دراسة تأثير أنواع مواد التعبئة على بعض خصائص الجودة لمعجون الفليفلة أثناء التخزين

مايا البلّاط[1*] و أنطون يوسف[1] و بدور عجيب[1]

[1] كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، جامعة حمص، حمص، سورية.

(*للمراسلة: مايا البلّاط، البريد الإلكتروني: mayaalballat@gmail.com)

تاريخ الاستلام: 3/ 8/ 2025 تاريخ القبول: 9/ 12/ 2025

الملخّص

تم إنجاز هذا البحث في مخابر كيمياء الأغذية، والخزن والتبريد التابعة لقسم الهندسة الغذائية في كلية الهندسة الكيميائية والبترولية في جامعة حمص، خلال الفترة الممتدة من منتصف أيلول 2024 حتى منتصف كانون الثاني 2025. تم في هذا البحث إنتاج معجون الفليفلة عبر تسخين عصير الفليفلة باستخدام سطح ساخن، عند درجة حرارة 90 م حتى الوصول إلى تركيز 25 بريكس، ثم أضيف 5% من ملح كلوريد الصوديوم. بعد ذلك، خُزّنت العينات على درجة حرارة الغرفة (20–30 م) باستخدام ثلاثة أنواع تعبئة: (عبوات زجاجية، عبوات بلاستيكية، أكياس ألمنيوم). استمرت مدة التخزين أربعة أشهر، تم خلالها دراسة تغيرات قيم Brix، والحموضة الكلية، والرقم الهيدروجيني (pH)، ومحتوى بيتا–كاروتين، والفينولات الكلية، والرماد الكلي. أظهرت النتائج تفوق العبوات الزجاجية في الحفاظ على خصائص معجون الفليفلة، يليها أكياس الألمنيوم، ثم العبوات البلاستيكية. ومع ذلك، بين التحليل الإحصائي إمكانية استخدام أكياس الألمنيوم بدلاً من العبوات الزجاجية في حفظ معجون الفليفلة، نظراً لخصائصها المميزة كقابليتها على العزل، وعدم النفاذية، ووزنها الخفيف، وتكلفتها المنخفضة مقارنة بالعبوات الزجاجية. بعد أربعة أشهر من التخزين بلغت في العبوات الزجاجية قيمة Brix (25.78%)، الحموضة الكلية (1.61%)، الرقم الهيدروجيني (pH) (4.61)، بيتا – كاروتين (2.12 مغ/100غ)، الفينولات الكلية (500.12 مغ/100غ)، الرماد الكلي (9.41) مغ/100غ.

الكلمات المفتاحية: فليفلة، معجون الفليفلة، جودة معجون الفليفلة، عبوات زجاجية، عبوات بلاستيكية، أكياس ألمنيوم.

المقدمة:

تعدُّ الفليفلة واحدة من أكثر الثمار شيوعاً واستخداماً على نطاقٍ واسعٍ حول العالم (Kumar and Tripod, 2019). حيث تعدّ من المحاصيل الزراعية ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة، باعتبارها مصدراً رئيسياً للتوابل ومضادات الأكسدة (Li *et al.*, 2022). ويعود أصلها إلى جنوب أمريكا (Nale *et al.* ,2024). تنتمي الفليفلة الحولية (*Capsicum annuum.L*) إلى جنس Capsicum، الذي يُعتبر الأهم في عائلة الباذنجانية (Solanaceae)، والتي تضم أيضاً البندورة والبطاطا والتبغ (Bashair *et al.*, 2016). تتميز الفليفلةُ اللاذعة من جنس Capsicum بتنوعٍ كبيرٍ في النكهة، واللون، والشكل، والحجم، بالإضافة إلى احتوائها على مركباتٍ كيميائية حيوية عديدة (Alan *et al.*, 2022). ويُعتبر capsaicin (المركب الرئيسي النشط في مجموعة الكابسيسينويد) مضاد أكسدةٍ قويّ ومضاداً للبكتريا، وهو المسؤول عن الطعم اللاذع (Goci *et al.* ,2021). تعود كلمة Capsicum إلى الكلمة اليونانية

