

تأثير الصمغ العربي وزيت النعناع في القدرة التخزينية لثمار الفريز/الفراولة تحت ظروف التخزين المبرد

محمد العمر^{*}، رولا بايرلي وحنان شرابي

قسم علوم البستنة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

*البريد الإلكتروني للباحث المراسل: m.alomar@damascusuniversity.edu.sy

المخلص

العمر، محمد، رولا بايرلي وحنان شرابي. 2023. تأثير الصمغ العربي وزيت النعناع في القدرة التخزينية لثمار الفريز/الفراولة تحت ظروف التخزين

المبرد. مجلة وقاية النبات العربية، 41(4): 353-360. <https://doi.org/10.22268/AJPP-41.4.353360>

نفذت التجربة في مختبر أبحاث التخزين في قسم علوم البستنة في كلية الزراعة، جامعة دمشق خلال العام 2021. هدف هذا البحث لدراسة تأثير المعاملة بتركيزين لكل من الصمغ العربي (30 و 60 غ/ل) وزيت النعناع (1 و 2 مل/ل) والتفاعل بينهما في الحفاظ على جودة ثمار الفريز/الفراولة خلال التخزين البارد. أظهرت النتائج تفوق معاملة الخليط التي احتوت على الصمغ العربي بتركيز 30 غ/ل وزيت النعناع بتركيز 2 مل/ل على بقية المعاملات وعلى الشاهد بعد 12 يوماً من التخزين في الحد من فقد الوزن (13.368%)، وخفض نسبة الثمار التالفة (الفقد المطلق) (8.712%)، والحفاظ على صلابة الثمار (0.992 كغ/سم²) وأعلى محتوى من المواد الصلبة الذائبة الكلية (10.206%)، فيتامين C (57.229 مغ/100 غ وزن رطب) والحموضة القابلة للمعايرة (0.569%).

كلمات مفتاحية: ثمار الفريز/الفراولة، الصمغ العربي، زيت النعناع.

المقدمة

الصمغ العربي وصمغ الأرجان بالتركيزين 1.0 و 1.5 غ/ل على ثمار الفريز/الفراولة كانت أفضل المعاملات في الحفاظ على محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية، الوزن الطازج، درجة الحموضة، الأنثوسيانين، التاجيد، عمر الثمار ونوعيتها. قيم Tahir *et al.* (2018) تأثير المعاملة بالصمغ العربي بتركيزين 10 و 15% (وزن/حجم) في جودة وعمر وقدرة ثمار الفريز/الفراولة التخزينية، وقد وجدوا أن المعاملة بالصمغ العربي بتركيز 15% تفوقت معنوياً وبشكل كبير على معاملة الشاهد في الحفاظ على المحتوى الكلي للفينولات والأنثوسيانين والمواد الصلبة الذائبة الكلية، كما أدت إلى تأخير نشاط أنزيم البوليغينول أوكسيداز، تقليل فقدان الوزن وتثبيط العدوى الفطرية، كما حافظت هذه المعاملة على لون الثمار وصلابتها، وحسنت من نشاط مضادات الأكسدة بالمقارنة مع الشاهد. وهناك العديد من الدراسات التي أكدت مثل هذه النتائج (Kaushik & Nataraj, 2019؛ Wani *et al.*, 2021). كما أشارت العديد من الدراسات إلى إمكانية استخدام الزيوت الأساسية (زيت النعناع، زيت الزعتر، زيت اليانسون وغيرها) في تحسين القدرة التخزينية لثمار الفريز/الفراولة وإطالة عمرها الافتراضي (Amiri *et al.*, 2019؛ Shahbazi, Oliveira Filho *et al.*, 2021؛ Camele *et al.*, 2021؛ Shehata *et al.*, 2020؛ 2018). يعد التخزين المبرد والمعاملة بالمبيدات الفطرية الكيميائية واستخدام تقنية الجو الغازي المعدل طرائق جيدة

تتميز ثمار الفريز/الفراولة بقابليتها العالية للتلف، فهي ثمار غير كلايمكترية، تتميز بمسامها الواسعة ومجموعها اللحمي العصيري وبقشرة شمعية رقيقة جداً تختفي سريعاً بعد الحصاد، فضلاً عن ارتفاع نشاطها الاستقلابي إلى مستويات عالية. إن توفر العوامل التي تساعد على انتشار الكائنات الممرضة مثل المحتوى المرتفع للثمار من الرطوبة والسكريات والأحماض العضوية بالإضافة لحساسيتها العالية للأضرار الميكانيكية يؤدي إلى مزيد من التلف والفقد بعد الحصاد (Dhital, 2018؛ Shahzad *et al.*, 2020؛ Khodaei *et al.*, 2021).

يعد الصمغ العربي (Arabic Gum) من المركبات الطبيعية التي يتم الحصول عليها من مفرزات أشجار الأكاسيا (Species Acacia)، ويستخدم على شكل طلاء صالح للأكل كمادة حافظة لثمار محاصيل الفاكهة والخضار (Gurjar *et al.*, 2018). يعد الصمغ العربي من نمو الميكروبات (البكتيريا والفطور) المسببة للأمراض التي يمكن أن تصيب الحاصلات البستانية (Bnuyan *et al.*, 2015)، حيث يعمل كحاجز وقائي يمنع الفطور والبكتيريا من الوصول لسطح الثمار بالإضافة لدوره في الحد من عمليات التنفس وفقدان الماء (Huang *et al.*, 2021؛ Yang *et al.*, 2019). وجد Yarahmadi *et al.* (2014) أن معاملات

30 غ/ل، (ج) المعاملة بالصبغ العربي بتركيز 60 غ/ل، (د) المعاملة بزيت النعناع بتركيز 1 مل/ل، (هـ) المعاملة بزيت النعناع بتركيز 2 مل/ل، (و) المعاملة بالصبغ العربي بتركيز 30 غ/ل + زيت النعناع بتركيز 1 مل/ل، (ز) المعاملة بالصبغ العربي بتركيز 30 غ/ل + زيت النعناع بتركيز 2 مل/ل، (ح) المعاملة بالصبغ العربي بتركيز 60 غ/ل + زيت النعناع بتركيز 1 مل/ل، (ط) المعاملة بالصبغ العربي بتركيز 60 غ/ل + زيت النعناع بتركيز 2 مل/ل. تمّ غمر الثمار بمحاليل الصمغ العربي وزيت النعناع بشكل جيد لمدة 3 دقائق ثم جففت بتيار من الهواء بدرجة حرارة الغرفة ثم وضعت في غرفة التبريد.

