تأثير استعمال أغشية بروتين الحليب (الكازئين) القابلة للأكل والمصنعة مخبرياً في بعض صفات الجودة لجبن القشقوان

آية البيطار [*(1)] وعمـر زمـار [(1)]

(1). قسم علوم الأغذية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة البعث، حمص، سورية

(*للمراسلة :م. آية البيطار البريد الالكتروني: ayasy6781@gmail.com، الهاتف: 0949225786)

تاريخ الاستلام: 29/ 08/ 2024 تاريخ القبول: 29/ 12/ 2024

الملخص

هدف هذا البحث إلى تصنيع أغلفة حيوية قابلة للأكل من أجل إطالة مدة حفظ جبن القشقوان وبناءً عليه تم تحضير أربع نماذج من الأغلفة القائمة على بروتين كازئين الحليب بنسبة 5% (وزن/حجم) من المادة الجافة ومدعمة بهلام التين الشوكي بنسبة 20%(حجم/حجم) مع إضافة مزيج من الزيت العطري للزعتر والقرنفل معاً وبنفس نسبة الإضافة0.5% (حجم/حجم) وهي على التوالي (غلاف الكازئين) Ca1، (كازئين _ هلام التين الشوكي) Ca2، (كازئين _ مزيج من الزيوت العطرية للزعتر والقرنفل) Ca3 ، (كازئين _ هلام التين الشوكي _ مزيج من الزيوت العطرية للزعتر والقرنفل) Ca4، ثم دُرست الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لنماذج الأغلفة الأربعة، وأظهرت النتائج أن إضافة هلام التين الشوكي ومزيج الزيوت العطرية للزعتر والقرنفل إلى محلول بروتين الكازئين أدى إلى زيادة سماكة الغلاف وقوة الشد وتقليل قابلية الذوبان مقارنةً بغلاف الكازئين وحده من دون إضافة، ثم دُرست الخصائص الكيميائية والفيزيائية والحسية لجبن القشقوان بعد تغليفه خلال زمن التخزين لمدة 30 يوماً عند درجة حرارة 1±4 مْ. وأظهرت النتائج أن محتوى الجبن من الرطوبة والبروتين والدسم قد ازداد مع زيادة المواد الداخلة في تركيب الغلاف الكازئيني ولاسيما في المعاملة المغلفة بالغلاف المركب (كازئين_ هلام_ مزيج من الزيوت العطرية للزعتر والقرنفل) (K5). وازداد الرقم الهيدروجيني pH بشكل معنوي وانخفضت الحموضة بشكل غير معنوي في جميع العينات المغلفة مقارنة مع عينة الجبن الشاهد. بالإضافة إلى ذلك أظهرت نتائج التحليل الفيزيائي انخفاض قيم الصلابة باتجاه العينات المغلفة وارتفاعها وبشكل معنوي مع ازدياد فترة التخزين المبرد مما أثر على القبول العام لعينات الجبن، وارتفعت قيمة مؤشر السطوع L* وقيمة المؤشر a*وبشكل معنوي مع زيادة المواد الداخلة في تركيب الغلاف الكازئيني بينما انخفضت قيمة المؤشر b*، ، وحافظت عينات الجبن المغلفة على الصفات الحسية المطلوبة لجبن القشقوان حيث لاقى الجبن المغلف قبولا حسياً من قبل المقيمين وبشكل خاص عينة الجبن المغلفة بالغلاف المركب (كازئين_ هلام_ مزيج من الزيوت العطرية للزعتر والقرنفل) K5وبالتالي يمكن أن يسهم هذا الغلاف النشط في تحسين جودة وسلامة جبن القشقوان، مما يؤدي إلى إطالة مدة حفظه والحفاظ على صفات الجودة خلال فترة التخزين.

الكلمات المفتاحية: جبن القشقوان، هلام نبات التين الشوكي، الزيوت العطرية، الأغلفة الحيوية القابلة للأكل.

المقدمة

تُعد عملية التعبئة والتغليف عنصراً أساسيًا في صناعة المواد الغذائية، حيث تهدف إلى حماية المنتجات وتسهيل عمليات النقل والتوزيع والبيع بشكل فعال، مع ضمان الحفاظ على جودتها ومواصفاتها خلال الفترة الممتدة بين التصنيع والاستهلاك، سواء على الصعيد المحلي أو في سياق التصدير.

تؤدي عملية التعبئة دورًا مهمًا في حماية المواد الغذائية من الأضرار الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية. وتجدر الإشارة إلى أن المواد البلاستيكية تشكل حوالي70% من إجمالي المواد المستخدمة في تغليف المنتجات الغذائية .(Regalado *et al*., 2006)

شهدت صناعة المواد البلاستيكية المستخدمة في تغليف الأغذية انتشارًا واسعًا في السنوات الأخيرة، إلا أن اعتمادها لفترة طويلة على المواد الخام المستمدة من الوقود الأحفوري أدى إلى ظهور تحديات بيئية خطيرة. نتيجة لذلك تزايدت مستويات التلوث بشكل ملحوظ، كون معظمها مصنوع من مواد لا تتحلل بسهولة، مما يُساهم في تلوث التربة مما جعل من الضروري البحث عن بدائل فعالة. يمكن استخدامها لزيادة مدة صلاحية الأغذية وتحسين جودتها، مع تقليل آثار النفايات على البيئة.(Šuput *et al*., 2017)

يُعتبر جبن القشقوان من أهم أنواع الأجبان المنضجة والمنتجة في سوريا والذي استمد اسمه من الجبن الإيطالي Caciocavallo ويصنع من حليب البقر أو حليب الغنم او كليهما، ينتمي إلى مجموعة الأجبان ذات العجينة الساخنة (pasta filata) والتي يتم فيها تعريض الخثرة إلى الحرارة خلال عملية التصنيع، ويعتق لمدة 60يومًا قبل الاستهلاك ويصنف جبن القشقوان من الأجبان نصف القاسية نسبة الرطوبة40−50% (Mahon and Oberg, 2017). وباعتباره منتج ألبان غني بالعناصر الغذائية، لذا فهو معرض للتلوث والتلف (Nájera *et al*., 2021). لذلك تم اقتراح أنظمة تغليف عضوية مختلفة لحل هذه المشكلات، وفي الوقت الحاضر، تعد عملية التغليف الصالحة للأكل للجبن مفهومًا جديدًا يتضمن تغليف أو تغطية منتجات الجبن بمكونات عضوية (Daniloski *et al*., 2020). لذلك اتجه الباحثون إلى استخدام هذه الأغلفة لأنها يمكن أن تكون بديلاً عن أغشية البوليمر الاصطناعية التي تقلل من التأثير البيئي السلبي وتكاليف التخلص منها كما تسمح بمنع التلف، وإطالة مدة الصلاحية للمنتج الغذائي، والحد من فقد الماء كما أنها تشكل خياراً أكثر استدامة وصديقًا للبيئة.(Regalado *et al*.,2015) .

يمكن أن تعمل الأغطية الصالحة للأكل كحاجز لنقل الرطوبة، مما يساعد على منع فقدان الرطوبة من الجبن والحفاظ على محتواه من الرطوبة المطلوبة. علاوةً على ذلك، يمكن أن تساعد الأغطية الصالحة للأكل في التحكم في نسيج الجبن عن طريق تقليل الرطوبة السطحية ومنع تكوين قشور غير مرغوب فيها (Jafarzadeh *et al*., 2021)، كما يمكن أن تساعد الأغطية الصالحة للأكل في الاحتفاظ بنكهة الجبن من خلال منع فقدان المركبات المتطايرة أثناء التخزين وبالتالي تقلل من فقدان هذه المركبات المسؤولة عن الرائحة المميزة للجبن وتضمن احتفاظه بمذاقه طوال فترة حفظه (Kumar *et al*., 2022)، وهناك الكثير من المكونات التي يمكن استخدامها في تغطية الجبن الصالح للأكل مثل مركّز بروتين مصل اللبن السائل الحمضي، وبكتين التفاح، وزيت عباد الشمس، والجلسرين، وكازينات الصوديوم، ومستخلصات النباتات، والزيوت الأساسية. تساهم هذه المواد في الحفاظ على الجبن وتحسين جودته (Bagheripoor *et al*., 2018) .

أهداف البحث

إن أهداف هذا البحث تتلخص بـ:

- تصنيع أغلفة قابلة للأكل من كازئين الحليب البقري وإضافة نسب مختلفة من هلام التين الشوكي والزيوت العطرية للقرنفل والزعتر
- دراسة الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للغلاف

- دراسة الخصائص الفيزيائية والكيمائية والحسية لجبن القشقوان خلال مدة التخزين المبرد

2- مواد وطرائق البحث

2-1- المواد المستخدمة في البحث

- مسحوق كازئين حليب بقري: مستورد من شركة TMMEDIA الهندية
- ألواح التين الشوكي: تم الحصول على ألواح التين الشوكي المقطوفة حديثاً بطول (30-40cm) وعمرها حوالي عامين من مزرعة خاصة في ريف حمص
- نباتي الزعتر والقرنفل: تم الحصول عليها من السوق المحلية لمدينة حمص
- تم تنفيذ التجارب والتحاليل في:

a) مخبر علوم الأغذية – كلية الهندسة الزراعية – جامعة البعث –حمص.

b) مخابر مركز التقانة الحيوية – كلية الطب البشري – جامعة البعث – حمص.

طرائق البحث

طريقة تصنيع الأغلفة

تم تحضير محلول الأغلفة حسب طريقة (Abu Diak *et al*., 2007) مع بعض التعديلات، حيث تم إذابة مسحوق كازئين الحليب البقري المجفف بتركيز (5%)(وزن/حجم) في الماء المقطر وتم تجانس الخليط كلياً عن طريق التقليب المغناطيسي عند 500 دورة في الدقيقة وإضافة ماءات الصوديوم بالتدريج حتى الوصول إلى PH=7 مع التسخين على درجة حرارة 55مْ\10 دقائق حتى تمام الذوبان ثم تم إضافة الغليسرول كملدن بنسبة(40%)(حجم/حجم) من الجوامد الكلية الموجودة في المحلول المحضر من الكازئين وخلطه لمدة 5 دقائق عند درجة حرارة حرارة 50مْ حتى تمام التجانس والانحلال وأخيراً الحصول على محلول كازينات الصوديوم، ثم تم تقسيم المحلول إلى أربع أجزاء متساوية ترك الجزء الأول دون إضافة ليشكل Ca1 (غلاف الكازئين) وتم إضافة هلام التين الشوكي بنسبة (20%)(حجم/حجم) إلى الجزء الثاني لتشكيل غلاف Ca2 (كازئين _ هلام التين الشوكي)، ثم تم إضافة زيت الزعتر العطري بنسبة (0.5%)(حجم/حجم) والزيت العطري للقرنفل بنسبة (0.5%)(حجم/حجم) معاً وذلك عند درجة حرارة 40 مْ إلى الجزء الثالث لتشكيل غلاف Ca3 (كازئين _ زيوت عطرية) مع إضافة Tween 40 بنسبة 1% (حجم/حجم) للمساعدة في إذابة الزيوت العطرية وتأمين مزج الزيت العطري الكاره للماء مع بروتين الكازئين المحب للماء، وأضيف إلى الجزء الرابع هلام التين الشوكي ومزيج من الزيوت العطرية لكل من الزعتر والقرنفل بالنسب السابقة لتشكيل غلاف مركبCa4 (كازئين _ هلام _ مزيج من الزيوت العطرية للزعتر والقرنفل) مع التحريك المستمر بسرعة (500) (دورة/دقيقة)عند كل إضافة لتأمين تجانس المحاليل، ثم تم تبريد محاليل الأغلفة إلى درجة حرارة 40 مْ، تم بعد ذلك صب المحاليل في أطباق الفايبر غلاس ذي الابعاد (3*20*20)(سم3) بمقدار (63)(مل) وعلى سطح مستوي وثابت لضمان توزيعها بتجانس على مساحة سطح الطبق وقد اختير هذا المقدار من صب المحلول بعد القيام بعدة تجارب أولية للحصول على السمك المناسب للغشاء، بعد ذلك تركت الأطباق لتجف عند درجة حرارة الغرفة لمدة 24-48 ساعة. أخيراً، تم تقشير الأغلفة الجافة وحفظت في أكياس من البولي إيثيلين وخزنت في البراد حتى تاريخ إجراء الاختبارات.