kapsimo، والتي تعني "لَدْغَة" أو "ابْتِلَاع". تُستخدم الفليفلة كملوّنٍ ومنكّهٍ وللزينة، حيث تُستهلك طازجةً أو تُعالج كتوابل. كما استُخدمت تاريخياً في علاج العديد من الأمراض، نظراً لاحتوائها على مركباتٍ كيميائيةٍ نباتيةٍ ذاتِ خصائصَ مضادةٍ للأكسدة، أو كمصدرٍ للمستخلصات في الصناعات الصيدلانية والتجميلية (Dhamodharan *et al.*, 2022). يشهد الإنتاج العالمي للفليفلة نمواً مستمراً بسبب زيادة الطلب عليها في مجال الطهي والصناعات الغذائية. تُعد الصين والهند والمكسيك وإندونيسيا وتركيا من أكبر الدول المنتجة للفليفلة (FAO,2025). تُعتبر الفليفلة مصدراً غنيّاً بالعناصر الغذائية كالفيتامينات (A, C, E ,B1, B2, B3)، والمعادن كالفوسفور والمغنيسيوم و البوتاسيوم بالإضافة إلى الفينولات و مركبات كيميائية نباتية ذات خصائص مضادة للأكسدة مثل: الكاروتينات، و الفلافونويدات، و مركبات الكابسيسينويد (Dhamodharan *et al.*, 2022). يعود تنوع لون الفليفلة إلى وجود أصبغة متعددة مثل مركب chlorophyll الذي يعد مسؤولاً عن اللون الأخضر في الفليفلة، anthocyanins مسؤول عن اللون البنفسجي/الأرجواني، β–cryptoxanthin، lutein، zeaxanthin، β–carotene، α–carotene, مسؤولين عن اللون الأصفر / البرتقالي (Pérez *et al.* , 2020)، capsorubin، capsanthin، 5,6-epoxide مسؤولين عن اللون الأحمر (2022, Alan *et al.*). تمتلك الفليفلة فوائد عديدة نتيجة لامتلاكها العديد من العناصر الغذائية، حيث تتميز بقدرتها على مكافحة الخلايا السرطانية، تنشيط القلب والأوعية الدموية، الحفاظ على الرؤية، تخفيض مستوى الكوليسترول في الدم، علاج اضطراب ألياف الأعصاب الحسية، مقاومة الإصابة بالجيوب الأنفية المزمنة، تخفيض الوزن، تحسين نضارة البشرة، تقليل خطر الإصابة بمرض السكري، القضاء على اضطرابات الجهاز الهضمي (Dhamodharan *et al.*, 2022). يعدّ معجون الفليفلة من المنتجات التي تضاف للوجبات الغذائية لإعطائها نكهة مميزة يتم الحصول عليه من لب الفليفلة الناتج عن طحن الفليفلة الحمراء الطازجة المتماسكة، سواءً كانت ذات مذاق لاذع أو حلو، مع الاحتفاظ بالبذور والألياف أو إزالتها. بعد ذلك، يسخّن اللب حتى الحصول على معجون سميك ذي محتوى بريكس لا يقل عن 18%، باستثناء كمّية الملح المضافة (Ayda *et al.*, 2023). يمكن إنتاج معجون الفليفلة باستخدام طرائق مختلفة، كالتجفيف التقليدي تحت أشعة الشمس، والتجفيف بواسطة سطح ساخن، والتجفيف تحت التفريغ (Bozkurt and Erkmen, 2004). يمكن تعبئة معجون الفليفلة ضمن مواد تعبئة مختلفة كالعبوات الزجاجية التي تتميز بنفاذيتها المنخفضة للغازات والرطوبة، واستقرارها الكيميائي، ومقاومتها لدرجات الحرارة المرتفعة؛ مما يجعلها مناسبة لحفظ المنتجات الغذائية لفترة طويلة (Lamberti and Escher, 2007). ويمكن أيضاً تعبئته ضمن رقائق من الألمنيوم التي تتميز بمقاومتها للضوء ولدرجات الحرارة المرتفعة، ونفاذيتها المنخفضة للغازات والرطوبة؛ لكنها تعتبر أكثر نفاذية مقارنةً بالعبوات الزجاجية، يمكن استخدامها لحفظ المنتجات الغذائية مع طلائها بطبقة من بولي إيتيلين؛ لمنع تفاعلها مع الغذاء، ولإجراء عملية الختم الحراري (Lamberti and Escher, 2007). كما يمكن تخزين معجون الفليفلة ضمن عبوات بلاستيكية مصنوعة من بولي بروبيلين، حيث يتميز هذا النوع بمقاومته للضوء، ونفاذيته المتوسطة للغازات، ومقاومته الجيدة للمواد الدهنية والكيميائية؛ مما يجعله مناسباً لحفظ المنتجات الغذائية (Raj,1995).

درس (Giménez *et al.*) تخزين معجون الفليفلة على درجتي حرارة (4 م و25 م) باستخدام ثلاثة أنواع تعبئة (بولي فينيل كلوريد، بولي إيتيلين/بولي أميد، بولي ستايرين)، توصلت الدراسة إلى أن العينات المحفوظة بالتبريد على درجة حرارة 4 م ضمن بولي فينيل كلوريد كانت الأفضل من حيث المحافظة على استقرار قيم الرقم الهيدروجيني (pH)، ومحتوى الحموضة الكلية، والفينولات الكلية، والكاروتينات.

درس (Sharoba, 2009) تخزين معجون الفليفلة على درجة حرارة الغرفة في عبوات زجاجية مع إجراء عملية بسترة للعبوات (تسخين عند درجة حرارة 85–90م) بعد عملية التعبئة، توصلت الدراسة إلى إمكانية حفظ المعجون لمدة تسعة أشهر وفقاً لهذه الطريقة عند تركيز 34 بريكس.

درس (Renate *et al.*, 2023) تخزين هريس الفليفلة ضمن مواد تعبئة مختلفة (أغلفة بلاستيكية شفافة، رقائق ألمنيوم، مزيج من رقائق الألمنيوم والبلاستيك، الأكياس البلاستيكية السميكة الشفافة). كانت رقائق الألمنيوم الأفضل في المحافظة على محتوى فيتامين (C) خلال التخزين على عكس الأكياس البلاستيكية السميكة الشفافة حيث سجلت أقل محتوى منه. كما أن رقائق الألمنيوم سجلت أعلى قيم من مؤشر اللون (L*) والرقم الهيدروجيني (pH) وقيم (Brix)، على عكس الأغلفة البلاستيكية الشفافة التي سجلت قيم منخفضة نتيجة النفوذية المرتفعة للغازات.