موعد وطريقة أخذ القراءات

تمّ أخذ القراءات المطلوبة لدراسة تغييرات الفقد في الوزن ومعايير جودة الثمار (الصلابة، المواد الصلبة الذائبة الكلية، الحموضة القابلة للمعايرة، فيتامين C) عند بداية التخزين وبفاصل ثلاثة أيام (0، 3، 6، 9 و 12 يوم) وذلك أثناء مدة التخزين (12 يوماً). تمّ خلط الثمار بواسطة خلاط آلي، ثمّ تصفية المزيج بواسطة مصفاة عادية، واستخدام المزيج الناتج في تحاليل ومؤشرات الجودة.

المؤشرات المدروسة

الفقد الطبيعي بالوزن (%) الذي حسب وفق المعادلة التالية (Riaz et al., 2021):

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

الفقد المطلق (%) (النسبة المئوية للثمار التالفة) الذي حسب وفق المعادلة التالية (Riaz et al., 2021):

$$\text{الفقد المطلق (\%)} = \frac{\text{عدد الثمار التالفة عند نهاية التخزين}}{\text{العدد الأولي للثمار}} \times 100$$

قدّرت صلابة الثمار (كغ/سم²) باستخدام جهاز بنيتروميتر ديجيتال (Petriccione et al., 2015)، أما محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS%) فقد قدر باستخدام جهاز Refractometer، ومحتوى الثمار من فيتامين C (مغ/100 غ وزن رطب) وفق طريقة (Ranganna, 1977). أمّا بالنسبة لمحتوى الثمار من الحموضة القابلة للمعايرة (TA%) فقد قدر وفق طريقة (Gunness et al., 2009).

وأساسية أثبتت فعاليتها في الحفاظ على جودة ثمار الفريز/الفراولة وزيادة العمر التسويقي للثمار. على الرغم من ذلك، فما زالت هناك حاجة لتقانات إضافية حديثة أخرى للحدّ من استخدام المواد الكيميائية. يمكن تحسين القدرة التخزينية لثمار الفريز/الفراولة من خلال غمرها بمستخلصات طبيعية مثل الصمغ العربي وزيت النعناع على شكل طلاءات صالحة للأكل تعمل على تحسين الخواص الفيزيائية والبصرية والحسية وجودة المنتجات الغذائية المخزنة ويحافظ على رطوبتها. إن عمر الثمار بهذه المستخلصات يؤدي إلى احاطتها بأغلفة رقيقة شبه نفاذة تؤمن جوّاً غازياً معدلاً وتقلل من معدل التنفس وتفاعلات الأكسدة والارجاع كما تحدّ من فاقد المحتوى المائي ومن نمو الميكروبات على سطحها (Kouhi et al., 2020؛ Shit & Shah, 2014). ومن هنا جاء هدف هذا البحث في دراسة تأثير المعاملة بالصبغ العربي وزيت النعناع على تحسين القدرة التخزينية لثمار الفريز/الفراولة.

مواد البحث وطرائقه

المادة النباتية

تمت الدراسة على ثمار نبات الفريز/الفراولة (الصفن Festival). يتميز هذا الصفن بثمار متوسطة الحجم، مخروطية الشكل (بيضوية)، اللون الخارجي لها أحمر داكن ولامع، بينما اللون الداخلي للثمار أحمر فاتح. ذات عنق طويل يجعل عملية القطف أكثر كفاءة، كما تتميز بنسيج قوي ونكهة ممتازة (Chandler et al., 2000). تم اختيار الثمار الخالية من الأمراض والتشوهات والمتجانسة بالحجم ونقلت من الحقل مباشرة بعد القطف إلى المختبر.

موعد ومكان تنفيذ التجربة

نفذت التجربة خلال العام 2021، ضمن مختبر أبحاث التخزين التابع لقسم علوم البستنة في كلية زراعة في جامعة دمشق، حيث نقلت الثمار في الصباح الباكر، وتمّ تنظيم المعاملات مع مراعاة السرعة بالعمل، وأخذت القراءات والتحليلات الكيميائية المطلوبة.

ظروف التخزين

خزنت الثمار ضمن غرفة التبريد على درجة حرارة 2°س ورطوبة نسبية 95% (Petriccione et al., 2015).

المعاملات

تمّ استخدام الصمغ العربي بتركيزين (30 و 60 غ/ل) وزيت النعناع بتركيزين (1 و 2 مل/ل)، وكانت معاملات التجربة على النحو التالي: (أ) معاملة الشاهد غير معاملة، (ب) المعاملة بالصبغ العربي بتركيز

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي

شمل هذا البحث 9 معاملات، قسمت ثمار كل معاملة إلى 3 أقسام يحتوي كل منها على 3 مكررات:

القسم الأول: وضعت الثمار ضمن صناديق بلاستيكية متقبة لدراسة مؤشرات الجودة (الصلابة، فيتامين C، المواد الصلبة الذائبة الكلية، الحموضة القابلة للمعايرة)؛ القسم الثاني: وزنت الثمار ووضعت ضمن صحنون لقياس الفقد الطبيعي بالوزن؛ القسم الثالث: استخدمت ثمار هذا القسم لحساب نسبة الثمار التالفة (الفقد المطلق). صممت التجربة وفق التصميم العشوائي البسيط وتم تحليل النتائج باستخدام برنامج التحاليل الإحصائية (XI-state, 2016) ومقارنة المتوسطات حسب اختبار Fisher وحساب أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمال 5%.