2-2-2- تغليف جبن القشقوان: تم الحصول على جبن القشقوان من مصنع ألبان حمص منضج بعمر شهر، قُطع جبن القشقوان إلى عينات مثلثة الشكل بوزن (50 غرام) بسكين معقمة ولفها بشكل فردي بأغلفة قابلة للأكل، وفق المجموعات التالية، وغلفت عينات جبن القشقوان الشاهد بغلاف بلاستيكي من البولي إيثيلين وفق التالي:

العينة (k1) الشاهد لجبن القشقوان

العينة (k2) مغلفة في غلاف (الكازئين (5%) (وزن/حجم))

العينة (k3) مغلفة في غلاف (الكازئين (5%) (وزن/حجم) + هلام التين الشوكي (20%)(حجم/حجم))

العينة (k4) مغلفة في غلاف (الكازئين (5%)(وزن/حجم) + زيت الزعتر العطري بنسبة (0.5%) (حجم/حجم) وزيت القرنفل العطري بنسبة (0.5%)(حجم/حجم))

العينة (k5) مغلفة في غلاف (الكازئين (5%) (وزن/حجم) + هلام التين الشوكي (20%)(حجم/حجم) + زيت الزعتر العطري بنسبة (0.5%)(حجم/حجم) وزيت القرنفل العطري بنسبة (0.5%)(حجم/حجم))

ثم وضعت عينات الجبن في البراد من أجل التخزين عند درجة حرارة1± 4 مْ لمدة 30 يوم مع إجراء الاختبارات الفيزيائية والكيميائية والتقييم الحسي عليها كل 10 أيام.

إجراء الاختبارات على الأغشية المحضرة

تقدير سمك الغلاف (Film Thickness):

تم تقدير سمك الغلاف باستعمال مايكروميتر يدويHand Micrometer وذلك باختيار خمس مواقع عشوائية من المحيط إلى المركز من كل غلاف على حدة ومن ثم حساب معدل القراءات الخمسة حسب الطريقة التي أوردها Majid (2009).

تقدير الصلابة (قوة الثقب) وقوة الشد Puncture Strength (PS) and Tensile strength:

تم تقدير قوة الثقب حسب طريقة (Dulce *et al*., 2019)، حيث تم قطع الأغلفة، بقطر (3) (سم) ثم تم قياس المقاومة بواحدة (نيوتن/مم) عن طريق الثقب باستخدام محلل نسيج (TA.XT plus) تم استخدام أداة أسطوانية P/5 تنزل على مسافة (10 مم) بسرعة 2 مم/ثا وتم تقدير قوة الشد وفقًا لـ Yuan *et al*., (2015) باستخدام جهاز Texture analyzer تم قطع عينات الأغلفة على شكل شريط مستطيل بأبعاد(60*20) مم وتثبيتها بصورة جيدة بين مقبضي الجهاز بسرعة سحب 5 مم/ثانية

تقدير القابلية للذوبان (Water solubility):

تم تقدير قابلية الأغلفة على الذوبان في الماء حسب الطريقة التي أوردهاChoi and Han (2001) حيث تم تقطيع الأغلفة إلى أبعاد (2*2)(سم) ثم توضع على ورق ترشيح وتجفف بالمجفف على درجة حرارة (105) مْ لمدة (24)ساعة ثم وزنها وبعده تؤخذ قطع الأغلفة وتوضع ضمن أنابيب تحتوي (10) مل ماء مقطر لمدة (24)ساعة وتقلّب بواسطة رجاج ثم يرشح المحلول وتؤخذ الأغلفة المتبقية على ورق ترشيح وتجفف بالمجفف على درجة حرارة (105) مْ لمدة(24) ساعة ثم وزنت للحصول على الوزن النهائي الجاف للأغلفة. تم إجراء ثلاث مكررات لكل غلاف وحساب المتوسطات الحسابية لها وتم حساب القابلية للذوبان في الماء من العلاقة التالية:

القابلية للذوبان (%)= {w1/(w2-w1)}× 100

حيث: w1الوزن الابتدائي الجاف للأغلفة(غرام)، w2 الوزن النهائي الجاف للأغلفة (غرام)

قياس اللون(color measurement):

تم قياس لون الأغلفة باستخدام جهاز قياس اللون (Spectrophotometer UV-VIS Double.USA) Konica Minolta (cm-japan,3500d) حيث تم قطع الأغلفة بقطر 9سم، ووضعت في منفذ العينة وتم قياس قيم الفراغ الثلاثي للون وهي L* وa* وb* حيث:

L*: درجة سطوع(Degree Of Lightness(Black=0,White=100

a*: درجة الحمرة أو الخضرة(-green;+red) degree of redness or greenness .

b*: درجة الصفرة أو الزرقة(-blue;+yellow) degree of yellowness or blueness . حسب الطريقة الموصوفة من قبل (Menegas *et al.*,2013)

إجراء الاختبارات

الاختبارات الكيميائية

تقدير الرطوبة %: تم وضع 3 غرام من الجبن بطبق التجفيف. ثم وضع الطبق في الفرن عند 105 درجة مئوية لمدة ثلاث ساعات حتى الوصول لوزن ثابت للعينة (AOAC 2016). وحسبت النسبة المئوية للرطوبة وفق ما يلي:

الرطوبة%= {(الوزن الأولي_ الوزن الجاف) /الوزن الأولي} ×100

تقدير الدسم %: وفقاً لـ (AOAC 2016). تم استخدام أنبوب جربر الخاص بالأجبان المدرج من 0-40%، تم وضع 3 غرام من عينة الجبنة في الكأس الخاص بالأنبوب وأضيف لها 10مل من حمض الكبريت المركز، ثم تم إضافة 1 مل من الكحول الأميلي، غلق الأنبوب بواسطة السدادة المطاطية الخاصة وترج محتويات الأنبوب جيداً ثم توضع في مثفلة جربر وتضبط سرعة الدوران على 1200 دورة بالدقيقة لمدة 5 دقائق، ثم توضع في حمام مائي على الدرجة 65 م^0 لمدة 5 دقيقة. وفي النهاية يقرأ محتوى الجبنة من الدسم مباشرة من العمود المدرج لأنبوب جربر.

تقدير البروتين الكلي %: تم استخدام تقنية Kjeldahl لتقدير البروتين وفقًا لـ (AOAC, 2016). يعتمد مبدأ هذه الطريقة على تقدير الآزوت الكلي في العينة وتحويل النسبة المئوية للآزوت إلى بروتين، وذلك باستعمال معامل تحويل يعتمد على النسبة المئوية للآزوت في بروتين العينة المختبرة، وهو 6.38، وتم في هذه الطريقة هضم المادة العضوية بحمض الكبريت المركز وتحول الآزوت فيها إلى كبريتات الأمونيوم، ثم يتحرر النشادر من الكبريتات بواسطة ماءات الصوديوم المركزة واستقبل النشادر الناتج من عملية التقطير في محلول من حمض البوريك ومن ثم تم المعايرة بمحلول حمض كلور الماء محدد النظامية.

تقدير الحموضة المعايرة %: حددت الحموضة القابلة للمعايرة وفق (AOAC, 2016). تم أخذ حوالي 10غ من الجبن وتخلط مع ماء مقطر درجة حرارته 40 م° حتى يصل الحجم إلى 105 مل، تذاب العينة باستخدام الخلاط الآلي ويترك المزيج ليرقد ثم ترشح المحتويات ويؤخذ 5 مل من الرشاحة وتعاير بمحلول 0.1 N وبوجود مشعر الفينول فيتالئين، حتى بداية تغير اللون إلى الوردي وثباته لمدة 30 ثانية. ثم يتم حساب النسبة المئوية للمحوضة المعايرة لعينة الجبن وفقاً للعلاقة التالية:

A= v×0.1×0.09/w ×100

حيث: الحموضة المعايرة للجبن مقدرة على أساس حمض اللبن %. V: حجم ماءات الصوديوم 0.1 Nالمستهلكة في المعايرة بالميلي لتر. W : وزن العينة بالغرام.

تقدير درجة الـ pH: تم تحديد الرقم الهيدروجيني بأخذ 25 غرام وتمزج مع 100 مل ماء مقطر ويتم القياس باستخدام جهاز قياس درجة الحموضة المخبري pH-meter موديل England jenway المزود بقطب كهربائي زجاجي حساس لقياس درجة الحرارة وذلك بعد معايرته باستخدام المحاليل النظامية الخاصة فيه (AOAC, 2002).

الاختبارات الفيزيائية

تقدير الصلابة: تم قياس الصلابة باستخدام جهاز TA-XT Plus Texture Analyzer وباستخدام وحدة الاختراق، تم استخدام مسبار (SMS P/4) وتم إجراء التحليل في خمس نقاط مختلفة على سطح العينة، وتم اختراق العينة لعمق أعظمي مقدارهُ 10 مم، وتتحرك بسرعة مقدارها 2 مم/ثانية حسب الطريقة الموصوفة من قِبل(Menegas *et al.*, 2013).

تقدير اللون: تم باستخدام جهاز قياس اللون (Spectrophotometer UV-VIS Double. USA) (konica Minolta cm-japan, 3500d)حيث تم وضع عينة من الجبن (طبقة مسطحة) في منفذ العينة ؛ تم قياس قيم الفراغ الثلاثي للون وهي *L و a و b حيث: تمثل القيمة L درجة السطوع من الأسود (0) إلى الأبيض (100). وتمثل القيمة a اللون الذي يتراوح من الأحمر (+) إلى الأخضر (−). وتمثل القيمة b اللون الذي يتراوح من الأصفر (+) إلى الأزرق (−). Menegas (*et al*,2013).