درس (Uzel, 2018) حفظ معجون الفليفلة مع إضافة مواد حافظة لجزء من العيّنات فقط؛ حيث تم حفظ المعجون في نوعي تعبئة هما: بولي بروبيلين وبولي إيتيلين تيريفتاليت. كما شملت الدراسة تقييم تأثير وجود غاز الأوزون وعدم وجوده، فعُرِّضت بعض العينات لتركيز مقداره 35 مغ/م^3 من غاز الأوزون لمدة ساعتين يومياً. وقد خُزّنت جميع العينات على درجة حرارة (37 م) لمدة 60 يوماً. أظهرت النتائج عدم وجود تأثير لمواد التعبئة المستخدمة في تغير قيم الرقم الهيدروجيني (pH). بدأ ظهور الفطور والخمائر في الأسبوع الثاني من التخزين في كلا نوعي العبوات، وذلك في العينات التي لم يضف لها مواد حافظة. وقد كانت العينات المعبأة في بولي بروبيلين الأفضل من حيث النكهة مقارنةً بالعينات المعبأة في عبوات بولي إيتيلين تيريفتاليت. بينت النتائج أن التأثير المشترك للعوامل المتعددة كان له تأثير أكبر على المحتوى الميكروبي مقارنةً بتأثير كل عامل لوحده. كما أوصت الدراسة بضرورة استخدام المواد الحافظة في مراحل إنتاج معجون الفليفلة، مع الاستعانة بغاز الأوزون لتعزيز عملية الحفظ.

درس (Renate, 2019) تقييم تأثير مواد تعبئة مختلفة وهي: العبوات الزجاجية، والعبوات البلاستيكية الشفافة، والكؤوس البلاستيكية، وكذلك الأكياس المصنوعة من مادة بولي فينيل ثنائي كلوريد في حفظ خصائص الجودة لهريس الفليفلة. أظهرت النتائج تفوق العبوات الزجاجية بشكل ملحوظ على باقي مواد التعبئة، حيث سجلت أعلى درجة سطوع (L*) و أعلى محتوى من فيتامين (C) بالمقارنة مع العبوات البلاستيكية، كما حافظت على استقرار قيم الرقم الهيدروجيني (pH) وقيم (Brix) بشكل أكبر من مواد التعبئة البلاستيكية.

درس (Kaur, 2021) إنتاج هريس الفليفلة من الأصناف الحمراء والصفراء والخضراء، تم تخزين الهريس الناتج في عبوات زجاجية على درجة حرارة (4 م). كان هريس الفليفلة الأحمر ذات محتوى أعلى من الفينولات الكلية و الكاروتينات مقارنةً بالصنفين الآخرين. حافظت العبوات الزجاجية على استقرار الفينولات الكلية والكاروتينات بشكلٍ جيد خلال التخزين وذلك بسبب نفاذيتها المنخفضة للغازات والرطوبة.

مشكلة البحث: تعرُّض معجون الفليفلة أثناء التخزين لتغيرات تؤثر في خصائصه الفيزيائية والكيميائية والحسية والميكروبية، مما قد يؤثر بشكل سلبي على جودته، وإقبال المستهلك عليه.

هدف البحث: دراسة تأثير أنواع التعبئة في بعض خصائص معجون الفليفلة أثناء التخزين، وتحديد تأثير أفضل مادة تعبئة على جودة المنتج.

مواد وطرائق البحث:

أ. ***مكان وتاريخ البحث:*** تم إنجاز هذا البحث في مخابر كيمياء الأغذية، والخزن والتّبريد التّابعة لقسم الهندسة الغذائيّة في كلّيّة الهندسة الكيميائيّة والبتروليّة في جامعة حمص، وذلك خلال الفترة الواقعة بين منتصف أيلول 2024 ومنتصف كانون الثاني 2025.

ب. ***المواد الأولية:***

- **فليفلة حمراء طازجة:** تمّت الدّراسة على ثمار الفليفلة اللّاذعة صنف ***Capsicum annuum . L*** المزروعة في سوريا، تم الحصول على الثمار من السوق المحلّيّة في محافظة حمص، تم اختيار الثمار النّاضجة المتماسكة، كانت الثمار ذات حجم كبير، و نسبة ماء مرتفعة، و لون أحمر داكن في طور النضج التام.
- **ملح كلوريد الصوديوم (NaCl)**
- **مواد التعبئة المستخدمة:**
- عبوات زجاجية.
- عبوات بلاستيكية مصنوعة من polypropylene.
- أكياس ألمنيوم ذات ثخانة 100 ميكرون.

ج. ***المواد الكيميائية:***

- هيدروكسيد الصوديوم (0.1 ن) (مادة مخبرية)
- فينول فتالئين
- كحول إيتيلي 95%
- كحول ميتيلي 80%
- كربونات الصوديوم 7% (مادة مخبرية)
- كاشف فولين (مزيج من حمض فوسفو تنغستنيك وحمض فوسفو مولبيدينيك)

د. ***طريقة العمل:***

- تم شراء (15 كغ) من ثمار الفليفلة الحمراء الناضجة ذات الطعم اللاذع صنف *Capsicum annuum.L* من السوق المحلية في محافظة حمص.
- تم فرز الفليفلة وإزالة الأجزاء التالفة، ثم غسلت الثّمار جيّداً بالماء وأزيلت البذور والسيقان.
- تم طحن الفليفلة باستخدام طاحونة من نوع Ramco.
- تم تنعيم عصير الفليفلة باستخدام خلاط كهربائي.
- تم تسخين عصير الفليفلة النّاتج في إناء مفتوح عند درجة حرارة (90 م) باستخدام طبّاخ حراري من نوعAleppo، حتى الوصول إلى قيمة (25 بريكس) ، استغرقت عملية التّسخين ثلاث ساعات ونصف.
- تم وزن معجون الفليفلة الناتج، وأُضيف إليه 5% من ملح كلوريد الصوديوم.