النتائج والمناقشة

الفقد الطبيعي بالوزن (%)

بينت نتائج التحليل الإحصائي (جدول 1) تأثير المعاملة بالصمغ العربي وزيت النعناع والتفاعل بينهما على تغييرات نسبة الفقد الطبيعي بالوزن (%) لثمار الفريز/الفراولة المخزنة عند حرارة 2°س ورطوبة نسبية 95%. لوحظ ارتفاع نسبة الفاقد مع زيادة مدة التخزين ولكافة المعاملات من بداية التخزين وحتى نهايته، حيث ازداد متوسط نسبة الفقد بالوزن من 4.963 إلى 20.947% بعد مضي 12 يوماً على التخزين المبرد لثمار الفريز/الفراولة. من جهة أخرى، ارتفعت نسبة الفقد الطبيعي بالوزن معنويًا مع ثمار الشاهد خلال مدة التخزين (من 7.055 إلى 29.245%) بالمقارنة مع معاملة التفاعل بين الصمغ العربي بتركيز 30 غ/ل وزيت النعناع بتركيز 2 مل/ل (من 3.890 إلى 16.205%) التي أعطت أقل نسبة للفقد بالمقارنة مع باقي المعاملات وبالمقارنة مع الشاهد.

قد يعزى دور الصمغ العربي وزيت النعناع في الحد من الفقد الطبيعي بالوزن إلى دورهما في سد الثغور وتشكيل طبقة رقيقة شبه نفوذة حول الثمار فتعمل على تشكيل حاجز ضد فقد الماء على شكل بخار ماء من أنسجة الثمرة والذي يشكل 80% من الفقد بالوزن، بالإضافة لدورهما في تخفيض معدل التنفس وبالتالي الحد من حركة غاز الأوكسجين وغاز ثاني أكسيد الكربون وعمليات الأكسدة للمواد العضوية والتي تشكل 20% من نسبة الفقد بالوزن وبالتالي الحد من الفقد الطبيعي بالوزن (Sánchez-González et al., 2011؛ Huang et al., 2021)؛ وهذا يتفق مع ما وجدته Wani et al., 2016) وعند المعاملة بالصمغ العربي بتركيز 1%، وكذلك مع ما وجدته Scartazzini (2018) عند المعاملة بزيت النعناع بتركيز 0.06%.

الفقد المطلق (%)

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي تأثير المعاملة بالصمغ العربي بمفرده وزيت النعناع بمفرده والتفاعل بينهما في النسبة المئوية للفقد المطلق (النسبة المئوية لثمار الفريز/الفراولة التالفة) عند نهاية مدة التخزين. تفوقت معاملة التفاعل بين الصمغ العربي بتركيز 30 غ/ل وزيت النعناع بتركيز 2 مل/ل (8.712%) معنوياً في خفض نسبة الثمار التالفة بعد 12 يوم من التخزين مقارنة بالشاهد (25.379%) التي ارتفعت فيه نسبة الثمار التالفة بعد 12 يوماً من التخزين المبرد. من جهة أخرى أدت جميع المعاملات إلى خفض نسبة الثمار التالفة مقارنة مع الشاهد (جدول 1).

تتفق النتائج التي توصلنا إليها مع ما وجدته Kaushik & Nataraj (2019) عند المعاملة بالصمغ العربي بتركيز 1% في التقليل من نسبة تدهور وتلف ثمار الفريز/الفراولة المخزنة عند حرارة 4°س، وقد يفسر ذلك بدور الصمغ العربي في إعاقة نمو الفطور الممرضة المسببة لتلف الثمار من خلال دوره الهام في تكوين طبقة خارجية (حاجز) فوق سطح الثمار تحد من توفر العناصر الغذائية للكائنات الممرضة ومن قدرة هذه الكائنات على غزو الثمار، وبالتالي الحد من تدهور وتلف الثمار (Wani et al., 2021). كما تتفق نتائجنا مع ما وجدته Oliveira Filho et al. (2021) عند المعاملة بزيت النعناع في التقليل من نسبة تلف الثمار وإطالة العمر الافتراضي لها وقد يعزى ذلك للمركبات التي يحتويها زيت النعناع مثل: المثنول، المثنون، الفينولية، التربينات، الكيتونات، الكحولات، الأحماض، الأدهيدات وتأثير هذه المركبات المضاد للبكتيريا والفيروسات والفطور وبالتالي الحد من نسبة ثمار الفريز/الفراولة التالفة (Oliveira Filho et al., 2021؛ Camele et al., 2021).

صلابة الثمار

أظهر التحليل الإحصائي (جدول 2) حدوث تراجع تدريجي في صلابة الثمار في جميع معاملات التجربة، فقد بلغ متوسط صلابة الثمار 1.168 كغ/سم² عند بداية التخزين وانخفض ليصل إلى 0.717 كغ/سم² في نهاية مدة التخزين. تفوقت معاملة الصمغ العربي بتركيز 30 غ/ل وزيت النعناع بتركيز 2 مل/ل (0.975 كغ/سم²) معنوياً في المحافظة على صلابة الثمار حتى اليوم الثاني عشر من التخزين بالمقارنة مع الشاهد (0.627 كغ/سم²). من جهة أخرى، لم يؤثر استخدام الصمغ العربي بمفرده بالتركيز المنخفض والمرتفع في الحفاظ على صلابة الثمار بالمقارنة مع ثمار معاملة الشاهد. قد يفسر دور الصمغ العربي وزيت النعناع بدورهما في الحد من نشاط الأنزيمات مثل pectin methyl esterase و polygalacturonase التي يفرزها النبات خلال عمليات النضج أو من قبل الكائنات الحية الممرضة فيسبب تلين نسيج الثمار، فضلاً عن دورهما في كبح المسببات المرضية التي تسبب تحلل الثمار