تقييم الخصائص الحسية: تم تقييم الصفات الحسية والتي تضمنت (المظهر− القوام− النكهة− القبول العام) لعينات جبن القشقوان (k1، k2، k3، k4، k5) والتي تم توضيحها مسبقاً، بواسطة لجنة مكونة من 10 أشخاص من أعضاء الهيئة التدريسية وطلاب دارسات عليا لإجراء الاختبارات الحسية وفق (Nyamete and Mongi .,2017)، استخدم المقياس المكون من 5 نقاط (1= الحد الأدنى) و(5=الحد الأقصى) علماً أنهُ تم إجراء التقييم الحسي لعينات الجبن في اليوم (10) واليوم (30) من التخزين.

التحليل الإحصائي: تم تحليل البينات لعينات جبن القشقوان المغلفة خلال فترة التخزين المبرد احصائياً باستخدام برنامج Minitab 21 حيث تم إجراء ثلاثة مكررات لكل اختبار حيث تم تحليل التباين بواسطة "One way ANONA" عند مستوى معنوية $p<0.05$ للمقارنة بين المتوسطات.

النتائج والمناقشة

نتائج اختبارات الأغلفة

تقدير سمك الغلاف:

يبين الجدول (1) نتائج تقدير سمك الأغلفة المحضرة القائمة على بروتين الكازئين بنسبة (5%)، تراوحت سماكة الأغلفة المحضرة بين (0.17-0.19) (مم) وكانت متقاربة لجميع الأغلفة إذ لا وجود لأي فرق معنوي بين الأغلفة، وهذا يعود إلى وجود نسبة ثابتة من الكازئين والغليسرول، حيث كان غلاف الكازئين والذي يمثل غلاف الشاهد أقل سماكة (0.17) (مم) مقارنةً بباقي الأغلفة التي سجلت قيم سماكة أعلى ويعود ذلك إلى تأثُّر سماكة الغلاف الصالح للأكل بنوع وتركيب المادة المستخدمة. وهذا ما أكدته (Sara, 2015)، حيث أشارت أن السمك يتأثر بخصائص وتركيب المواد المستخدمة في صنع الأغلفة الصالحة للأكل. علاوةً على ذلك، تؤثر لزوجة محلول الغلاف القابل للأكل على السماكة حيث ترتبط اللزوجة بشكل إيجابي بعدد المواد الداخلة في تركيب محلول الغلاف، وكلما زاد عدد هذه المواد تزداد اللزوجة(Rachmawati and Suryani ,2011)

وارتفعت قيم السماكة في الأغلفة التي تحوي في تركيبتها على هلام التين الشوكي ويعود ذلك إلى زيادة لزوجة محلول تشكيل الغلاف عند دمج هلام التين الشوكي فيه وهذا ما أكده (Sancakli *et al* ., 2021) و(Rocha *et al*., 2013) حيث أشاروا إلى أن غلاف المحاليل عالية اللزوجة أكثر سمكًا من المحاليل منخفضة اللزوجة بسبب تأثير نفاذية بخار الماء وذلك بوجود كمية ثابتة من الجيلاتين والملدنات أما بالنسبة لغلاف ca3 فقد كانت قيمة سماكة الغلاف (0.179)(مم) وهي أقل بشكل طفيف مقارنة بسماكة الأغلفة (ca2 وca4) وأعلى من سماكة غلاف الكازئين (ca1) ويمكن أن يعود ذلك إلى التفاعل والترابط الفيزيائي بين الغشاء والزيت العطري، وتوافقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Cai *et al*., 2020) حيث لاحظ أن دمج زيت الزعتر العطري في غلاف

النشاء أدى إلى زيادة سمك الأغشية، وكانت أعلى قيمة للسماكة في الغلاف (ca4) وهذا يعود إلى زيادة عدد المواد المذابة في محلول تشكيل الغلاف وهذ ما أكده (Galindez *et al.*, 2019)، حيث وجدوا بأن إضافة بكتريا البروبيوتيك وزيادة كمية المواد المذابة المدمجة يمكن أن يزيد من محتوى المواد الصلبة في محلول تشكيل الغلاف. وهذا يظهر إمكانية استخدام الغلاف المركب (ca4) في تغليف المواد الغذائية، حيث وجد (Apriliyani *et al.*, 2020) أنه كلما زاد سمك الغلاف الصالح للأكل زادت القدرة على تثبيط معدل الغاز وبخار الماء، وبالتالي تكون مدة صلاحية المنتج أطول.

الجدول (1): سماكة الأغلفة المحضرة مقدرة ب (مم)

العينة	السماكة
Ca1	0.170 ± 0.012^{a}
Ca2	0.180 ± 0.010^{a}
Ca3	0.179 ± 0.03^{a}
Ca4	0.190 ± 0.02^{a}

Ca1: غلاف الكازئين بتركيز (5)% ،Ca2:(كازئين _ هلام التين الشوكي) ، Ca3: (كازئين _ زيوت عطرية) ،Ca4 : (كازئين _ هلام _ زيوت عطرية)

تم التعبير عن قيم السماكة على أساس (المتوسط الحسابي ±الانحراف المعياري). يشير الحرف الصغير على يمين الرقم إلى الفروقات المعنوية بين الأغلفة المختلفة عند مستوى ثقة 0.05

تقدير قوة الشد والصلابة:

يبين الجدول(2) نتائج اختبار قوة الشد وقيم الصلابة للأغلفة المحضرة القائمة على بروتين الكازئين بنسبة (5%)، لوحظ وجود فروق معنوية بين قيم قوة الشد $p\leq 0.05$، وأظهرت الأغلفة أن قيم قوة شد تراوحت بين (7.35-9.50) ميجا باسكال، كما لوحظ وجود فروق معنوية واضحة أيضاً بين قيم الصلابة للأغلفة، حيث تراوحت قيم الصلابة بين (6.36-13.44) نيوتن ، ولوحظ أنه مع وجود نسبة ثابتة من الكازئين والغليسرول أظهرت الأغلفة قيم قوة شد وقيم صلابة مختلفة حيث تتغير قوة الشد للغلاف الصالح للأكل بتغير سمك الغلاف الصالح للأكل وترتبط به بشكل إيجابي، وهذا ما أكده (Santoso *et al.*, 2012) حيث أوضح أن سمك الغلاف الصالح للأكل له ارتباط إيجابي بقوة الشد فكلما زادت سماكة الغلاف الصالح للأكل، زادت قوة الشد لأن السماكة مرتبطة بزيادة الوزن الجزيئي، كما تتأثر قوة الشد للغلاف الصالح للأكل بتركيبة المادة المستخدمة (Suryaningrum *et al.*, 2005). كما ترتبط الصلابة بسماكة الأغلفة، فكلما زادت سماكة الأغلفة تحتاج إلى قوى أكبر لتحطيمها.

أظهر غلاف الكازئين (ca1) (غلاف الشاهد) أقل القيم حيث كانت قوة الشد (7.35ميجا باسكال) أما الصلابة فكانت (6.36 نيوتن/مم) وذلك لأنه أظهر أقل قيم السماكة بين الأغلفة الأخرى، بينما أظهر غلاف (ca4) أعلى قيم الشد (9.50ميجا باسكال) والصلابة (13.44نيوتن/مم) ويرجع ذلك إلى زيادة المركبات التي ترتبط بالغلاف الصالح للأكل، وبالتالي زادت قوة شد الغلاف واحتاج إلى قوة أكبر لثقبه.

الجدول (2): قوة الشد والصلابة للأغلفة المحضرة

العينة	قوة الشد (ميجاباسكال)	الصلابة (نيوتن/مم)
Ca1	0.70 ± 7.35^{b}	0.11 ± 6.36^{d}
Ca2	0.54 ± 8.75^{a}	0.10 ± 9.95^{b}
Ca3	0.60 ± 8.70^{a}	0.07 ± 6.96^{c}
Ca4	0.45 ± 9.50^{a}	0.05 ± 13.44^{a}

Ca1: (غلاف الكازئين) بتركيز (5)% ،Ca2 :(كازئين _ هلام التين الشوكي) ، Ca3: (كازئين _ زيوت عطرية) ،Ca4 : (كازئين _ هلام _ زيوت عطرية) تم التعبير عن قيم السماكة على أساس (المتوسط الحسابي ±الانحراف المعياري). يشير الحرف الصغير على يمين الرقم إلى الفروقات المعنوية بين الأغلفة المختلفة عند مستوى ثقة 0.05

تقدير القابلية للذوبان في الماء:

يظهر الجدول (3) نتائج القابلية للذوبان في الماء للأغلفة المحضرة، ولوحظ وجود فروق معنوية واضحة $p\leq0.05$ حيث تراوحت قيم القابلية للذوبان في الماء للأغلفة بين (34.32-40) (%) ولوحظ تفاوت بين النسب المئوية لقابلية ذوبان الأغلفة، ووفقًا لـ (Fematt-Flores *et al.*, 2022) تتأثر قابلية الذوبان في الماء ببنية الفيلم وتكوينه، وتؤدي التفاعلات البوليمرية الأقوى داخل الغشاء إلى انخفاض قابلية الذوبان.وكانت النسبة المئوية للذوبان لغلاف الكازئين (ca1) والذي يمثل غلاف الشاهد (40%) حيث كانت هذه القيمة هي الأعلى مقارنة بالأغلفة الأخرى وذلك يعود إلى الطبيعة المحبة للماء للبروتين، وانخفضت هذه النسبة قليلاً بإضافة هلام التين الشوكي إلى الغلاف ووصلت إلى (39.1%)، يمكن أن يُعزى هذا الانخفاض في قابلية الذوبان في الماء إلى تفاعل قوي بين بروتين الكازئين وهلام التين الشوكي، وأشار وانغ وزملائه(Wang *et al.*, 2017) إلى نتائج مماثلة حيث أظهروا أن إضافة السكريات المتعددة كانت قادرة أيضًا على تقليل قابلية الذوبان في الماء مركب من نشا الذرة والكولاجين.