- تم تعبئة معجون الفليفلة في عبوات زجاجية و بلاستيكية (بولي بروبيلين) مع ترك فراغ رأسي ضمن العبوة (2–3 مم)، وفي أكياس ألمنيوم أغلقت حرارياً. تم تعبئة المعجون في العبوات الزجاجية وأكياس الألمنيوم عند درجة حرارة (90 م)، بينما تم تبريد معجون الفليفلة إلى درجة حرارة (40 م) قبل تعبئته في العبوات البلاستيكية.
- تم حفظ العينات على درجة حرارة الغرفة (20–30 م).

هـ. طرائق الاختبارات:

- **قياس Brix:** تم قياس Brix (النسبة المئوية الوزنية لمجموع المواد الصلبة المنحلة في محلول مائي إلى الوزن الكلي للمحلول) باستخدام جهاز (Kruss DR301-95,Germany) وذلك وفق (A.O.A.C.932.14,2006)، حيث تم وضع (2غ) من العصارة على عدسة الجهاز وقراءة الرقم الظاهر على الشاشة.
- **تقدير الحموضة الكلية:** تم تقدير الحموضة الكلية للعينات حسب (A. O. A. C.942.15, 2000)، وذلك بوزن (1غ) من العينة وإكمال الحجم بالماء المقطر حتى (100 مل) ، تم أخذ (10 مل) من محلول العينة المحضر، و إضافة 3–2 نقاط من مشعر فينول فتالئين، ثم تمت المعايرة بمحلول ماءات الصوديوم (0.1 ن) حتى انقلاب اللون إلى الوردي وثباته لمدة (30 ثا)، وسجل الحجم المستهلك من ماءات الصوديوم مقدرة على أساس حمض الستريك.
- **قياس الرقم الهيدروجيني (pH)** : تم قياس الرقم الهيدروجيني (pH) باستخدام جهاز pH-meter وذلك وفق (A. O. A. C.943.02, 2000)، حيث تم وزن (1غ) من العينة وإكمال الحجم بالماء المقطر حتى (10 مل)، من ثم ترشيح العينة وقياس pH.
- **تقدير بيتا – كاروتين** : تم تقدير بيتا – كاروتين وفق (Donga *et al.*, 2014, Peterson *et al.* ,1938)، حيث تم وزن (5غ) من العينة وحلها في (15 مل) من الكحول الإيتيلي 95%، تم وضع العينات على رجاج آلي لمدة 3 ساعات ومن ثم تم ترشيح العينات وقياس الامتصاصية بواسطة جهاز Spectrophotometer عند طول موجة (450) نانومتر
- **تقدير الفينولات الكلية: – استخلاص الفينولات الكلية:** تم استخلاص الفينولات الكلية من العينة المدرسة وفق طريقة (Wada & ou. ,2002) حيث تم أخذ (0.1 غ) من العينة و إضافة (10 مل) من الميتانول إليها، ثم وضعت في أنابيب المثقّلة لمدة (5 د) على السرعة (2700) دورة في الدقيقة، تم أخذ السائل للتحليل.

– **تقدير الفينولات الكلية:** قدرت الفينولات كمّياً حسب طريقة Folinciocalteu (Asami *et al.*,2003)، حيث تم أخذ (1 مل)، من المستخلص الذي تم تحضيره مسبقا، وإضافة (5 مل) من كاشف Folinciocalteu (مزيج من حمض فوسفو تنغستنيك وحمض فوسفو مولبيدينيك)، والذي حضر بأخذ (1 مل) من كاشف فولين ومن ثم إكمال الحجم بالماء المقطر حتى (10 مل) ، والانتظار لمدة (5 د) ، ثم تمت إضافة من (4 مل) كربونات الصوديوم تركيز (7%)، الذي تم تحضيره بأخذ (7غ) من كربونات الصوديوم، ثم إكمال الحجم بالماء المقطر حتى (100 مل) في بالون معايرة ومن ثم تم وضعهم في أنابيب في حاضنة عند درجة حرارة (40 م) لمدة (30 د) ، ثم رشح المزيج السابق وتم قياس الامتصاصية للعينات عند طول الموجة (750) نانومتر

- **تقدير الرماد:** تم تقدير محتوى الرماد في العينة وفق (A. O. A. C.930.05, 1990) على أساس الوزن الجاف، تم وزن (10 غ) من العينة ووضعها في المرمدة عند درجة حرارة (550 م) حتى الحصول على رماد أبيض اللون أو رمادي فاتح .

و. الدراسة الإحصائية:

تم إجراء ثلاث مكررات لكل اختبار ، وعبر عن النتائج التي تم الوصول إليها باستخدام المتوسط الحسابي والانحراف المعياري. أجري التحليل الإحصائي باستخدام برنامج Minitab، حيث استخدم تحليل التباين باتجاهين عند قيمة (a = 0.05) للمقارنة بين المتوسطات.