والتفاعل بينهما مع زيادة فترة التخزين حتى اليوم السادس حيث بلغ المحتوى من المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) في بداية التجربة 10.320% (جدول 2). إن نسبة السكريات عادة ما تنخفض أثناء التخزين بسبب استهلاكها في عملية التنفس، وقد يعود الدور الإيجابي لمعاملة الصمغ العربي وزيت النعناع إلى عدة أسباب منها قدرتهما على إثارة ردود فعل دفاعية بيوكيميائية في ثمار الفريز/الفراولة تعمل على حماية محتوى الثمار من التدهور السريع، ودورهما في تكوين طبقة رقيقة تحيط بالثمار فتعمل على توفير جو معدل شبه نافذ للجو الداخلي المحيط بالثمار مما يسفر عن زيادة مستوى أكسيد الكربون الداخلي وقلة توفر الأوكسجين الداخلي اللازم لعملية التنفس، مما يؤدي إلى بطء في معدل التنفس والنضج وتحول السكريات إلى CO₂ و H₂O وبالتالي الحد من انخفاض محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية (Abd-Elkader *et al.*, 2021؛ Huang *et al.*, 2021). وهذا يتفق مع ما وجدته Aitboulahsen *et al.* (2018) عند المعاملة بزيت النعناع وتخزينها عند حرارة 4°س لمدة 13 يوم. ومع ما وجدته Kaushik & Nataraj (2019) عند المعاملة بالصمغ العربي بتركيز 1% على ثمار الفريز/الفراولة.

(Al-Juhaimi *et al.*, 2015؛ Geransayeh *et al.*, 2012) وبالتالي الحفاظ على الثمار وتقليل نسبة الانحلال. وهذا يتوافق مع ما وجدته Eisa & Behnam (2015) عند معاملة ثمار الفريز/الفراولة بزيت النعناع حيث حافظت الثمار المعاملة على قيمة أعلى للصلابة بالمقارنة مع الثمار الأخرى ومع ما وجدته Wani *et al.* (2021) عند معاملة ثمار الفريز/الفراولة بالصمغ العربي بتركيز 1%. وقد يكون الانخفاض في صلابة ثمار الشاهد ناتجاً عن عملية النضج المتسارعة في فترات التخزين.

المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS%)

حافظت جميع معاملات الصمغ العربي وزيت النعناع والتفاعل بينهما على محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) بقيمة أكبر مما هي عليه في ثمار الشاهد عند نهاية مدة التخزين (اليوم 12)، وكانت أفضل المعاملات هي معاملة التفاعل بين الصمغ العربي بتركيز 30 غ/ل وزيت النعناع بتركيز 2 مل/ل (10.178%) بالمقارنة مع الشاهد (9.939%). من جهة أخرى، بينت نتائج التفاعل بين الزمن والمعاملات تحقق زيادة تدريجية في محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) لدى معاملة الشاهد ومعاملات الصمغ العربي وزيت النعناع

جدول 1. تأثير الصمغ العربي وزيت النعناع في تغيرات نسبة الفقد الطبيعي بالوزن والفقد المطلق في ثمار الفريز/الفراولة المخزنة عند حرارة 2°س ورطوبة نسبية 95%.

Table 1. Effect of Arabic gum and peppermint oil on changes in the percentage natural loss weight and decay rate of strawberry fruits stored at 2°C and relative humidity 95%.

المعاملات	Treatments	الفقد الطبيعي للوزن (%) (Normal weight loss (%))			
		مدة التخزين Storage period			
		12 يوم 12 days	9 يوم 9 days	6 يوم 6 days	3 يوم 3 days
الشاهد	Control	25.379 a	18.133 a	12.303 a	7.005 a
الصمغ العربي=30 غ/ل	Arabic gum=30 g/L	19.015 b	15.977 b	10.303 bc	5.775 b
الصمغ العربي=60 غ/ل	Arabic gum=60 g/L	19.091 b	15.103 b	10.679 b	5.868 b
زيت النعناع=1 مل/ل	Peppermint oil=1 ml/L	18.258 b	15.683 b	10.270 bc	5.818 b
زيت النعناع=2 مل/ل	Peppermint oil=2 ml/L	16.591 b	15.286 b	9.737 cd	4.972 c
الصمغ العربي=30 غ/ل + زيت النعناع=1 مل/ل	Arabic gum=30 g/L + peppermint oil=1 ml/L	9.470 c	10.512 d	7.132 f	3.621 e
الصمغ العربي=30 غ/ل + زيت النعناع=2 مل/ل	Arabic gum=30 g/L + peppermint oil=2 ml/L	8.712 c	9.476 d	6.609 f	3.582 e
الصمغ العربي=60 غ/ل + زيت النعناع=1 مل/ل	Arabic gum=60 g/L + peppermint oil=1 ml/L	11.061 c	12.150 c	9.134 d	4.090 d
الصمغ العربي=60 غ/ل + زيت النعناع=2 مل/ل	Arabic gum=60 g/L + peppermint oil 2 ml/L	10.303 c	11.776 c	8.214 e	3.890 d
المتوسط	Mean	20.947 a	13.902 b	9.376 c	4.963 d
أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%	LSD _{0.05}	2.973	1.045	0.847	0.442

LSD_{0.05} for time × treatments = 1.786

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% للزمن × المعاملات = 1.786

القيم التي تتبعها الأحرف ذاتها في نفس العمود أو السطر لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

Values followed by the same numbers in the same column or row are not significantly different at P=0.05.

جدول 2. تأثير الصمغ العربي وزيت النعناع في تغيرات المواد الصلبة الذائبة وصلابة ثمار الفريز/الفراولة المخزنة عند حرارة 20°س ورطوبة نسبية 95%.