كما أدت إضافة الزيت العطري للزعتر والقرنفل إلى غلاف الكازئين إلى انخفاض النسبة المئوية للذوبان أيضاً، حيث وصلت إلى (36.5%)، تظهر الزيوت العطرية نمطًا أكثر كراهية للماء، ويرجع ذلك أساسًا إلى تفاعل مكونات الزيوت العطرية مع مجموعات السلسلة الجانبية للأحماض الأمينية في مصفوفة البروتين، علاوة على ذلك، أشار(Song *et al.*,2018) أن التفاعل بين مكونات الزيت العطري والمجموعات الهيدروكسيلية للأغشية أدى إلى تقليل تفاعل المجموعات الهيدروكسيلية مع جزيئات الماء وبالتالي انخفاض قابلية ذوبان الأغلفة. وأظهر الغلاف المركب (ca4) أقل قيمة ذوبان في الماء (34.32%) وهذا يعود إلى إضافة هلام التين الشوكي والزيت العطري للزعتر والقرنفل إلى غلاف الكازئين مما خفض من النسبة المئوية للذوبان، ووفقًا لـ Vahedikia *et al*.2019) الذي أوضح أن قابلية ذوبان أغلفة بروتين الذرة تبلغ 40.1٪، والتي انخفضت قليلاً بإضافة الكيتوزان وزيت القرفة إلى 39.1٪. وتشير القابلية المنخفضة للذوبان إلى وجود تماسك أكبر في مصفوفة البوليمر، ويرجع ذلك أساسًا إلى تكوين العديد من الروابط الهيدروجينية بين سلاسل البوليمرات المعنية(Nazan Turhan and Sahbaz,2004)

الجدول(3): القابلية للذوبان في الماء للأغلفة المحضرة مقدرة كنسبة مئوية (%)

العينة	القابلية للذوبان
Ca1	40± 2.01 [a]
Ca2	39.1± 2.36 [a]
Ca3	36.5± 2.87 [ab]
Ca4	34.32± 1.23 [b]

Ca1: غلاف الكازئين بتركيز (5)% ،Ca2 :(كازئين _ هلام التين الشوكي) ، Ca3: (كازئين _ زيوت عطرية) ،Ca4 : (كازئين _ هلام _ زيوت عطرية) تم التعبير عن قيم السماكة على أساس (المتوسط الحسابي ±الانحراف المعياري). يشير الحرف الصغير على يمين الرقم إلى الفروقات المعنوية بين الأغلفة المختلفة عند مستوى ثقة 0.05

تقدير اللون:

تم توضيح تأثير إضافة هلام التين الشوكي والزيت العطري للزعتر والقرنفل على قيم لون غلاف الكازئين في الجدول (4) كانت أغلفة الكازئين بيضاء اللون وشفافة. وأدى دمج هلام التين الشوكي إلى انخفاض معنوي كبير $p\leq0.05$ في قيمة السطوع(L*)، ويرجع ذلك على الأرجح إلى اللون الداكن لهلام التين الشوكي نفسه، مما أثر على وضوح العينة (Luo *et al.*, 2019)، كما أدى

دمج الزيت العطري للزعتر والقرنفل في غلاف الكازئين أيضاً إلى انخفاض في قيمة السطوع (L*) ربما ساهمت مكونات المواد المضافة (مزيج الزيوت العطرية للزعتر والقرنفل وهلام التين الشوكي) وانتشارها في محلول الغلاف في أن تصبح الأغلفة التي تحتوي عليها أكثر عتامة. على الرغم من أن شفافية الأفلام من وجهة نظر المستهلك عامل مهم، إلا أن تحسين خصائص الحاجز ضد (الضوء والأكسجين والحرارة) قد يكون مفيدًا للتخزين طويل الأمد للطعام.(Mohammadi *et al.*, 2020) أما بالنسبة لقيم المؤشر (a*) فلم يلاحظ وجود فروق معنوية ولوحظ ازدياد المؤشر في الغلاف (ca2) ويعود ذلك إلى اللون الأخضر لهلام التين الشوكي نفسه، أما قيمة المؤشر (b*) فلم يلاحظ أيضاً وجود فروق معنوية، فقد ازدادت قيمة المؤشر في الغلاف (ca3) نتيجة اللون الأصفر للزيت العطري للزعتر والقرنفل.

الجدول (4): قيم اللون *L*, *a*, *b*للأغلفة المحضرة

اللون / نوع الغلاف	*L**	*a**	*b**
Ca1	37.30±0.42 [a]	0.45±0.20 [a]	0.56±0.30 [a]
Ca2	31.30±0.40 [b]	-1.87±0.45 [a]	1.56±0.60 [a]
Ca3	30.10±0.20 [c]	-0.84±0.55 [a]	2.13±0.40 [a]
Ca4	26.53±0.55 [d]	-0.92±0.23 [a]	1.87±0.98 [a]

Ca1: غلاف الكازئين بتركيز (5)%، Ca2: (كازئين _ هلام التين الشوكي) ، Ca3: (كازئين _ زيوت عطرية)، Ca4 : (كازئين _ هلام _ زيوت عطرية) تم التعبير عن قيم السماكة على أساس (المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري). يشير الحرف الصغير على يمين الرقم إلى الفروقات المعنوية بين الأغلفة المختلفة عند مستوى ثقة 0.05

نتائج الاختبارات الكيميائية

الرطوبة%

يوضح الجدول (5) محتوى الرطوبة في عينات الجبن المختلفة، يلاحظ ازدياد القيم بشكل غير معنوي عند ($p<0.05$) مع تغليف عينات جبن القشقوان بالمقارنة مع عينة الجبن الشاهد (42.65%) في فترة التخزين الأولى. بينما أصبحت الفروق معنوية في اليوم العشرين واستمرت حتى نهاية فترة التخزين أما بالنسبة لعينات الجبن المغلفة كانت القيم في العينات (k2, k3, k4, k5) هي على التوالي (42.66, 42.67,42.68, 42.70) %. وهذه النتائج تتفق ويمكن تفسير ذلك إلى أن المواد الداخلة في تركيب الغلاف منعت مرور بخار الماء مما أدى إلى تحسين احتباس الماء داخل قالب الجبن وبالتالي قلل من الخسائر الاقتصادية. ويتفق هذا مع) حيث بيّن أن رقائق البوليمر المستخدمة في تغليف جبن القشقوان أدت إلى زيادة الرطوبة فيها.Talevski (وذلك *et al.*, 2017) لأن رقائق البوليمر المستخدمة في التغليف تحافظ على الرطوبة داخل الجبن مما يؤدي إلى تحسين المردود الاقتصادي لمصانع الألبان

ويظهر الجدول (5) أن محتوى الرطوبة انخفض بشكل معنوي عند ($p<0.05$) في عينات الجبن خلال فترة التخزين المبرد حيث كانت القيمة في بداية فترة التخزين في عينة الشاهد (42.65%) ووصلت إلى(39.40%)عند نهاية فترة التخزين نتيجة فقدان بخار الماء حيث أظهرت عينة الشاهد غير المغلفة انخفاضاً كبيراً في الرطوبة عند نهاية فترة التخزين مقارنة بعينات الجبن المغلفة التي قللت من فقد الرطوبة خلال التخزين يُعزى سبب هذا التفاوت في نسب انخفاض المحتوى الرطوبي إلى أن الأغلفة تساهم في حجز الرطوبة وتمنع تبخرها ويعتبر هذا مؤشراً لكفاءتها الحجزية للرطوبة خلال مدة التخزين (خيري والموسوي، 2018).

تتفق هذه النتيجة مع ما وجده (Talevski *et al.*, 2017) حيث أوضح أن عينة جبن القشقوان غير المغلفة والتي تمثل الشاهد أظهرت أعلى فقدان للرطوبة خلال مدة التخزين مقارنة بالعينة المغلفة برقائق البوليمر، ولوحظ أقل فقدان للرطوبة في العينة (k5)

المغلفة بالغلاف المركب (كازئين_هلام التين الشوكي_الزيت العطري للزعتر والقرنفل)، قد يكون هذا بسبب خصائص الحاجز الجيدة للمواد الداخلة في تكوين الغلاف حيث بيّن(Allegra *et al*., 2016) أن الأغطية التي تحتوي على هلام التين الشوكي (OFI) فعالة للغاية كحاجز للرطوبة. كما أوضح (Kavas *et al*., 2015) في دراسة أجراها على الأغطية القائمة على بروتين مصل اللبن المعزول (WPI) الملدن بالسوربيتول مع الزيوت العطرية من الزعتر والقرنفل في تغليف جبن الكشار التركي أن التغطية بمحلول السوربيتول مع بروتين مصل اللبن المعزول (WPI) أدى إلى تقليل فقدان الوزن خلال 60 يومًا من التخزين، ومنع تكوين القشرة وقلل انتقال الرطوبة إلى سطح الجبن.

الجدول (5): محتوى الرطوبة (%)لعينات جبن القشقوان المغلفة وخلال فترة التخزين لمدة 30 يوم عند 4±1°م

العينة	فترات التخزين (يوم)			
	1	10	20	30
K1(الشاهد)	1.80±42.65 ^{Aa}	0.98 ±41.50 ^{Aab}	0.50±40.55 ^{Bbc}	0.39 ±39.40 ^{Cc}
K2	0.82±42.66 ^{Aa}	0.99 ±41.95 ^{Aab}	0.45 ±40.82 ^{Bbc}	0.86 ±40.20 ^{BCc}
K3	1.41 ±42.67 ^{Aa}	0.29 ±42.40 ^{Aab}	0.35±42.22 ^{Aab}	0.55 ±41.08 ^{ABb}
K4	0.44±42.68 ^{Aa}	0.49 ±42.48 ^{Aa}	0.22± 42.35 ^{Aa}	0.75±41.78 ^{Aa}
K5	0.29±42.70 ^{Aa}	0.63 ±42.59 ^{Aa}	0.72± 42.40 ^{Aa}	0.18± 41.95 ^{Aa}

يشير اختلاف الأحرف الكبيرة(A,B,C,D) إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (العينات) (ضمن العامود الواحد), بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة (a,b,c,d) إلى وجود فروق معنوية بين أيام التخزين لكل معاملة (ضمن السطر الواحد) عند مستوى ثقة 0.05.

K1: شاهد بدون تغليف، k2: بروتين الكازئين 5%، k3: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20%، k4: بروتين الكازئين 5%+الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%، k5: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20% + الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%.

البروتين

يُوضح الجدول رقم (6) نتائج تقدير البروتين الكلي لعينات جبن القشقوان المدروسة خلال فترة التخزين المبرد، ويُلاحظ ارتفاع غير معنوي في نسب البروتين في عينات الجبن كما لوحظ ارتفاع نسبة البروتين عند تغليف عينات جبن القشقوان مقارنةً بعينة الشاهد غير المغلفة ويرجع ذلك الى دور الأغلفة القائمة على بروتين الكازئين في حجز الرطوبة ومنع تبخرها ويعتبر هذا مؤشراً لكفاءتها الحجزية للرطوبة وبالتالي تزداد نسبة البروتين, وكانت الأغلفة المعاملة بهلام التين الشوكي والزيوت العطرية للزعتر والقرنفل (k5) أكثر كفاءه تليها الأغلفة المعاملة بالزيوت العطرية للزعتر والقرنفل(k4) ثم المعاملة بهلام التين الشوكي(k3) مقارنة بالأغلفة البسيطة (K2) مقارنةً بالشاهد يعود ذلك إلى قوة ترابط الأغشية، مما يقلل من فقدان الرطوبة وبالتالي يؤدي إلى انخفاض معدل زيادة البروتين مقارنةً بعينة الشاهد.