النتائج والمناقشة:

1- نتائج تغير قيم Brix:

تشير النتائج الإحصائية إلى وجود فروق معنوية لتغير قيم Brix خلال فترات التخزين. نلاحظ ارتفاع قيم Brix خلال مدة التخزين، يعزى ذلك لانخفاض محتوى الرطوبة في هواء الغرفة مقارنةً بمحتوى الرطوبة في معاجين الفليفلة حيث بلغت الرّطوبة النّسبيّة لهواء الغرفة (55–60%). بينما بلغ محتوى الرطوبة في معاجين الفليفلة عند بداية التخزين (70.75%) حيث أن انخفاض محتوى الرطوبة في هواء الغرفة أدى الى تبخر الماء من المعجون مما تسبب في ارتفاع قيم Brix. وقد بلغت قيم Brix بعد أربعة أشهر من التخزين للعينات المعبأة في عبوات زجاجية (25.78%)، للعينات المعبأة في أكياس ألمنيوم (26.81%)، للعينات المعبأة في عبوات بلاستيكية (28.20%) وهذه النتائج مطابقة للمواصفة القياسية السورية لمعجون الفليفلة لعام 2018 (الجدول 1). نلاحظ أن العينات المعبأة في عبوات زجاجية ارتفعت فيها قيم Brix بشكل أقل من العينات المعبأة في أكياس ألمنيوم يليها العينات المعبأة في عبوات بلاستيكية، وذلك لأن العبوات الزجاجية ذات نفاذية منخفضة للرطوبة مقارنةً بالعبوات البلاستيكية (Renate ,2019) مما يؤدي لانخفاض محتوى الرطوبة وارتفاع قيم Brix في العينات المعبأة في عبوات بلاستيكية بمعدل أعلى من العينات المعبأة في عبوات زجاجية، في حين تبين أن نفاذية أكياس الألمنيوم للرطوبة كانت بين نفاذية العبوات الزجاجية ونفاذية العبوات البلاستيكية.

الجدول (1): نتائج تغير قيم Brix (%) لعينات معجون الفليفلة خلال مدة التخزين.

فترة التخزين (يوم)	عبوات زجاجية	أكياس ألمنيوم	عبوات بلاستيكية
0	25.00±0.02 Aa	25.00±0.02 Aa	25.00±0.02 Aa
30	25.17±0.02 Ba	25.52±0.01 Bb	25.91±0.01 Bc
60	25.35±0.02 Ca	25.93±0.02 Cb	26.45±0.00 Cc
90	25.55±0.01 Da	26.43±0.01 Db	27.49±0.02 Dc
120	25.78±0.01 Ea	26.81±0.00 Eb	28.20±0.01 Ec

تشير الأحرف الكبيرة A,B,C,D,E إلى وجود فروق معنوية بين فترات التخزين بينما تشير الأحرف الصغيرة a,b,c إلى وجود فروق معنوية بين أنواع مواد التعبئة عند مستوى معنوية 5%، حسب مستوى وثوقية ($P < 0.05$).

2- نتائج تغير الحموضة الكلية:

تشير النتائج الإحصائية إلى وجود فروق معنوية لتغير الحموضة الكلية خلال فترات التخزين. نلاحظ ارتفاع محتوى الحموضة الكلية خلال مدة التخزين نتيجة تشكل الحموض العضوية الناتجة عن عملية التخمير (Bozkurt & Erkmen,2005). وقد بلغ محتوى الحموضة الكلية بعد أربعة أشهر من التخزين على أساس الوزن الجاف للعينات المعبأة في عبوات زجاجية (1.61%)، للعينات المعبأة في أكياس ألمنيوم (1.65%)، للعينات المعبأة في عبوات بلاستيكية (1.73%) (الجدول 2). وهذه النتائج مطابقة للمواصفة القياسية السورية لمعجون الفليفلة لعام 2018، نلاحظ أن العينات المعبأة في عبوات زجاجية ذات محتوى حموضة أقل من العينات المعبأة في أكياس ألمنيوم يليها العينات المعبأة في عبوات بلاستيكية، و ذلك لأن العبوات الزجاجية ذات نفاذية منخفضة للغازات ومقاومة كبيرة لدرجات الحرارة المرتفعة مقارنة بالعبوات البلاستيكية ، مما يؤدي لزيادة أكسدة بعض المركبات في العبوات البلاستيكية وتشكل مركبات ذات طبيعة حمضية (Kefale *et al.*, 2025)، كما أن درجة الحرارة المرتفعة قد تؤدي لنشاط بعض الأنزيمات مما يسبب تغيرات كيميائية أثناء التخزين، بالإضافة لحدوث فساد ميكروبي نتيجة نشاط الأحياء الدقيقة المنتجة للحموض العضوية.

الجدول (2): نتائج تغير الحموضة الكلية (%) لعينات معجون الفليفلة خلال مدة التخزين.

فترة التخزين (يوم)	عبوات زجاجية	أكياس ألمنيوم	عبوات بلاستيكية
0	1.23 ±0.02 Aa	1.23 ±0.02 Aa	1.23 ±0.02 Aa
30	1.46±0.01 Aa	1.49±0.01 Ab	1.58±0.01 Ac
60	1.50±0.01 Ba	1.57±0.01 Bb	1.63±0.01 Bc
90	1.59±0.01 Ca	1.63±0.01 Cb	1.69±0.02 Cc
120	1.61±0.00 Da	1.65±0.01 Db	1.73±0.01 Dc

تشير الأحرف الكبيرة A,B,C,D إلى وجود فروق معنوية بين فترات التخزين بينما تشير الأحرف الصغيرة a,b,c إلى وجود فروق معنوية بين أنواع مواد التعبئة عند مستوى معنوية 5%، حسب مستوى وثوقية ($P < 0.05$).