Table 3. Effect of Arabic gum and peppermint oil on changes in firmness and total soluble solids of strawberry fruits stored at 2°C and relative humidity 95%.

المواد الصلبة الذائبة الكلية (%) Total soluble solids (%)					صلابة الثمار (كغ/سم ²) Fruit firmness (kg/cm ²)					المعاملات Treatments
مدة التخزين Storage period					مدة التخزين Storage period					
12 يوم 12 days	9 يوم 9 days	6 يوم 6 days	3 يوم 3 days	0 يوم 0 day	12 يوم 12 days	9 يوم 9 days	6 يوم 6 days	3 يوم 3 days	0 يوم 0 day	
9.94 c	10.23 d	10.42 a	10.40 a	10.32	0.63 c	0.79 c	0.897 c	1.06 d	1.17	Control الشاهد
9.99 bc	10.26 bcd	10.40 ab	10.38 ab	10.32	0.71 b	0.87 b	0.947 bc	1.03 bc	1.17	Arabic gum=30 g/L الصمغ العربي=30 غ/ل
9.97 bc	10.25 cd	10.416 a	10.38 ab	10.32	0.71 b	0.87 b	0.953 b	1.11 bc	1.17	Arabic gum=60 g/L الصمغ العربي=60 غ/ل
10.01 bc	10.25 cd	10.40 ab	10.38 ab	10.32	0.73 b	0.86 b	0.955 b	1.10 c	1.17	Peppermint oil=1 ml/L زيت النعناع=1 مل/ل
10.03 a	10.26 bcd	10.38 abc	10.37 ab	10.32	0.73 b	0.88 b	0.968 b	1.11 bc	1.17	Peppermint oil=2 ml/L زيت النعناع=2 مل/ل
10.19 a	10.31 ab	10.33 c	10.33 b	10.32	0.99 a	1.02 a	1.093 a	1.16 a	1.17	الصمغ العربي=30 غ/ل + زيت النعناع=1 مل/ل Arabic gum=30 g/L + peppermint oil=1 ml/L
10.21 a	10.32 a	10.33 c	10.32 b	10.32	0.99 a	1.04 a	1.105 a	1.16 a	1.17	الصمغ العربي=30 غ/ل + زيت النعناع=2 مل/ل Arabic gum=30 g/L + peppermint oil=2 ml/L
10.15 a	10.29 abcd	10.34 bc	10.33 b	10.32	0.98 a	1.01 a	1.070 a	1.14 abc	1.17	الصمغ العربي=60 غ/ل + زيت النعناع=1 مل/ل Arabic gum=60 g/L + peppermint oil=1 ml/L
10.18 a	10.31 abc	10.33 c	10.34 ab	10.32	0.98 a	1.01 a	1.083 a	1.14 ab	1.17	الصمغ العربي=60 غ/ل + زيت النعناع=2 مل/ل Arabic gum=60 g/L + peppermint oil=2 ml/L
10.07 d	10.27 c	10.37 a	10.36 a	10.32 b	0.83 e	0.93 d	1.008 c	1.12 b	1.17 a	Mean المتوسط
0.07	0.06	0.06	0.06		0.05	0.06	0.05	0.04		LSD _{0.05} أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% للزمن × المعاملات
		0.032					0.047			

LSD_{0.05} for time x treatments

القيم التي تتبعها الأحرف ذاتها في نفس العمود أو السطر لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

Values followed by the same numbers in the same column or row are not significantly different at P=0.05

الثمار فيتامين C. ومع ما وجده Wani *et al.* (2021) عند معاملة ثمار الفريز/الفراولة بالصمغ العربي، بالإضافة لدورها في تشكيل طبقة رقيقة تغلف الثمار وتعمل على الحد من دخول الأوكسجين إلى داخل الثمرة وأكسدة حمض الأسكوربيك (Sangsuwan *et al.*, 2016؛ Wani *et al.*, 2021).

الحموضة القابلة للمعايرة (%TA)

أظهرت النتائج (جدول 3) تغير نسبة الحموضة القابلة للمعايرة في ثمار الفريز/الفراولة المخزنة تحت تأثير المعاملة بالصمغ العربي وزيت النعناع والتفاعل بينهما، حيث انخفض متوسط هذه النسبة مع زيادة مدة التخزين من 0.595% عند بداية التخزين إلى 0.523% بعد 12 يوماً من التخزين البارد لثمار الفريز/الفراولة لكافة المعاملات. كما كانت معاملة الخليط بين الصمغ العربي بتركيز 30 غ/ل وزيت النعناع بتركيز 2 مل/ل هي الأفضل معنوياً في الحفاظ على محتوى أعلى من الحموضة القابلة للمعايرة حتى اليوم 12 من التخزين (0.569%) بالمقارنة مع ثمار الشاهد (0.479%).

قد يفسر الانخفاض في نسبة الحموضة القابلة للمعايرة (الحموضة الكلية) في ثمار الفريز/الفراولة مع زيادة مدة التخزين إلى استخدام هذه

فيتامين C (مغ/100 غ وزن رطب)

بين التحليل الإحصائي للنتائج (جدول 3) تأثير المعاملة بالصمغ العربي وزيت النعناع والتفاعل بينهما على تغييرات فيتامين C لثمار الفريز/الفراولة المخزنة عند حرارة 20°س ورطوبة نسبية 95%. لوحظ حدوث انخفاض في نسبة فيتامين C مع زيادة مدة التخزين ولكافة المعاملات من بداية التخزين وحتى نهايته. من جهة أخرى، قللت جميع المعاملات من انخفاض فيتامين C في الثمار عند نهاية مدة التخزين (اليوم 12) بالمقارنة مع الشاهد (49.138 مغ/100 غ وزن رطب) وكانت أفضل المعاملات هي معاملة التفاعل بالصمغ العربي بتركيز 30 غ/ل وزيت النعناع بتركيز 2 مل/ل (57.229 مغ/100 غ وزن رطب). قد يفسر دور الصمغ العربي وزيت النعناع في الحد من انخفاض فيتامين C بدورها في تحسين نظام مضادات الأكسدة من خلال زيادة نشاط أنزيم superoxide dismutase وأنزيم phenylalanine ammonia lyase وتنشيط نشاط أنزيم polyphenol oxidase و peroxidase (Qu *et al.*, 2020؛ Saleem *et al.*, 2020؛ Tahir *et al.*, 2018) حيث تعمل هذه الأنزيمات على الحد من أكسدة فيتامين C والحفاظ عليه وهذا يتوافق مع ما وجده Abd-Elkader *et al.* (2021) عند معاملة ثمار الفريز/الفراولة بزيت النعناع حيث قللت بشكل كبير من الفقد بمحتوى