كما لوحظ زيادة نسبة البروتين في جميع عينات الجبن مع التخزين وبشكل معنوي حيث بلغت نسبة البروتين في اليوم الأول من التخزين لعينة الجبن الشاهد(25.50) ووصلت في نهاية فترة التخزين إلى (28.48) بينما كانت نسبة البروتين في عينات جبن القشقوان المغلفة (k2, k3, k4, k5) هي (25.52, 25.51, 25.53,25.45) ووصلت في نهاية فترة التخزين إلى (28.20, 28.29, 28.35, 28.40) على التوالي، وتعود هذه الزيادة في نسب البروتين خلال التخزين في العينات المغلفة مقارنةً بالشاهد إلى فقدان الرطوبة أثناء التخزين مما أدى إلى زيادة نسبة المواد الصلبة الكلية في الجبن بما في ذلك البروتين، إلا أن خسائر الرطوبة في معاملات جبن القشقوان المغلفة كانت أقل مما كانت عليه في الجبن الشاهد غير المغلف وقد تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Venus and Santosh, 2019) اللذان أكدا أن ارتفاع نسبة البروتين خلال فترة التخزين كان بسبب انخفاض نسبة الرطوبة في الجبن أثناء التخزين وأن الفقدان المستمر للرطوبة أثناء التخزين يؤدي إلى تغير نسبة المكونات الأخرى ومنها البروتين.

الجدول (6). محتوى البروتين (%)لعينات جبن القشقوان المغلفة وخلال فترة التخزين لمدة 30 يوم عند 4±1°م

العينة	فترات التخزين (يوم)			
	1	10	20	30
K1(الشاهد)	0.50± 25.50 ^{Ab}	0.28±25.68^{Ab}	0.48 ±26.20 ^{Ab}	0.34±28.48^{Aa}
K2	0.18±25.51 ^{Ab}	0.65±25.74^{Ab}	0.19±26.35^{Ab}	0.62± 28.20 ^{Aa}
K3	0.40± 25.50 ^{Ac}	0.54±25.80^{Abc}	0.63±26.55^{Ab}	0.55±28.29^{Aa}
K4	0.35± 25.52 ^{Ab}	0.81±25.89^{Ab}	0.80±26.68^{Ab}	0.86±28.35^{Aa}
K5	0.20± 25.53 ^{Ac}	0.60±25.95^{Abc}	0.25±26.75^{Ab}	0.75±28.40^{Aa}

يشير اختلاف الأحرف الكبيرة(A,B,C,D) إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (العينات) (ضمن العامود الواحد), بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة (a,b,c,d) إلى وجود فروق معنوية بين أيام التخزين لكل معاملة (ضمن السطر الواحد) عند مستوى ثقة 0.05.

K1: شاهد بدون تغليف، k2: بروتين الكازئين 5%، k3: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20%، k4: بروتين الكازئين 5%+الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%، k5: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20% + الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%.

محتوى الدسم

يُبين الجدول رقم (7) نتائج تقدير الدهون الكلية خلال لعينات جبن القشقوان خلال فترة التخزين حَيثُ تُظهر النتائج وجود فروق معنوية بين العينات. لوحظت زيادة طفيفة في نسبة الدهن في العينات المغلفة مقارنة بالشاهد ولوحظت أعلى الزيادات وبفروق معنوية في عينات جبن القشقوان المغلفة k4 وk5 حيث وصلت فيها نسبة الدهن في نهاية فترة التخزين إلى 29.89% و 29.95% على التوالي، وقد يعود ذلك إلى خصائص الحاجز الجيدة للأغلفة القائمة على الكازئين والمدعمة بالزيوت العطرية للزعتر والقرنفل ضد الدهون.

ويتفق ذلك مع (Kavas *et al.*, 2015) الذي درس طلاء عينات جبن الكشار بغلاف قائم على WPIG (مصل اللبن المعزول المدعم بالزيت العطري للزنجبيل) ولاحظ زيادة مستويات الدهون في العينات المغلفة بغلاف قائم على WPIG مقارنة بعينة الشاهد وفسر ذلك بارتفاع معدل إذابة الزيت العطري في الجزء الدهني من الجبن، والذي يمكن أن يُعزى إلى خصائص الطلاء القائم على WPIG الكارهة للماء وكونه حاجزًا جيدًا لنفاذية الماء(Koyuncu and Savran, 2002).

ومع ما توصل إليه (Talevski, *et al.*, 2017) الذي لاحظ أعلى محتوى من الدهون في عينات جبن القشقوان المغلفة بالشمع ورقائق البوليمر حيث منعت مواد التغليف الدهون بالانتقال إلى سطح الجبن.

كما ويُلاحظ ارتفاع نسبة الدهن في جميع عينات الجبن مع زيادة فترة التخزين بشكل معنوي ملحوظ وذلك بسبب انخفاض نسبة الرطوبة في الجبن وزيادة نسبة المواد الصلبة الكلية والتي تضمنت الدهن ويتطابق هذا التفسير مع ما استنتجهُ (خيري والموسوي، 2018) حيث أوضحوا أن سبب ارتفاع نسبة الدهن في جميع معاملات جبن المونتري أثناء التخزين يعود إلى الاختلاف في نسبة المحتوى الرطوبي بين هذه المعاملات.

الجدول (7): محتوى الدهون الكلية (%)لعينات جبن القشقوان المغلفة وخلال فترة التخزين لمدة 30 يوم عند 4±1°م

العينة	فترات التخزين (يوم)			
	1	10	20	30
K1 (الشاهد)	0.79 ±26.90 ^{Aa}	0.68± 27.25^{Aa}	0.64± 27.87 ^{Ba}	0.85± 28.11^{Ba}
K2	0.75± 26.92 ^{Ab}	0.52± 27.37^{Aa}	0.73±28 .10^{Bab}	0.65± 28.85^{ABa}
K3	0.78± 26.95 ^{Ac}	1.01± 27.44^{Abc}	0.55± 28.60^{ABab}	0.55± 28.90^{ABa}
k4	0.68± 27.01 ^{Ab}	0.86± 27.68^{Ab}	0.81± 29.50^{Aa}	0.67± 29.89^{Aa}
K5	0.85 ± 27.00 ^{Ab}	1.04± 27.79^{Aab}	0.98± 29.70^{Aa}	1.02± 29.95^{Aa}

يشير اختلاف الأحرف الكبيرة(A,B,C,D) إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (العينات) (ضمن العامود الواحد), بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة (a,b,c,d) إلى وجود فروق معنوية بين أيام التخزين لكل معاملة (ضمن السطر الواحد) عند مستوى ثقة 0.05.

K1: شاهد بدون تغليف، k2: بروتين الكازئين 5%، k3: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20%، k4: بروتين الكازئين 5%+الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%، k5: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20% + الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%.

قيم الـ pH

يُوضح الجدول (8) نتائج تقدير قيم درجةpH لعينات جبن القشقوان خلال فترة التخزين ويُلاحظ ارتفاع معنوي بسيط لقيم pH في عينات الجبن بعد التغليف مقارنةً بعينة الجبن الشاهد غير المغلفة حيث كانت في اليوم الأول من التخزين (5.94) لعينة جبن الشاهد ووصلت في نهاية فترة التخزين إلى(5.60)، بينما كانت قيم الرقم الهيدروجيني في عينات الجبن المغلفة في اليوم الأول من التخزين(5.94) للعينات(k2 و k3 و k4 و k5) وانخفضت بشكل معنوي إلى (5.62و5.65و5.67و5.70) على الترتيب في نهاية فترة التخزين، حيث أظهرت عينات الجبن المغلفة ارتفاعاً ملحوظاً في قيم الرقم الهيدروجيني فيما بينها، وربما يعود ذلك إلى طبيعة المواد الداخلة في تشكيل الغلاف والتي يمكن أن تؤدي إلى ارتفاع بسيط لقيم pH. كما تم تعديل الرقم الهيدروجيني لمحاليل الأغلفة حتى 7حتى بالإضافة إلى ذلك يمكن أن يكون بسبب عمر الجبن المستخدم في التجربة حيث كان الجبن منضج وبعمر شهر

أما بالنسبة لتأثير التخزين على قيم الرقم الهيدروجيني فقد لوحظ انخفاض معنوي للقيم في جميع العينات أثناء التخزين، فقد انخفض الرقم الهيدروجيني في عينة جبن الشاهد من (5.94) في اليوم الأول من التخزين إلى (5.60) في نهاية فترة التخزين والتي بلغت (30 يوماً) وتم تحديد أكبر انخفاض في قيمة الرقم الهيدروجيني في عينة الشاهد، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه الباحث (AbdulHadi, 2022) الذي لاحظ انخفاض الرقم الهيدروجيني لجبن الموتزاريلا خلال التخزين وفسر ذلك لاستهلاك اللاكتوز من قبل الكائنات الحية الدقيقة المنتجة لحمض اللاكتيك وكذلك الأحماض التي تنتجها بدائل الدهون بعد تكسيرها جزئياً، وتحدث عملية التكسير الجزئي للدهون عادةً من خلال عملية تعرف **باسم** الهدرجة الجزئية، حيث يتم إضافة الهيدروجين إلى الدهون غير المشبعة لتحويلها إلى دهون مشبعة جزئيًا. هذه العملية تؤدي إلى إنتاج الأحماض الدهنية، والتي يمكن أن تؤثر على خصائص الدهون وهذه الأحماض هي أحماض الدهنية مشبعة مثل (حمض البالمتيك، حمض الستاريك، حمض اللوريك) وأحماض دهنية غير مشبعة مثل (حمض الأوليك، حمض اللينوليك، حمض الألفا–لينولينيك)

الجدول (8): الرقم الهيدروجيني (PH) لعينات جبن القشقوان المغلفة وخلال فترة التخزين لمدة 30 يوم عند 4±1°م

العينة	فترات التخزين (يوم)			
	1	10	20	30
K1 (الشاهد)	0.04 ± 5.94^{Aa}	0.06 ± 5.81^{Bb}	0.01 ± 5.70^{Bc}	0.07 ± 5.60^{Bd}
K2	0.02 ± 5.94^{Aa}	0.04 ± 5.83^{ABb}	0.08 ± 5.72^{Bc}	0.02 ± 5.62^{ABd}
K3	0.05 ± 5.94^{Aa}	0.05 ± 5.85^{ABb}	0.03 ± 5.76^{ABc}	5.65 ± 0.01^{ABd}
k4	0.01 ± 5.94^{Aa}	0.01 ± 5.86^{ABb}	0.04 ± 5.79^{ABc}	0.05 ± 5.67^{ABd}
K5	0.06 ± 5.94^{Aa}	0.03 ± 5.89^{Aab}	0.07 ± 5.83^{Ab}	0.06 ± 5.70^{Ac}

يشير اختلاف الأحرف الكبيرة(A,B,C,D) إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (العينات) (ضمن العامود الواحد), بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة (a,b,c,d) إلى وجود فروق معنوية بين أيام التخزين لكل معاملة (ضمن السطر الواحد) عند مستوى ثقة 0.05.