3- نتائج تغير قيم pH:

تشير النتائج الإحصائية إلى وجود فروق معنوية لتغير قيم الرقم الهيدروجيني (pH) خلال فترات التخزين. نلاحظ انخفاض قيم الرقم الهيدروجيني (pH) خلال مدة التخزين نتيجة تشكل الحموض العضوية الناتجة عن عملية التخمير، وقد بلغت قيم الرقم الهيدروجيني (pH) بعد أربعة أشهر من التخزين للعينات المعبأة في عبوات زجاجية (4.61)، للعينات المعبأة في أكياس ألمنيوم (4.59)، للعينات المعبأة في عبوات بلاستيكية (4.54) (الجدول 3).

الجدول (3): نتائج تغير قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لعينات معجون الفليفلة خلال مدة التخزين.

فترة التخزين (يوم)	عبوات زجاجية	أكياس ألمنيوم	عبوات بلاستيكية
0	4.90±0.01 Aa	4.90±0.01 Aa	4.90±0.01 Aa
30	4.81 ±0.00 Ba	4.78 ±0.02 Bb	4.74 ±0.01 Bb
60	4.74 ±0.01 Ca	4.71 ±0.01 Ca	4.66 ±0.00 Cb
90	4.67 ±0.00 Da	4.65 ±0.01 Da	4.61 ±0.00 Db
120	4.61 ±0.00 Ea	4.59 ±0.01 Ea	4.54 ±0.01 Eb

تشير الأحرف الكبيرة A,B,C,D,E إلى وجود فروق معنوية بين فترات التخزين بينما تشير الأحرف الصغيرة a,b إلى وجود فروق معنوية بين أنواع مواد التعبئة عند مستوى معنوية 5%، حسب مستوى وثوقية ($P < 0.05$).

تتفق هذه النتائج مع (Sharoba, 2009)، ونلاحظ أن العينات المعبأة في عبوات زجاجية ذات قيم رقم هيدروجيني (pH) أعلى من العينات المعبأة في أكياس ألمنيوم يليها العينات المعبأة في عبوات بلاستيكية، كما ذكر سابقاً. لم يوجد اختلاف معنوي ($P < 0.05$) في قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لعينات أكياس الألمنيوم والعينات المعبأة في عبوات زجاجية.

4- نتائج تغير بيتا – كاروتين:

تشير النتائج الإحصائية إلى وجود فروق معنوية لتغير محتوى بيتا – كاروتين خلال فترات التخزين. نلاحظ انخفاض محتوى بيتا – كاروتين خلال مدة التخزين وذلك نتيجة عمليات الأكسدة عن طريق الضوء ودرجة الحرارة والأوكسجين كما أن هذا الصباغ غير مستقر في الوسط الحمضي. (Sharoba, 2009), (Renate ,2019). وقد بلغ محتوى بيتا – كاروتين بعد أربعة أشهر من التخزين على أساس الوزن الجاف للعينات المعبأة في عبوات زجاجية (2.12 مغ/100غ) ، للعينات المعبأة في أكياس ألمنيوم (2.10 مغ/100غ) للعينات المعبأة في عبوات بلاستيكية (1.97 مغ/100غ) (الجدول 4).

الجدول (4): نتائج تغير بيتا – كاروتين (مغ/100غ) لعينات معجون الفليفلة خلال مدة التخزين.

فترة التخزين (يوم)	عبوات زجاجية	أكياس ألمنيوم	عبوات بلاستيكية
0	2.47±0.09 Aa	2.47±0.09 Aa	2.47±0.09 Aa
30	2.28±0.05 Ba	2.24±0.06 Ba	2.19±0.04 Ba
60	2.22±0.07 Ba	2.17±0.04 Ba	2.11±0.05 BCa
90	2.19±0.01 Ba	2.13±0.04 Ba	2.08±0.06 BCa
120	2.12±0.06 Ba	2.10±0.05 Bab	1.97±0.03 Cb

تشير الأحرف الكبيرة A,B,C إلى وجود فروق معنوية بين فترات التخزين بينما تشير الأحرف الصغيرة a,b إلى وجود فروق معنوية بين أنواع مواد التعبئة عند مستوى معنوية 5%. حسب مستوى وثوقية ($P < 0.05$)

هذه النتائج متوافقة مع (Sharoba, 2009)، ونلاحظ أن العينات المعبأة في عبوات زجاجية احتفظت بمحتوى أعلى من بيتا – كاروتين يليها أكياس الألمنيوم ثم العبوات البلاستيكية، وذلك لأن العبوات الزجاجية ذات نفاذية منخفضة للغازات ومقاومة كبيرة لدرجات الحرارة المرتفعة مقارنة بالعبوات البلاستيكية مما يعيق عملية الأكسدة رغم شفافيتها (Renate ,2019). حيث أن بيتا – كاروتين تفكك بشكل أكبر في العبوات البلاستيكية من العبوات الزجاجية نتيجة زيادة أكسدته بواسطة الأوكسجين بالإضافة لتأثير الحرارة المرتفعة أثناء التخزين. بينما كانت مقاومة أكياس الألمنيوم للأوكسجين والحرارة أكبر من العبوات البلاستيكية.