نسبة الفقد الطبيعي في الوزن ونسبة الفقد المطلق (الثمار التالفة) خلال مدة التخزين، كما حافظت على صلابة الثمار وجودتها (المواد الصلبة الذائبة الكلية، الحموضة القابلة للمعايرة، فيتامين C) لمدة 12 يوماً في ظروف التخزين البارد وبالتالي تحسين القدرة التخزينية للثمار. كما تبين بأنه من الممكن تحسين القدرة التخزينية لثمار الفريز/الفراولة باستخدام مواد طبيعية مثل الصمغ العربي وزيت النعناع. كذلك ينصح بمعاملة ثمار الفريز/الفراولة بالصمغ العربي بتركيز 30 غ/ل مع زيت النعناع بتركيز 2 مل/ل كخليط لإعطائهما دوراً أفضل في تحسين القدرة التخزينية والحفاظ على جودة ثمار الفريز/الفراولة خلال مدة التخزين. هناك ضرورة للتوسع في دراسة إمكانية استخدام مواد طبيعية كمعاملات ما بعد القطف كونها آمنة صحياً وسليمة بيئياً ومرغوبة عالمياً وخاصة في حالة الثمار المعدة للتصدير.

الأحماض كركائز لعمليات الاستقلاب التي تحدث أثناء التنفس (Diaz-Mula *et al.*, 2012)، وذلك نتيجة لأكسدة الأحماض من خلال حلقة كربيس الأمر الذي يؤدي لانخفاض نسبتها مع التقدم في النضج (Álvarez-Herrera *et al.*, 2021؛ Adetunji *et al.*, 2019). وقد يفسر دور الصمغ العربي وزيت النعناع في تقليل انخفاض الحموضة القابلة للمعايرة لدورهما في تخفيض معدل التنفس والنضج للثمار المعاملة بهما (Sangsuwan *et al.*, 2016؛ Huang *et al.*, 2021) وهذا يتوافق مع ما وجدته Yarahmadi *et al.* (2014) عند معاملة ثمار الفريز/الفراولة بالصمغ العربي بالتركيزين ومع ما وجدته Shahbazi (2018) عند المعاملة بزيت النعناع. يمكن مما تقدم أن نستنتج بأن معاملة التفاعل بين الصمغ العربي بتركيز 30 غ/ل وزيت النعناع بتركيز 2 مل/ل كانت الأفضل في خفض

جدول 3. تأثير الصمغ العربي وزيت النعناع في تغيرات فيتامين C والحموضة القابلة للمعايرة في ثمار الفريز/الفراولة المخزنة عند حرارة 2°س ورطوبة نسبية 95%.

Table 5. Effect of Arabic gum and peppermint oil on changes in vitamin C and titratable acidity of strawberry fruits stored at 2°C and relative humidity 95%.

فيتامين C (مغ/100 غ وزن رطب) Vitamin C (mg/100 g wet weight)					الحموضة القابلة للمعايرة (%) Titratable acidity (%)					المعاملات Treatments
مدة التخزين Storage period					مدة التخزين Storage period					
0 يوم 0 day	3 يوم 3 days	6 يوم 6 days	9 يوم 9 days	12 يوم 12 days	0 يوم 0 day	3 يوم 3 days	6 يوم 6 days	9 يوم 9 days	12 يوم 12 days	
59.92	58.31 c	57.67 c	55.22 c	49.14 f	59.92	58.31 c	57.67 c	55.22 c	49.14 f	الشاهد Control
59.92	57.99 c	56.79 b	55.50 c	52.43 e	59.92	57.99 c	56.79 b	55.50 c	52.43 e	الصمغ العربي=30 غ/ل Arabic gum=30 g/L
59.92	58.15 c	57.25 b	56.28 bc	52.58 e	59.92	58.15 c	57.25 b	56.28 bc	52.58 e	الصمغ العربي=60 غ/ل Arabic gum=60 g/L
59.92	58.48 bc	57.25 b	56.59 b	52.73 e	59.92	58.48 bc	57.25 b	56.59 b	52.73 e	زيت النعناع=1 مل/ل Peppermint oil=1 ml/L
59.92	59.60 a	59.29 a	58.76 a	56.18 b	59.92	59.60 a	59.29 a	58.76 a	56.18 b	زيت النعناع=2 مل/ل Peppermint oil=2 ml/L
59.92	59.76 a	59.61 a	59.07 a	57.23 a	59.92	59.76 a	59.61 a	59.07 a	57.23 a	الصمغ العربي=30 غ/ل + زيت النعناع=1 مل/ل Arabic gum=30 g/L + peppermint oil=1 ml/L
59.92	59.44 ab	58.98 a	58.30 a	54.23 d	59.92	59.44 ab	58.98 a	58.30 a	54.23 d	الصمغ العربي=30 غ/ل + زيت النعناع=2 مل/ل Arabic gum=30 g/L + peppermint oil=2 ml/L
59.92	59.60 a	59.14 a	58.45 a	55.28 c	59.92	59.60 a	59.14 a	58.45 a	55.28 c	الصمغ العربي=60 غ/ل + زيت النعناع=1 مل/ل Arabic gum=60 g/L + peppermint oil=1 ml/L
59.92 a	58.78 b	57.83 c	57.83 c	53.60 e	59.92 a	58.78 b	57.83 c	57.83 c	53.60 e	الصمغ العربي=60 غ/ل + زيت النعناع=2 مل/ل Arabic gum=60 g/L + peppermint oil=2 ml/L
										المتوسط Mean
										LSD _{0.05}
										أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% للزمن × المعاملات LSD _{0.05} for time x treatments