K1: شاهد بدون تغليف، k2: بروتين الكازئين 5%، k3: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20%، k4: بروتين الكازئين 5%+الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%، k5: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20% + الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%.

قيم الحموضة القابلة للمعايرة TA (%)

يُوضح الجدول (9) نتائج تقدير قيم درجة الحموضة لعينات جبن القشقوان خلال فترة التخزين ويُلاحظ انخفاض غير معنوي بسيط لقيم الحموضة في العينات بعد التغليف حيث كانت في اليوم الأول من التخزين(0.79) لعينة جبن الشاهد ووصلت في نهاية فترة

التخزين إلى (1.17). بينما كانت قيم الحموضة في عينات الجبن المغلفة في اليوم الأول من التخزين(0.79) للعينات(k2 و k3 و k4و k5) وازدادت بشكل غير معنوي إلى (1.03 و0.98 و0.92 و0.90) على الترتيب في نهاية فترة التخزين، حيث لوحظ انخفاضاً في قيم الحموضة بين عينات الجبن المغلفة بغلاف قائم على بروتين الكازئين بغض النظر عن المواد الإضافية الداخلة في تركيب الغلاف وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Ríos-de-Benito *et al.*,2021) حيث لاحظ الباحث انخفاض قيم الحموضة المعايرة في عينات جبن البانيلا المغلفة بأغلفة كازينات الصوديوم والكيتوزان وأظهرت عينات الجبن المغلفة انخفاضًا معتدلًا في TA، وقد فسر سبب ذلك إلى التثبيط الجزئي لبكتيريا حمض اللاكتيك.

أما بالنسبة لتأثير التخزين على قيم الحموضة المعايرة فقد لوحظ ارتفاع القيم في جميع العينات أثناء التخزين وبشكل غير معنوي، ولوحظ أن أعلى قيمة للحموضة كانت في عينة الجبن الشاهد في نهاية فترة التخزين (1.17). مما يعكس تفوق العينات المغلفة بالأغلفة المختلفة على عينة جبن القشقوان الشاهد. وتُعزى الزيادة في TA إلى إنتاج الأحماض العضوية، وخاصة حمض اللاكتيك الذي تنتجه البكتيريا التي زادت أثناء التخزين (Ríos-de-Benito *et al.*,2021).وهذا يتفق مع ما وجده YALÇIN et *al.* (2021) حيث أشار إلى زيادة منتظمة في الحموضة في جميع عينات جبن الكاشار المغلفة بطلاءات كازينات الصوديوم أو الكيتوزان وغير المغلفة وتم الحصول على أعلى قيمة حموضة في عينات الجبن الشاهد في كل من اليومين الثلاثين والستين من التخزين. وفسر سبب ذلك إلى أن الطلاءات تمنع النشاط الميكروبي داخل العينة وعلى سطح العينة عن طريق الحد من انتقال الأكسجين وتشكيل حاجز ضد التلوث.

الجدول (9): قيم الحموضة القابلة للمعايرة في عينات جبن القشقوان المغلفة وخلال فترة التخزين لمدة 30 يوم عند 4±1°م.

العينة	فترات التخزين (يوم)			
	1	10	20	30
K1 (الشاهد)	0.26± 0.79 ^{Aa}	0.88± 0.18 $^{A a}$	0.95± 0.16 ^{Aa}	1.17± 0.26 ^{Aa}
K2	0.25± 0.79 ^{Aa}	0.85±0.32 ^{Aa}	0.90±0.17 ^{Aa}	1.03± 0.28 ^{Aa}
K3	0.15± 0.79 ^{Aa}	0.83± 0.21 ^{Aa}	0.87± 0.25 ^{Aa}	0.98± 0.15 ^{Aa}
K4	0.23 ±0.79 ^{Aa}	0.81± 0.30 ^{Aa}	0.85± 0.24 ^{Aa}	0.92± 0.10 ^{Aa}
K5	0.27± 0.79 ^{Aa}	0.80± 0.22 ^{Aa}	0.84± 0.21 ^{Aa}	0.90± 0.18 ^{Aa}

يشير اختلاف الأحرف الكبيرة(A,B,C,D) إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (العينات) (ضمن العامود الواحد), بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة (a,b,c,d) إلى وجود فروق معنوية بين أيام التخزين لكل معاملة (ضمن السطر الواحد) عند مستوى ثقة 0.05.

K1: شاهد بدون تغليف، k2: بروتين الكازئين 5%، k3: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20%، k4: بروتين الكازئين 5%+الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%، k5: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20% + الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%.

التحليل الفيزيائي لعينات الجبنة

تقدير الصلابة

يُبين الجدول رقم (10) نتائج قياس الصلابة ويُلاحظ انخفاض معنوي بسيط لقيم القوام عند تغليف جبن القشقوان بالأغلفة القائمة على بروتين الكازئين مقارنةً بعينة الجبن بالشاهد غير المغلف، ويمكن أن نُفسر ذلك الانخفاض باختلاف محتوى الرطوبة في عينات الجبن المغلفة حيث احتفظت عينات الجبن المغلفة بالرطوبة أثناء التخزين مقارنةً بعينة الجبن الشاهد مما أدى إلى انخفاض قيم الصلابة بها وهذا ما أكده (Ibrahim *et al.*, 2023) حيث أشاروا إلى انخفاض قيم الصلابة لجبن الراس المغلف مقارنة بالشاهد وفسر ذلك بوجود علاقة عكسية بين صلابة الجبن ومحتوى الرطوبة. كما وتُبين النتائج ارتفاع معنوي في قيم الصلابة في عينات جبن القشقوان خلال فترة التخزين حيث كانت قيم الصلابة في اليوم الأول من التخزين لعينات جبن القشقوان (K1 وK2 وK3 و K4وK5) هي (8.79, 8.70, 8.48,8.65, 8.40)(نيوتن) وارتفعت بشكل معنوي إلى (14.67, 13.19,13.89, 12.21, 12,10)

على التوالي في نهاية فترة التخزين، ولوحظ أن الزيادة في قيم صلابة عينات الجبن المغلفة كانت أقل مقارنة بعينة الجبن الشاهد غير المغلفة، حيث وصلت قيم الصلابة في الجبن الشاهد إلى (14.67) (نيوتن) في نهاية فترة التخزين ويمكن أن يُعزى ذلك إلى انخفاض نسبة الرطوبة بها، اتفقت هذه النتيجة مع ما وجده (Nemati *et al.*,2023) حيث لاحظ ارتفاع قيم الصلابة في عينة الجبن الأبيض الإيراني غير المغلفة (الشاهد) مقارنةً بالعينات المغلفة وفسر ذلك بأن عينة الجبن الشاهد كانت تحتوي على نسبة رطوبة أقل مقارنةً بعينات الجبن المغلفة ببروتينات مصل اللبن وزيت الكمون العطري. كما تم تسجيل أقل قيم للصلابة لعينة الجبن المغلفة (K5) وهذا يعود إلى دور الغلاف المركب في تقليل الفقد في الرطوبة مما أدى إلى تقليل قيم الصلابة في نهاية فترة التخزين.

الجدول (10): قيم الصلابة (نيوتن) لعينات جبن القشقوان المغلفة خلال فترة التخزين لمدة 30 يوم عند 1±4°م

العينة	فترات التخزين (يوم)			
	1	10	20	30
K1 (الشاهد)	0.02 ±8.79 ^{Ad}	0.07 ±11.81 ^{Ac}	0.09±12.56 ^{Ab}	0.07±14.67 ^{Aa}
K2	0.10± 8.70 ^{Bd}	0.11 ±11.25 ^{Bc}	0.08± 12.10^{Bb}	0.02 ±13.89 ^{Ba}
K3	0.03 ±8.65 ^{Cd}	0.01± 10.82 ^{Cc}	0.05 ±11.86 ^{Cb}	0.05±13.19 ^{Ca}
K4	0.02 ±8.48 ^{Dd}	0.03 ±10.01 ^{Dc}	0.02 ±11.10 ^{Db}	0.10± 12.21 ^{Da}
K5	0.04±8.40 ^{Ed}	0.02 ± 9.51 ^{Ec}	0.13 ± 10.98 ^{Db}	0.03 ± 12.10 ^{Da}

يشير اختلاف الأحرف الكبيرة(A,B,C,D) إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (العينات) (ضمن العامود الواحد), بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة (a,b,c,d) إلى وجود فروق معنوية بين أيام التخزين لكل معاملة (ضمن السطر الواحد) عند مستوى ثقة 0.05.

K1: شاهد بدون تغليف، k2: بروتين الكازئين 5%، k3: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20%، k4: بروتين الكازئين 5%+الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%، k5: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20% + الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%.

تقدير اللون

يُلاحظ من نتائج تحليل اللون الواردة في الجدول رقم (11) ازدياد مؤشر السطوع*L مع تغليف عينات جبن القشقوان بالأغلفة الحيوية القائمة على بروتين الكازئين بشكل معنوي ملحوظ مع وجود فروق معنوية واضحة بين الخلطات المدروسة، حيث تبين أن عينات الجبن المغلفة كانت أكثر بياضًا بشكل ملحوظ (L *) ($p\leq 0.05$) من عينة الجبن الشاهد، ربما يعود ذلك إلى احتفاظ عينات الجبن المغلفة بالرطوبة خلال فترة التخزين. كما لوحظ انخفاض قيم المؤشر(L*) بشكل معنوي بتقدم فترة التخزين حيث انخفضت قيمته بشكل كبير في عينة الجبن الشاهد بينما كان الانخفاض طفيف في عينات الجبن المغلفة وذلك يعود إلى الفقد الكبير الحاصل في الرطوبة في عينة الشاهد بينما قللت العينات المغلفة من معدل فقد الرطوبة ولاسيما العينة (k5) مما أدى إلى عدم حدوث تغير كبير في قيمة مؤشر السطوع (L*) فيها مقارنةً بالعينات المغلفة الأخرى.