5- نتائج تغير الفينولات الكلية:

تشير النتائج الإحصائية إلى وجود فروق معنوية لتغير محتوى الفينولات الكلية خلال فترات التخزين. نلاحظ انخفاض محتوى الفينولات الكلية خلال مدة، نتيجة البلمرة والتفاعلات الأنزيمية والتفاعل مع البروتينات أو السكريات كما أن الفينولات تتعرض للأكسدة بوجود الأوكسجين أو الضوء أو الحرارة المرتفعة (Kaur ,2021). وقد بلغ محتوى الفينولات الكلية بعد أربعة أشهر من التخزين على أساس الوزن الجاف للعينات المعبأة في عبوات زجاجية (500.12 مغ/100غ)، للعينات المعبأة في أكياس ألمنيوم (480.10 مغ/100غ)، للعينات المعبأة في عبوات بلاستيكية (454.41 مغ/100غ) (الجدول 5). وهذه النتائج متوافقة مع (Kaur ,2021). إذ نلاحظ أن العينات المعبأة في عبوات زجاجية احتفظت بمحتوى أعلى من الفينولات الكلية يليها أكياس الألمنيوم ثم العبوات البلاستيكية، كما ذكر سابقاً، حيث تحافظ على 85% من محتوى الفينولات الكلية شهرياً، بينما تحافظ العبوات البلاستيكية فقط على

70% من محتوى الفينولات الكلية شهرياً. الفينولات الكلية تفككت بشكل أكبر في العبوات البلاستيكية من العبوات الزجاجية نتيجة زيادة أكسدتها بواسطة الأوكسجين بالإضافة لتأثير الحرارة المرتفعة أثناء التخزين مما أدى إلى تفككها. بينما كانت مقاومة أكياس الألمنيوم للأوكسجين والحرارة أكبر من العبوات البلاستيكية.

الجدول (5): نتائج تغير الفينولات الكلية (مغ/100غ) لعينات معجون الفليفلة خلال مدة التخزين:

فترة التخزين (يوم)	عبوات زجاجية	أكياس ألمنيوم	عبوات بلاستيكية
0	585.45±1.09 Aa	585.45±1.09 Aa	585.45±1.09 Aa
30	557.16±0.82 Ba	540.24±0.95 Bb	514.20±1.04 Bc
60	537.22±1.03 Ca	527.51±0.59 Cb	500.14±0.06 Cc
90	511.19±0.99 Da	495.80±0.55 Db	474.10±1.01 Dc
120	500.12±0.06 Ea	480.10±0.05 Eb	454.41±1.12 Dc

تشير الأحرف الكبيرة A,B,C,D,E إلى وجود فروق معنوية بين فترات التخزين بينما تشير الأحرف الصغيرة a,b,c إلى وجود فروق معنوية بين أنواع مواد التعبئة عند مستوى معنوية 5%. حسب مستوى وثوقية ($P < 0.05$).

6- نتائج تغير الرماد الكلي:

بلغ محتوى الرماد الكلي في معجون الفليفلة بعد إضافة 5% من ملح كلوريد الصوديوم (9.41 مغ/100غ) على أساس الوزن الجاف وهذه القيمة مطابقة للمواصفة القياسية السورية لمعجون الفليفلة لعام 2018. حسب مستوى وثوقية ($P > 0.05$) تشير النتائج الإحصائية إلى عدم وجود فروق معنوية لتغير محتوى الرماد الكلي خلال فترات التخزين، حيث لا يوجد تأثير معنوي ($P > 0.05$) لفترة التخزين أو أنواع مواد التعبئة في تغير محتوى الرماد الكلي.

الاستنتاجات:

- أظهرت جميع العينات نتائج مقبولة، لكن كانت العينات المحفوظة في عبوات زجاجية ذات خصائص أفضل من العينات المحفوظة في أكياس ألمنيوم يليها العينات المحفوظة في عبوات بلاستيكية من حيث استقرار قيم Brix، والحموضة الكلية، والرقم الهيدروجيني (pH)، وبيتا – كاروتين، والفينولات الكلية.
- إمكانية استخدام أكياس الألمنيوم بدلاً من العبوات الزجاجية في حفظ معجون الفليفلة نظراً لخصائصها المميزة كقابليتها على العزل، وعدم النفاذية، ووزنها الخفيف، وتكلفتها المنخفضة مقارنة بالعبوات الزجاجية.

المراجع:

المواصفة القياسية السورية لمعجون الفليفلة (2018). رقم (1928)، معجون الفليفلة الأحمر، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية.

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) (2025). موقع المنظمة على الشبكة الدولية المعلوماتية www.fao.org.

Alan, A.; S. Sultana ; C. Suk Huei ; and M.R. Razman (2022). Antioxidant, Anti-Obesity, Nutritional and other Beneficial Effects of Different Chili Pepper. Molecules.

AOAC International. (1990 a). Official methods of analysis (15th Ed.). methods 930.05, 925.10, 963.15, 978.04, 982.14, 991.43. AOAC International.

AOAC International. (2000 b). Method 942.15, Acidity of fruit products. In Official methods of analysis (17th Ed.). AOAC International.

AOAC International. (2000 c). Method 943.02. In Official methods of analysis (17th Ed.). AOAC International.

AOAC International. (2006 d). Method 932.14, Solids in syrups. In Official methods of analysis (18th Ed.). AOAC International.

Asami, D. K et al (2003). Comparison of the total Phenolic and Ascorbic Acid Content of freeze dried and Air-Dried marionberry, Strawberry, and Corn Grown Using Conventional, Organic, and Sustainable Agricultural Practices. Agriculture. Food Chemistry (51):1237-1241.

Ayda, M.; S. Dede; and M. Didin (2023). Determination and Comparison of Quality Changes During Storage of Turkish Pepper Paste Produced by Different Methods. The Journal of Food (48): 1071-1083.