القيم التي يتبعها نفس الأحرف في نفس العمود أو السطر لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.
Values followed by the same numbers in the same column or row are not significantly different at P=0.05

Abstract

Alomar, M., R. Bayerli and H. Sharaby. 2023. Effect of Arabic Gum and Peppermint Oil on the Storability of Strawberry Fruits under Cold Storage Conditions. Arab Journal of Plant Protection, 41(4): 353-360. <https://doi.org/10.22268/AJPP-41.4.353360>

The experiment was carried out in the storage research laboratory of Horticultural Sciences' Department, Agriculture' Faculty, Damascus University during 2021 season. In order to study the effect of Arabic gum at two concentrations (30 and 60 g/l) and peppermint oil at two concentrations (1 and 2 ml/l) and the interaction between them in maintaining the quality of fruits strawberries during cold storage. The results showed that Arabic gum 30 g/l with peppermint oil 2 ml/l was superior to the rest of the treatments and to the control after 12 days of storage

in reducing weight loss (13.368%), reducing the percentage of damaged fruits (decay percentage) (8.712%) and preserving on fruit firmness (0.992 kg/cm²) and higher content of total soluble solids (10.206%), vitamin C (57.229 mg/100 g wet weight) and titratable acidity (0.569%).

Keywords: Strawberry fruits, Arabic gum, peppermint oil.

Affiliation of authors: M. Alomar*, R. Bayerli and H. Sharaby, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Damascus, Syria. *Email address of corresponding author: m.alomar@damascusuniversity.edu.sy

References

المراجع

- Abd-Elkader, D.Y., M.Z. Salem, D.A. Komeil, A.A. Al-Huqail, H.M. Ali, A.H. Salah and H.S. Hassan. 2021. Post-harvest enhancing and *Botrytis cinerea* control of strawberry fruits using low cost and eco-friendly natural oils. *Agronomy*, 11(6):1-12. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061246>
- Adetunji, C.O., I.S Afolabi and J.B. Adetunji. 2019. Effect of Rhamnolipid-Aloe vera gel edible coating on post-harvest control of rot and quality parameters of 'Agege Sweet' Orange. *Agriculture and Natural Resources*, 53(4):364-372. <https://doi.org/10.34044/j.anres.2019.53.4.06>
- Aitboulahsen, M., S. Zantar, A. Laglaoui, H. Chairi, A. Arakrak, M. Bakkali and M.H. Zerrouk. 2018. Gelatin-based edible coating combined with *Mentha pulegium* essential oil as bioactive packaging for strawberries. *Journal of Food Quality*, 2018(5):1-7. <https://doi.org/10.1155/2018/8408915>
- Al-Juhaimi, F., K. Ghafour and E. Elfadil. 2012. Effect of gum arabic edible coating on weight loss, firmness and sensory characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruits during storage. *Pakistan Journal of biotechnology*, 44(4):1439-1444.
- Álvarez-Herrera, J.G., Y.A. Deaquiz and X. Rozo-Romero. 2021. Effect of storage temperature and maturity stage on the postharvest period of 'Horvin' plums (*Prunus domestica* L.). *Ingeniería e Investigación*, 41(2):1-9. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v41n2.82530>
- Amiri, A., S.M.H. Mortazavi, S.M. Mahmoodi, A.R. Kiasat and Z. Ramezani. 2019. The effect of active microbial packaging on postharvest quality of strawberry fruit. *Journal of food science and technology*, 16 (87):279-290.
- Bnuyan, I.A., N.K.K. Hindi, M.H. Jebur and M.A. Mahdi. 2015. In vitro antimicrobial activity of gum arabic (Al Manna and Tayebat) prebiotics against infectious pathogens. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Research*, 3(3):77-85.
- Camele, I.D. Gruřová and H.S. Elshafie. 2021. Chemical composition and antimicrobial properties of *Mentha* × *piperita* cv. 'Kristinka' essential oil. *Plants*, 10(8):1567. <https://doi.org/10.3390/plants10081567>
- Chandler, C.K., D.E. Legard, D.D. Dunigan, T.E. Crocker and C.A. Sims. 2000. "Strawberry festival" strawberry. *HortScience*, 35(7):1366-1367. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.7.1366>
- Dhital, R. 2018. Application of plant based edible coatings for maintaining post-harvest quality and extending shelf life of strawberries. Ph. D. thesis, Southern Illinois University at Carbondale, USA. 88 pp.
- Díaz-Mula, H.M., M. Serrano and D. Valero. 2012. Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. *Food and Bioprocess Technology*, 5(8):2990-2997. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0599-2>
- Eisa, K. and B. Behnam. 2015. The effects of peppermint essence (*Mentha piperita*) on quality and postharvest longevity of strawberry (*Fragaria ananassa* L. cv gaviota). *Management Research Report*, 3(1):1434-1442.
- Geransayeh, M., S. Sepahvand, V. Abdossi and R.A. Nezhad. 2015. Effect of thymol treatment on decay, postharvest life and quality of strawberry (*Fragaria ananassa*) Fruit cv. 'Gaviota. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 6(4):151-162.
- Gunness, P., O. Kravchuk, S.M. Nottingham, B.R. D'Arcy and M.J. Gidley. 2009. Sensory analysis of individual strawberry fruit and comparison with instrumental analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 52(2):164-172. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.11.006>
- Gurjar, P.S., B. Killadi, J. Lenka and D.K. Shukla. 2018. Effect of gum arabic coatings on physico-chemical and sensory qualities of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Shweta. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(4):3769-3775. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.704.424>
- Huang, Q., C. Wan, Y. Zhang, C. Chen and J. Chen. 2021. Gum arabic edible coating reduces postharvest decay and alleviates nutritional quality deterioration of Ponkan fruit during cold storage. *Frontiers in Nutrition*, (8):1-11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.717596>
- Kaushik, A.J. and M. Nataraj. 2019. Edible coatings from plant-derived gums and clove essential oil improve post-harvest strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) shelf life and quality. *Environmental and Experimental Biology*, 17(3):123-135. <https://doi.org/10.22364/eeb.17.13>
- Khodaei, D., Z. Hamidi-Esfahani and E. Rahmati. 2021. Effect of edible coatings on the shelf-life of fresh strawberries: A comparative study using TOPSIS-Shannon entropy method. *NFS Journal*, 23:17-23. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2021.02.003>
- Kouhi, M., M.P. Prabhakaran and S. Ramakrishna. 2020. Edible polymers: An insight into its application in food, biomedicine and cosmetics. *Trends in Food Science & Technology*, 103:248-263. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.05.025>

