار نتائجنا أساساً، ويمكن تحسينها بشكل أكبر. كما توضح نتائج الجدولين أن تغليف الفريز بالصمغ العربي (بتراكيز 5، 10، 15%) يقلل أيضاً من التعداد الكلي للبكتيريا والخمائر والفطريات. وهذا يشير إلى أن الصمغ العربي له تأثير حافظ مماثل للجيلاتين وهذا يتفق مع Mustafa and Ali (2015) حيث تشير هذه الدراسة إلى أن الصمغ العربي يمكن أن يقلل من التلف الميكروبي للفواكه وبشكل خاص نمو الفطريات على المانجو لقدرة الصمغ العربي على تشكيل أغلفة جيدة.

الجدول (7): نتائج التعداد العام للخمائر والفطور لثمار الفريز المغلفة بنسب مختلفة من الجيلاتين والصمغ العربي خلال 3 أسابيع بحرارة الغرفة

المدة الزمنية / المعاملة	الأسبوع 1	الأسبوع 2	الأسبوع 3
A	$10^3 \times 3$	$10^4 \times 6.3$	$10^5 \times 8$
B1	$10^2 \times 2.5$	$10^3 \times 5$	$10^4 \times 9.5$
B2	$10^2 \times 2.4$	$10^3 \times 4.7$	$10^4 \times 9$
B3	$10^2 \times 2.4$	$10^3 \times 4.5$	$10^4 \times 9$
C1	$10^2 \times 2.5$	$10^3 \times 4.6$	$10^4 \times 9.6$
C2	$10^2 \times 2.5$	$10^3 \times 4.6$	$10^4 \times 9.2$
C3	$10^2 \times 2.5$	$10^3 \times 4.5$	$10^4 \times 9.2$

الجدول (8): نتائج التعداد العام للخمائر والفطور لثمار الفريز المغلفة بنسب مختلفة من الجيلاتين والصمغ العربي خلال 3 أسابيع بحرارة البراد

المدة الزمنية / المعاملة	الأسبوع 1	الأسبوع 2	الأسبوع 3
A	$10^3 \times 2.3$	$10^4 \times 4$	$10^5 \times 5.8$
B1	$10^2 \times 1.4$	$10^3 \times 3.1$	$10^4 \times 7.2$
B2	$10^2 \times 1.3$	$10^3 \times 3$	$10^4 \times 7$
B3	$10^2 \times 1.2$	$10^3 \times 3$	$10^4 \times 7$
C1	$10^2 \times 1.6$	$10^3 \times 3.2$	$10^4 \times 7.2$
C2	$10^2 \times 1.5$	$10^3 \times 3$	$10^4 \times 7.2$
C3	$10^2 \times 1.5$	$10^3 \times 3$	$10^4 \times 7.1$

نلاحظ من الجدولين رقم (7 و8) تقليل تعداد الخمائر والفطور بواسطة الأغلفة لأن تغليف الفريز بالجيلاتين والصمغ العربي يؤدي إلى انخفاض في تعداد الخمائر والفطريات مقارنة بالعينات غير المغلفة (الشاهد). هذا التأثير ملحوظ في كل من ظروف التخزين في درجة حرارة الغرفة والبراد. وازداد تعداد الخمائر والفطريات في جميع العينات مع مرور الوقت، ولكن معدل الزيادة كان أقل في العينات المغلفة. هذا يشير إلى أن الأغلفة تؤخر نمو الخمائر والفطريات وتطيل العمر التخزيني للفريز. وكان لدرجة حرارة التخزين الأثر على نمو الخمائر والفطريات، حيث كان التعداد أقل في الفريز المخزن في البراد مقارنة بالفريز المخزن في درجة حرارة الغرفة وهذا يتوافق مع دراسة Perez et al (2013) التي فحصت تأثير أغلفة الجيلاتين على الفريز ووجدت انخفاضاً في تعداد الفطريات على الثمار المغلفة بالجيلاتين مما يعزز فكرة أن أغلفة الجيلاتين فعالة في تقليل نمو الفطريات على الفواكه. وتشير دراسة Mustafa and Ali (2015) إلى أن الصمغ العربي قد يكون له تأثيرات مضادة للميكروبات ضد بعض أنواع الفطريات حيث ظهر انخفاض في تعداد الفطريات في الفريز المغلف بالصمغ العربي.