في حين أظهرت النتائج الموضحة في الجدول رقم (11) ارتفاع قيم المؤشر (الخضرة) a* بشكل معنوي في عينات جبن القشقوان المدروسة. كما ويُبين الجدول رقم (11) انخفاض قيم المؤشر a* (زيادة الخضرة) بشكل معنوي في جميع عينات الجبن بشكل معنوي مع ازدياد فترة التخزين المبرد وكانت تغيرات المؤشر a* في عينات الجبن المغلفة أقل بشكل ملحوظ من التغيرات الحاصلة في عينة الجبن الشاهد، حيث لوحظ فيها انخفاض كبير في المؤشر a* مع تقدم فترة التخزين مما يشير إلى نمو العفن فيها. أما بالنسبة لقيم مؤشر الصفرة b* الواردة في الجدول رقم (11) نلاحظ انخفاضها بشكل معنوي في عينات جبن القشقوان المغلفة مقارنةً بعينة الجبن الشاهد وهذا يعود إلى احتفاظ عينات الجبن المغلفة بنسبة من الرطوبة مما أدى إلى انخفاض مؤشر الصفرة فيها مقارنةً بعينة الجبن الشاهد وكانت قيم مؤشر الصفرة في العينات المغلفة بالأغلفة المركبة التي يدخل في تركيبها مزيج من مادتين (K3 و K4) أو مزيج

من ثلاث مواد (K5) أقل من عينة الجبن المغلفة بغلاف بسيط قائم على بروتين الكازئين فقط، وهذا يعود إلى فعالية هذه الأغلفة في حجز الرطوبة والحفاظ على سطح الجبن من الجفاف وبالتالي تقليل اللون الأصفر فيها.

كما لوحظ ارتفاع مؤشر الصفرة (b*) بشكل معنوي في جميع عينات جبن القشقوان مع التخزين وكانت التغيرات الحاصلة في عينة الجبن الشاهد كبيرة حيث ازداد مؤشر الصفرة فيها بشكل ملحوظ (زيادة جفاف العينة) مقارنةً بعينات الجبن المغلفة والتي ارتفع فيها مؤشر الصفرة بشكل طفيف ويمكن تفسير ارتفاع قيم المؤشر b* بانخفاض الرطوبة أثناء التخزين وبالتالي جفاف العينات مما يؤدي إلى زيادة نسبة الاصفرار فيها. واتفقت هذه النتيجة مع (Buriti *et al.*, 2005) الذي أشار إلى أن اللون الأصفر الملاحظ في عينة الجبن يظهر نتيجة جفاف في خثارة الجبن الناجم عن فقدان الرطوبة منها.

الجدول (11): تقدير اللون لعينات جبن القشقوان المغلفة خلال فترة التخزين لمدة 30 يوم عند 4±1°م.

المؤشر	العينة	فترة التخزين (يوم)			
		1	10	20	30
L*	k1 (الشاهد)	0.81± 88.45 Aa	0.1 ±84.51 Cb	0.70 ±76.30 Dc	0.26±60.63 Dd
	K2	0.01 ±88.55 Aa	0.07± 85.65 Bb	0.17 ±84.75 Cc	0.04 ±83. 40 Cd
	K3	0.06±88.83 Aa	0.4± 85.80 Bb	0.18± 8.78 Bb	0.22 ±85.70 Bb
	K4	0.12±88.85 Aa	0.2 ±85.90 Bb	0.4 ±85.85 Bb	0.1± 85.75 Bb
	K5	0.09 ±88.90 Aa	0.10± 87.50 Ab	0.05 ±86.76 Ac	0.25 ±86.55 Ac
a*	k1 (الشاهد)	0.2± -3.40Aa	0.40± -2.85 Bb	0.16± -1.80Cc	0.07± -1.35Dc
	K2	0.6± -3.60Aa	0.10 ± -3.32 ABab	0.2± -2.90 Bbc	0.15± -2.29Cc
	K3	0.5± -3.75Aa	0.2±-3.50ABab	0.35± -3.25 Bab	0.12± -3.10 Bb
	K4	0.30± -3.83Aa	0.09± -3.74 Aa	0.08 ± -3.70Aa	0.40± -3.60 Aa
	K5	0.25± -3.89Aa	0.8± - 3.80 Aa	0.26± -3.75 Aa	0.14± -3.70Aa
b*	k1 (الشاهد)	0.3± 22.85 Ad	0.04 ±24.55 Ac	0.10 ±27.80 Ab	0.6± 29.63 Aa
	K2	0.6± 22.54 Ad	0.08 ±23.95 Bc	0.25 ±25.18 Bb	0.08 ±27.50 Ba
	K3	0.55± 22.25 Ac	0.06 ±23.13 Cc	0.30 ± 24.54 Cb	0.03± 26.55 Ca
	k4	0.5±22.18 Ad	0.2 ±22.85 Cc	0.5± 23.96 Db	0.26± 25.20 Da
	K5	0.14±22.10 Ad	0.35±22.50 Dc	0.15 ±23.25 Eb	0.1± 24.10 Ea

يشير اختلاف الأحرف الكبيرة(A,B,C,D) إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (العينات) (ضمن العامود الواحد), بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة (a,b,c,d) إلى وجود فروق معنوية بين أيام التخزين لكل معاملة (ضمن السطر الواحد) عند مستوى ثقة 0.05.

K1: شاهد بدون تغليف، k2: بروتين الكازئين 5%، k3: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20%، k4: بروتين الكازئين 5%+الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%، k5: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20% + الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%.

التقييم الحسي لعينات الجبن

أجري التقييم الحسي في اليوم العاشر واليوم الثلاثون من التخزين المبرد، وأظهرت نتائج التقييم الحسي لعينات جبن القشقوان كما هو موضح في الجدول (12) ما يلي:

حيثُ لوحظ انخفاض في قيم تقييم المظهر في عينات الجبن المغلفة(k4 وk5) بشكل معنوي حيث كانت أقل قيم المظهر في العينة (k4) يليه العينة (k5)، يمكن أن يُعزى ذلك إلى وجود الزيت العطري في تركيبة الغلاف البروتيني مما أعطى عينة الجبن مظهر غير مرغوب للمقيمين، وبالمقابل لوحظ ارتفاع معنوي في قيم المظهر في العينات (k3 وk2 وk1) على الترتيب حيث أدى وجود هلام التين الشوكي في تركيبة الغلاف البروتيني إلى إضفاء لمعان على عينة الجبن (k3) مما أدى إلى اكسابها أعلى قيم المظهر تليها عينة (k2) حيث أعطى الغلاف الكازيئيني مظهر جيد ولمعان وملمس ناعم لعينة الجبن. أما بالنسبة لتقييم القوام والتركيب فلم

يلاحظ وجود فروق معنوية بين عينات الجبن المختلفة، فقد أعطيت كل من عينة الشاهد والعينات المعالجة المغلفة درجات متقاربة نسبياً مع فارق أقل معنوياً (P>0.05) عن قيم التقييم الأخرى بين عينات الجبن المغلفة وعينة الجبن الشاهد. وكان قوام وتركيب الجبن في عينة الشاهد مشابهاً إلى حد ما لعينات الجبن المغلفة، وخاصة في الأيام الأولى من التخزين. أما بالنسبة لتقيم النكهة فقد لوحظ وجود فروق معنوية بين قيم التقييم ولوحظ أعلى القيم في عينة الشاهد غير المغلفة(K1) تليها عينة الجبن المغلفة بالغلاف الكازيئيني (k2) ويمكن أن يُعزى ذلك إلى عدم استساغة طعم ورائحة المواد المضافة المتمثلة بهلام التين الشوكي والزيت العطري للزعتر والقرنفل إلى الغلاف الكازيئيني وعدم اندماجها مع مكونات عينة الجبن في بداية فترة التخزين مما أدى إلى اكساب العينات (k3 و k4 و k5) أقل القيم. أما بالنسبة لقيم فقد حظيت عينة الشاهد (k1) غير المغلفة على أعلى درجة قبول بالنسبة لباقي عينات الجبن المغلفة المختلفة. يمك أن يكون سبب ذلك إلى أن مكونات الغلاف لم تتغلغل داخل عينة الجبن بعد وذلك في بداية فترة التخزين وبالتالي كان قبولها أقل من الشاهد، بينما في نهاية فترة التخزين (اليوم 30) يبين الجدول (13) عدم وجود فروق معنوية بين قيم التقييم جميعها أظهرت قيم تقييم المظهر والقوام والتركيب والقبول العام أدنى القيم في عينة الشاهد غير المغلفة (k1) بينما كانت أعلى قيم التقييم للعينات المغلفة وبشكل خاص العينة (k5)، حيث أظهرت أعلى تقييم حسي، يعود ذلك إلى التغيرات التي طرأت على التركيب الكيميائي لعينة الشاهد غير المغلفة بسبب النشاط الإنزيمي بها، بينما حافظت العينات المغلفة

على خصائصها الكيميائية. تشير هذه النتائج إلى أن استخدام أغلفة كازينات الصوديوم يعتبر مهمًا كحامل للمركبات النشطة (هلام التين الشوكي والزيوت العطرية للزعتر والقرنفل)، حيث أن استخدام هذه الأغشية النشطة من شأنه أن يطيل العمر التخزيني لجبن القشقوان. أشار (Zantar *et al.*, 2014) إلى أن عينة الجبن المغلفة بالزيت العطري للزعتر T. vulgaris حصلت على أعلى درجة قبول إجمالية واستنتج (Archana *et al.*, 2020) أن إضافة زيت براعم القرنفل العطري بالمستوى الأمثل عزز من الجودة الحسية للمنتج . أما بالنسبة لقيم النكهة فقد لوحظت أعلى القيم في العينات المغلفة مقارنة بعينة الشاهد غير المغلفة في نهاية فترة التخزين والتي كان لها أقل قيم النكهة ويتفق ذلك مع (Frederico. *et al.*, 2019)، بينما يشير الجدول (13) إلى تدني قيم تقييم النكهة في عينة الشاهد غير المغلفة في نهاية فترة التخزين (اليوم 30) ربما يعود ذلك إلى عدم احتوائها على العوامل المضادة للأحياء المجهرية. وبشكل خاص لوحظ ارتفاع قيم تقييم النكهة في العينة (k5) المغلفة بغلاف كازئيني مضاف له هلام التين الشوكي والزيوت العطرية للزعتر والقرنفل حيث حصل في نهاية فترة التخزين (اليوم 30) انتقال جزء من هلام التين الشوكي وجزء من الزيت العطري للزعتر والقرنفل الموجود في الأغلفة نحو الجبن مما يضفي نكهة مختلفة على جبن القشقوان ويتم قبوله من قبل المقيمين ويمكن أن يُعزى سبب ذلك الى الدور الذي قامت به العوامل المضادة للأحياء المجهرية المضافة الى الغلاف بالرغم من كمياتها القليلة في منع التلوث وبالتالي منع إنتاج الطعم غير المرغوب فيه كالمرارة والطعم المتعفن والحامضي وغيرها مما أدى إلى إعطاء أعلى الدرجات لهذا النمو.