- Oliveira Filho, J.G.D., G. Cruz Silva, A.C. Aguiar, L. Cipriano, H.M.C. Azeredo, S. Bogusz Junior and M.D. Ferreira.** 2021. Chemical composition and antifungal activity of essential oils and their combinations against *Botrytis cinerea* in strawberries. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(2):1-11. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00765-x>
- 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. *Foods*, 4(4):501-523. <https://doi.org/10.3390/foods4040501>
- Qu, T., B. Li, X. Huang, X. Li, Y. Ding, J. Chen and X. Tang.** 2020. Effect of peppermint oil on the storage quality of white button mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Food and Bioprocess Technology*, 13(3):404-418. <https://doi.org/10.1007/s11947-019-02385-w>
- Ranganna, S.** 1977. *Manual of Analysis of Fruits and Vegetables*. Tara-McGraw Hill, New York. 634 pp.
- Riaz, A., R.M. Aadil, A.M.O. Amoussa, M. Bashari, M. Abid and M.M. Hashim.** 2021. Application of chitosan-based apple peel polyphenols edible coating on the preservation of strawberry (*Fragaria ananassa* cv Hongyan) fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1):e15018. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15018>
- Saleem, M.S., S. Ejaz, M.A. Anjum, A. Nawaz, S. Naz, S. Hussain and L. Canan.** 2020. Postharvest application of gum arabic edible coating delays ripening and maintains quality of persimmon fruits during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(8):e14583. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14583>
- Sánchez-González, L., M. Vargas, C. González-Martínez, A. Chiralt and M. Chafer.** 2011. Use of essential oils in bioactive edible coatings: A review. *Food Engineering Reviews*, 3(1):1-16. <http://dx.doi.org/10.1007/s12393-010-9031-3>
- Sangsuwan, J., T. Pongsapakworawat, P. Bangmo and S. Sutthasupa.** 2016. Effect of chitosan beads incorporated with lavender or red thyme essential oils in inhibiting *Botrytis cinerea* and their application in strawberry packaging system. *LWT*, 74:14-20. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.021>
- Scartazzini, L.** 2018. Estudo da atividade antifúngica do óleo essencial de menta incorporado em coberturas comestíveis à base de gelatina para aplicação em morango (*Fragaria x ananassa*). se (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Florianópolis. 174 pp.
- Shahbazi, Y.** 2018. Application of carboxymethyl cellulose and chitosan coatings containing *Mentha spicata* essential oil in fresh strawberries. *International Journal of Biological Macromolecules*, 112:264-272. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.186>
- Shahzad, S., S. Ahmad, R. Anwar and R. Ahmad.** 2020. Pre-storage application of calcium chloride and salicylic acid maintain the quality and extend the shelf life of strawberry. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 57(2):339-350. <http://dx.doi.org/10.21162/PAKJAS/20.8953>
- Shehata, S. A., E.A. Abdeldaym, M.R. Ali, R.M. Mohamed, R.L. Bob and K.F. Abdelgawad.** 2020. Effect of some citrus essential oils on post-harvest shelf life and physicochemical quality of strawberries during cold storage. *Agronomy*, 10(10):1-29. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101466>
- Shit, S.C and P.M. Shah.** 2014. Edible polymers: challenges and opportunities. *Journal of Polymers*, 2014:427259. <https://doi.org/10.1155/2014/427259>
- Tahir, H.E., Z. Xiaobo, S. Jiyong, G.K. Mahunu, X. Zhai and A.A. Mariod.** 2018. Quality and postharvest-shelf life of cold-stored strawberry fruit as affected by gum arabic (*Acacia senegal*) edible coating. *Journal of Food Biochemistry*, 42(3):e12527. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12527>
- Wani, S.M., A. Gull, T. Ahad, A.R. Malik, T.A. Ganaie, F.A. Masoodi and A. Gani.** 2021. Effect of gum Arabic, xanthan and carrageenan coatings containing antimicrobial agent on postharvest quality of strawberry: Assessing the physicochemical, enzyme activity and bioactive properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 183:2100-2108. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.06.008>
- Yang, Z., X. Zou, Z. Li, X. Huang, X. Zhai, W. Zhang and H.E. Tahir.** 2019. Improved postharvest quality of cold stored blueberry by edible coating based on composite gum Arabic/roselle extract. *Food and Bioprocess Technology*, 12(9):1537-1547. <https://doi.org/10.1007/s11947-019-02312-z>
- Yarahmadi, M., M. Azizi, B. Morid and S. Kalatejari.** 2014. Postharvest application of gum and mucilage as edible coating on postharvest life and quality of strawberry fruit. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(4):1279-1286.

Received: September 29, 2022; Accepted: February 13, 2023

تاريخ الاستلام: 2022/9/29؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2023/2/13