الاستنتاجات والتوصيات:

- تؤدي المعاملة بالجيلاتين والصمغ العربي إلى تقليل الفقد في الوزن، وخاصة عند استخدام تراكيز عالية (10 و15%).
- تساهم المعاملة بالجيلاتين والصمغ في الحفاظ على محتوى ثمار الفريز من فيتامين C خلال فترة التخزين، مع تفوق طفيف للجيلاتين.
- تظهر الأغلفة من الجيلاتين والصمغ العربي القدرة على خفض التعداد الكلي للبكتيريا والخمائر والفطريات على سطح الثمار، مما يشير إلى تأثير وقائي ضد التلف الميكروبي.

- امكانية استخدام الجيلاتين والصمغ العربي كأغلفة قابلة للأكل كاستراتيجية فعالة في إطالة العمر التخزيني لثمار الفريز والحفاظ على جودتها الميكروبية وقيمتها الغذائية.
- يوصى بتحديد الأنواع البكتيرية الموجودة لاختلاف حساسية الأنواع تجاه مواد التغليف.
- دراسة آلية تثبيط الجيلاتين والصمغ العربي لنمو الخمائر والفطريات.

5.الشكر: الشكر الجزيل للهيئة العامة للتقانات الحيوية في دمشق والى جامة حلب على الجهد المبذول في تأمين مستلزمات البحث وتمويله كما ايضاً يخص الباحثين بالشكر لكل مخبريين مخبر مكروبيلوجيا الأغذية في كلية الزراعة بجامعة حلب والشكر الجزيل لرئيس القسم الدكتورة سهى حبيب على تفانيها في العمل.

المراجع:

Ahmad, F.T., Lani, M.N., Nazari, S.A., Hajar, N.H.M., Hassan, K.N.M., Razak, S.B.A .&Hassan, Z. 2019. Antioxidant and antimicrobial properties of honey, propolis and beebread of stingless bee (Geniotrigona thoracica). Asian Journal of Agriculture and Biology, Special Issue: 76-85.

Almeida, Maria Lucilania Bezerra., Carlos Farley Herbster Moura., Renato Innecco., Aline dos Santos and Fábio Rodrigues de Miranda. 2015. Postharvest shelf-life and fruit quality of strawberry grown in different cropping systems. African Journal of Agricultural, Vol. 10(43), pp. 4053-4061

Areff, A. M.; Siti Nordahliawate Mohamed Sidique;Mohd Nizam Lani1, And Fauziah Tufail Ahmad, (2022). Effect Of Different Concentrations Of Propolis Extract Coating On Postharvest Quality Of Banana Artificially Inoculated With Colletotrichum Gloesporioides. Malays. Appl. Biol. (2022) 51(1): 149–156.

Del-Valle V., Hernandez-Munoz P., Guarda A., Galotto MJ., 2005- Development of a cactus-mucilage edible coating (Opuntia ficus indica) and its application to extend strawberry (Fragaria ananassa) shelf-life . Food Chemistry 91 (4) , 751 – 756

Díaz-Montes E, Castro-Muñoz R. Edible Films and Coatings as Food- Quality Preservers: An Overview. Foods [Internet]. 2021 [cited 2023 Sep 18];10(2):249 .https://doi.org/10.3390/foods10020249 .

Dris, R. and R. Niskanen. 1999. Quality changes of “Lobo” apples during cold storage. Acta Hortic, 485: 125–133.

Hernández-Muñoz, P., E. Almenar., M.J. Ocio., R Gavara. 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (Fragaria × ananassa). Postharvest Biol. Technol, 39, 2-20

Kaur,K.and Kumar, A.(2022). Enhancement of strawberry shelf life with coating: A review. Modern Phytomorphology 16: 44–48

KitchenAid. (2023). How to Bloom Gelatin Powder and Sheets. https://www.kitchenaid.com/pinch-of-help/stand-mixers/how-to-bloom gelatin.html

Krishnadev, P. and K. Gunasekaran. 2017.Development of Gum Arabic Edible Coating Formulation Through nano technological Approaches and Their Effect on Physico-Chemical Change in Tomato (Solanum lycopersicum L) Fruit during storage. International Journal of Agriculture Sciences, 9 (8):3866-3870.

Krishnadev, P. and K. Gunasekaran. 2017.Development of Gum Arabic Edible Coating Formulation Through nano technological

Approaches and Their Effect on Physico-Chemical Change in Tomato (Solanum lycopersicum L) Fruit during storage. International Journal of Agriculture Sciences, 9 (8):3866-3870.

Li X., Zhu X., Wang H., Lin X., Lin H., Chen W. (2018). Postharvest application of wax controls pineapple fruit ripening and improves fruit quality. Postharvest Biol Technol 136 99-110.

Luo P., Li F., Liu H., Yang X., Duan Z. (2020). Effect of fucoidan-based edible coating on antioxidant degradation kinetics in strawberry fruit during cold storage. J Food Process Preservat 44: e14381.