Bashair, M.; N. Javed; M. Atiq ; and W. Wakil (2016). Mineral Profiling of Chilli (*Capsicum annuum* L.) Inoculated with Colletotrichum Capsici (Sydow), Butler and Bisby. The Journal of Animal & Plant Sciences. (26):1304-1312

Bozkurt, H.; and O. Erkmen (2004). Effects of Production Techniques on the Quality of Hot Pepper Paste. Journal of Food Engineering (64): 173 –178.

Bozkurt, H.; and O. Erkmen (2005). Effects of Salt, Starter Culture and Production. Techniques on the Quality of Hot Pepper Paste. Journal of Food Engineering (69): 473 – 479.

Dhamodharan, K.; M. Vengaimaran; and M. Sankaran (2022). Pharmacological Properties and Health Benefits of Capsicum Species. IntechOpen.

Donga, X.; X. Li; L. Dinga *et al* (2014). Stage Extraction of Capsaicinoids and Red Pigments from. Fresh Red Pepper (Capsicum) Fruits with Ethanol as Solvent. LWT-Food Science and Techno.

Giménez, C.G.; M.V. Traffano-Schiffo; S.C. Sgroppo *et al* (2022). Development of a Bioactive Sauce: Effect of the Packaging and Storage Conditions. ChemEngineering 6(3):34

Goci, E.; E. Haloci; A. Di Stefano et al (2021). Evaluation of In Vitro Capsaicin Release and Antimicrobial Properties of Topical Pharmaceutical Formulation. Biomolecules

Kaur, R.; and K. Kaur (2021). Preservation of Sweet Pepper Purees: Effect on Chemical, Bioactive and Microbial Quality. Food Scientists & Technologists (58):3655 - 3660.

Kefale, B.; M. A. Delele; S. W. Fanta; and S. Abate (2025). Effect of Packaging Materials and Storage Temperature on the Shelf Stability of Awaze Paste. Frontiers.

Lamberti, M.; F. Escher (2007). Aluminium Foil as a Food Packaging Material in Comparison with Other Materials. Food Reviews International (23):407-433

Li, P.; X. Zhang; Y. Liu *et al* (2022). Characterization of 75 Cultivars of Four Capsicum Species in Terms of Fruit Morphology, Capsaicinoids, Fatty Acids, and Pigments. Applied Sciences

Nale, J.G.; K.A. Jagtap; A.B. Bansode et al (2024). Aesculapian Uses and Herbal Properties of. Capsicum Annum. International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT) (12)

Pérez, T. H.; M. D. R. García; M. E. Valverde; and O. P. López (2020). Capsicum annuum (Hot Pepper): An Ancient Latin-American Crop with Outstanding Bioactive Compounds and Nutraceutical Potential. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.

Peterson, W. J.; J. S. Hughes; L. F. Payne *et al* (1938). The Carotenoid Pigments. Agricultural Experiment Station.

Raj, B. (1995). Plastics and Their Role in Food Packaging. Central Food

Renate, D. (2019). Packaging Materials of Red Chilli Puree. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.

Renate, D. et al. (2023). Standing Pouch Packaging on Red Chili Puree During Storage. Atlantis Press (772):298-305.

Sharoba, A. M (2009). Producing and Evaluation of Red Pepper Paste as New Food Product. Annals of Agricultural Science Moshtohor (47):151-165.

Tripod I. P. ; S. Kumar (2019). The Capsicum Crop: An Introduction . Researchgate.

Uzel. R. A (2018). Preservation of Sweet Red Pepper Paste Quality: Effect of Packing. Material, Ozone Gas and Protective Agent Use. Food Science and Technology (38):698-703.

Wada, L.; and B. Ou (2002). Antioxidant Activity and Phenolic Content of Oregon Caneberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry.

Impact of different packaging materials on selected quality attributes of pepper paste during storage

Maya Alballat[1*], Antoun Youssef[1] and Budour Ajib[1]

[1] College of Chemical and Petroleum Engineering, Homs University, Homs, Syria.

(*Corresponding author: Maya Alballat: mayaalballat@gmail.com,)

Received: 3/ 8/ 2025 **Accepted:** 9/ 12/ 2025

Abstract

This research was conducted in the Food Chemistry, Storage, and Refrigeration laboratories of the Department of Food Engineering, Faculty of Chemical and Petroleum Engineering, at Homs University. The study was carried out from mid-September 2024 to mid-January 2025. In this research, pepper paste was produced by heating pepper juice using a hot surface at a temperature of 90 C until a concentration of 25 Brix was achieved, after which 5% sodium chloride (NaCl) was added. Subsequently, the samples were stored at room temperature (20–30 C) using three types of packaging: glass containers, plastic containers, and aluminum bags. The storage period lasted for four months, during which changes in the following parameters were studied: Brix, total acidity, pH, beta-carotene content, total phenols, and total ash. The results demonstrated the superiority of glass containers in preserving the characteristics of the pepper paste, followed by aluminum bags, and then plastic containers. However, statistical analysis indicated the potential use of aluminum bags as an alternative to glass containers for preserving pepper paste, due to their advantageous properties such as effective insulation, impermeability, light weight, and lower cost compared to glass containers. After four months of storage, the values recorded in the glass containers were as follows: Brix (25.78%), total acidity (1.61%), pH (4.61), beta-carotene (2.12 mg/100g), total phenols (500.12 mg/100g), and total ash (9.41 mg/100g).

Keywords: Red chili, red chili paste, quality of red chili paste, glass containers, plastic containers, aluminum bags.