Martínez-González, M. D. C., Bautista-Baños, S., Correa-Pacheco, Z. N., Corona-Rangel, M. L., Ventura-Aguilar, R. I., del Río-García, J. C., & Ramos-García, M. D. L. (2020). Effect of nanostructured chitosan/ propolis coatings on the quality and antioxidant capacity of strawberries during storage. Coatings, 10(2). p. 90.

Mustafa,A.M(2015)orientalism and\as information : The Indifference That Makes a Difference. DTMD 2015: 3rd International Conference-summit-vienna-2015-s1005.

Nunes C.N., Emond J.P. (2021). Relationship between weight loss and visual quality of fruits and vegetables. In Proceedings of the Florida State Horticultural Society 120: 235-245

Nunes G., Teixeira F., Schwarz K., Camargo C.K., Resende J.T.V.D., Santos E.F.D., Novello D. (2020). Influence of genetic variability on the quality of strawberry cultivars: sensorial, physical-chemical and nutritional characterization. Acta Scientiarum Agronomy 43.

Palou L. (2018). Postharvest treatments with GRAS salts to control fresh fruit decay. Horticulturae 4: 46.

Palou L. (2018). Postharvest treatments with GRAS salts to control fresh fruit decay. Horticulturae 4: 46.

Perez, X., Jin Han., Qing Wang., Shiping Tian . 2013. Changes in physiology and quality of peach fruits treated by methyl jasmonate under low temperature stress. Food Chemistry 114 (2013) 1028–1035.

Petriccione, M., F. Mastrobuoni., M. S. Pasquariello., L. Zampella., E. Nobis., G. Capriolo and M. Scortichini. 2015. Effect of Chitosan Coating on the Postharvest Quality and Antioxidant Enzyme System Response of Strawberry Fruit during Cold Storage. Journal Foods. ISSN 2304-8158. www.mdpi.com/journal/foods. 4: 501-523.

Raghav P.K., Agarwal N., Saini M. (2016). Edible coating of fruits and vegetables: A review. Education 1: 2455-5630 research of propolis. Phytotherapy Research 15, 561–571. Research. Evidence Based Complementary and Alternative Medicine2, 29–32.

Sharma P., Kehinde, B.A., Kaur, S., Vyas, P. (2019). Application of edible coatings on fresh and minimally processed fruits: A review. Nutrit Food Sci 49: 246.

Supraman, M. W. (2019). Preharvest modulation of postharvest fruit and vegetable quality. Academic Press

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.Technol., 36: 199-208

Yan J., Luo Z., Ban Z., Lu H., Li D., Yang D., Li L. (2019). The effect of the layer-by-layer (LBL) edible coating on strawberry quality and metabolites during storage. Postharvest Biol Technol 147: 29-38.

Evaluation of edible coatings made of gelatin and gum arabic and their role in enhancing the quality of strawberries and extending their shelf life

Alaa Habeb*[1], Hanan Qarbi[1] and Bassam Aloqla[2]

[1]Department of Food Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, University of Aleppo, Aleppo, Syria.

[2] General commission for Biotechnology, Damascus University, Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Alaa Habeb, E-Mail: alaasdohhabeb@gmail.com)

Received: 15/ 05/ 2025 Accepted: 21/ 07/ 2025

Abstract

This study conducted at the laboratories of the General Authority for Biotechnology in 2024. The aim was to study the effect of post-harvest treatment with gelatin and arabic gum on extending the shelf life and the quality of strawberries during storage. It also aimed to evaluate the ability of these natural substances to reduce weight loss and vitamin C content, and to control microbial contamination of strawberries stored under refrigeration conditions (2±1°C) and room temperature for up to three weeks. The study involved preparing solutions of gelatin and arabic gum at different concentrations (5-10-15%), immersing strawberries in these solutions, and then drying them. The results were compared with a control group treated with distilled water. Weight loss was assessed at weekly intervals, and vitamin C content was estimated using the titration method. Changes in total bacterial, yeast, and fungal counts were also evaluated. The results showed that treatment with gelatin and arabic gum generally reduced weight loss compared to untreated fruit, with this effect being particularly noticeable at higher concentrations (10% and 15%) of both substances. The treatment also contributed to preserving the strawberry's vitamin C content during storage, with gelatin having a slight advantage in this regard. Gelatin and arabic gum coatings were shown to reduce the total counts of bacteria, yeasts, and fungi on the fruit surface, indicating a protective effect against microbial spoilage and the potential use of gelatin and arabic gum as edible coatings as an effective strategy to extend the shelf life of strawberries and preserve their microbial quality and nutritional value.

Keywords: strawberries, gelatin, gum arabic, weight loss, vitamin C, microbial population, edible coatings