الجدول (12):نتائج التقييم الحسي لعينات جبن القشقوان في اليوم العاشر من التخزين

العينات	الصفات الحسية			
	المظهر (5-1)	القوام والتركيب (5-1)	النكهة (5-1)	القبول العام (5-1)
k1(الشاهد)	0.69 ± 4.6^{Aa}	0.7 ± 4.4^{A}	0.66 ± 4.15^{AB}	0.68 ± 4.38^{A}
k2	0.42 ± 4.8^{Aa}	0.49 ± 4.45^{A}	0.51 ± 4.6^{A}	0.47 ± 4.61^{A}
k3	0.58 ± 4.35^{AB}	0.81 ± 4.15^{A}	1.01 ± 3.85^{AB}	0.8 ± 3.83^{A}
k4	0.99 ± 3.9^{B}	0.99 ± 4.10^{A}	0.92 ± 3.75^{B}	0.96 ± 3.91^{A}
k5	0.82 ± 4.3^{AB}	0.94 ± 4.00^{A}	1.03 ± 3.80^{B}	0.93 ± 4.03^{A}

الجدول (13): نتائج التقييم الحسي لعينات جبن القشقوان في اليوم الثلاثون من التخزين

العينات	الصفات الحسية			
	المظهر (5-1)	القوام والتركيب (5-1)	النكهة (5-1)	القبول العام (5-1)
k1(الشاهد)	0.99 ± 3.6^{Aa}	0.56 ± 3.65^{A}	0.82 ± 3.50^{A}	0.79 ± 3.58^{A}
k2	0.69 ± 3.9^{Aa}	0.96 ± 3.8^{A}	1.08 ± 3.70^{A}	$0.47\pm.3.80^{A}$
k3	0.56 ± 3.90^{A}	0.91 ± 3.95^{A}	0.94 ± 3.70^{A}	0.8 ± 3.85^{A}
k4	0.95 ± 4.05^{A}	1.01 ± 3.90^{A}	1.18 ± 3.75^{A}	0.96 ± 3.90^{A}
k5	0.82 ± 4.30^{A}	0.91 ± 4.20^{A}	0.82 ± 4.30^{A}	0.93 ± 4.03^{A}

يشير اختلاف الأحرف الكبيرة(A,B,C,D) إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات (العينات) (ضمن العامود الواحد), بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة (a,b,c,d) إلى وجود فروق معنوية بين أيام التخزين لكل معاملة (ضمن السطر الواحد) عند مستوى ثقة 0.05.

K1 : شاهد بدون تغليف، k2: بروتين الكازئين 5%، k3: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20%، k4: بروتين الكازئين 5%+الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%، k5: بروتين الكازئين 5%+ هلام التين الشوكي 20% +الزيت العطري للزعتر والقرنفل0.5%.

الاستنتاجات

1. أظهرت نتائج التحليل لنماذج الأغلفة المحضرة ارتفاع قيم السماكة والصلابة وقوة الشد مع زيادة المواد الداخلة في تركيبة الغلاف حيث أظهر الغلاف ca4 أعلى القيم بينما انخفضت نسبة القابلية للذوبان في الماء وتغير لون الأغلفة بشكل واضح من شفاف إلى أخضر وأصفر باهت مع إضافة هلام التين الشوكي والزيت العطري للزعتر والقرنفل إلى غلاف الكازئين.
2. أظهرت نتائج التحليل لعينات جبن القشقوان المغلفة ارتفاع في قيم نتائج التركيب الكيميائي للعينات المغلفة بالأغلفة الحيوية بالمقارنة مع عينة الشاهد وذلك بسبب ويعتبر هذا مؤشراً لكفاءتها الحجزية للرطوبة خلال مدة التخزين
3. أدى تغليف عينات الجبن بالأغلفة الحيوية إلى ارتفاع في رقم الـ pH وانخفاض في الحموضة المعايرة مع زيادة المواد الداخلة في تركيبة الغلاف الكازئيني، وانعكس اتجاه هذه المؤشرات خلال التخزين المبرد.
4. تحسنت الخصائص الفيزيائية لعينات الجبن المغلفة حيث انخفضت الصلابة باتجاه العينات بسبب احتفاظها بالرطوبة أثناء التخزين مقارنةً بعينة الجبن الشاهد وأعطت مؤشرات اللون قيم جيدة مقارنة مع عينة الشاهد.
5. لاقى المنتج قبول منخفض بالنسبة للعينات المغلفة في فترة التخزين الأولى ولكن عند اليوم الثلاثون من التخزين المبرد ازداد القبول وكان أعلى من عينة الجبن الشاهد وكانت العينة (k5) هي الأكثر قبولاً. وبقيت العينات المغلفة صالحة للاستهلاك حتى نهاية فترة التخزين المبرد

التوصيات:

1. يوصى بتغليف جبن القشقوان بالأغلفة الحيوية القابلة للأكل وبشكل خاص بالغلاف المركب ca4 (كازئين_ هلام_زيوت عطرية) لإغناء الجبن وتحسين جودته من الناحية التغذوية والصحية والحسية بالإضافة إلى تحسين الخصائص الفيزيائية.
2. يوصى بالتوسع باستخدام الأغلفة الحيوية القابلة للأكل في تغليف الأجبان بدلاً من الأغلفة البلاستيكية الملوثة للبيئة والضارة بالصحة ولقدرتها على إطالة مدة حفظ الأجبان المخزنة وتحسين الجودة.

المراجع:

خيري، شيماء رفعت؛ الموسوي، أزهار جواد. (2018).تحضير غلاف من الألجينات والكركم بطريقة (LBL) واستعماله في إطالة مدة حفظ جبن المونتري. (مجلة كربلاء للعلوم الزراعية) وقائع المؤتمر العلمي الزراعي الثالث، كلية الزراعة، جامعة كربلاء

AbdulHadi, I.M. (2022). Preparation of Edible Cheese Casings with Natural Biological Characteristics from Whey Proteins and Green Tea Extract (Camellia sinensis). A Thesis

submitted in Fulfillment of the Requirements for the Degree of Ph.D. in Food Science and Technology, College of Agricultural Studies. Sudan University of Science and Technology.

Abu Diak, O.; Bani-Jaber, A.; Amro, B.; Jones, D.; Andrews, G.P. (2007). The manufacture and characterization of casein films as novel tablet coatings. Food Bioprod. Process. 85, 284-290.

Allegra, A.; Inglese, P.; Sortino, G.; Settanni, L.; Todaro, A.; Liguori, G. (2016). The influence of Opuntia ficus-indica mucilage edible coating on the quality of 'Hayward'kiwifruit slices. Postharvest Biol. Technol, 120, 45–51.

AOAC. (2002). Official Method of Analysis. 16th Edition, Association of Official Analytical, Washington DC.

AOAC. (2016). Official methods of analysis of the Association of Official's Analytical Chemists. (20 th ed.) Washington. DC, USA: AOAC International

Apriliyani, M. W. Andriani,R.D. Rahayu,P.P. Purwadi,P. Manab, A. , (2020). MECHANICAL, FILM ADDED WITH MODIFIED CASEIN. Jurnal Ilmu Teknologi Hasil Ternak,food preservation, Second edition, CRC press. 477-507.

Archana S, Divya KB, Rajakumar SN and Aswin S Warrier. (2020). Evaluation of sensory quality of paneer with casein based edible coating incorporated with essential oil. The Pharma Innovation Journal 2020; 9(11): 26-28

Bagheripoor, N. Khoshgozaran-Abras, S. Sohrabvandi, S. Khorshidian, N. Mortazavian, A.M. MollaKhalili, N. Jazaeri, S. (2018). Application of active edible coatings to improve the shelf-life of cheese. Food Sci. Technol. Res. 24(6), 949–962.

Baldwin, E. A. (2012). Surface treatments and edible coatings in food preservation. In Handbook of food preservation, Second edition, CRC press. 477-507.

Buriti, F.C.A.; da Rocha, J.S.; Saad, S.M.I. (2005). Incorporation of Lactobacillus Acidophilus in Minas Fresh Cheese and Its Implications for Textural and Sensorial Properties during Storage. Int. Dairy J. 15, 1279–1288.

Cai, C. Ma, R. Duan, M. Deng,Y. Liu, T. Lu, D. (2020). Effect of starch film containing thyme essential oil microcapsules on physicochemical activity of mango, LWT. 131, 109700.

Choi, W. S. and Han, J. H. (2001). Physical and Mechanical Properties of Pea-Protein-based Edible Films. Journal of Food Science, 66(2)319-322.

Daniloski, D. Gjorgjijoski, D. Trajkovska Petkoska, A. (2020). Advances in active packaging: perspectives in packaging of meat and dairy products. Adv. Mater. Lett. 11(5), 1–10.

Dulce C, González Sandoval, Brenda Luna Sosa, Guillermo Cristian Guadalupe Martínez-Ávila, Humberto Rodríguez Fuentes, Victor H, Avendaño Abarca and Romeo Rojas. (2019). Formulation and Characterization of Edible Films Based on Organic Mucilage from Mexican Opuntia ficus-indica.

Fematt-Flores, G.E.; Aguiló-Aguayo, I.; Marcos, B.; Camargo-Olivas, B.A.;Sánchez Vega, R.; Soto- Caballero, M.C.; Salas-Salazar, N .A. ; Flores Córdova, M.A.; Rodríguez-Roque, M.J. (2022). Milk Protein Based Edible Films: Influence on Mechanical, Hydrodynamic, Optical and Antioxidant Properties. Coatings, 12, 196.

Frederico V. R. Castro, Mariana A. Andrade, Ana Sanches Silva, Maria Fátima Vaz and Fernanda Vilarinho. (2019). The Contribution of a Whey Protein Film Incorporated with Green Tea Extract to Minimize the Lipid Oxidation of Salmon (Salmo salar L.), Foods, (8), 327

Galindez, A.; Daza, L.D.; Homez-Jara, A.; Eim, V.S.; Váquiro, H.A. (2019). Characterization of ulluco starch and its potential for use in edible films prepared at low drying Ghiasi, F.; Golmakani, M.T.; Eskandari, M_H.; Hosseini, S.M.H. A new approach in the hy

drophobic modification of polysaccharide_based edible films using structured oil nanopartic les. Ind. Crop. Prod. 2020, 154, 112679.

Ibrahim, R.A.; Abd El-Salam, B.A.; Alsulami, T.; Ali, H.S.; Hoppe, K.; Badr, A.N. (2023). Neoteric Biofilms) Applied to Enhance the Safety Characteristics of Ras Cheese during Ripening Food. 12,3548.

Jafarzadeh, S. Salehabadi, A. Nafchi, A.M. Oladzadabbasabadi,N. Jafari, S.M. (2021). Cheese packaging by edible coatings and biodegradable nanocomposites; improvement in shelf life, physicochemical and sensory properties. Trends Food Sci. Technol. 116, 218–231.

Kavas, G. Kavas, N. and Saygili, D. (2015). The effects of theyme and clove essential oil fortified edible films on the physical, chemical and microbiological characteristics of kashar cheese. Journal of Food Quality ISSN 1745-4557.

Koyuncu, M. A., & Savran, H. E. (2002). Edible coatings. Journal Institue Scence, Suleyman Demirel Univeristy, 6 (3), 73–83.

Kumar, L. Ramakanth, D. Akhila, K. Gaikwad, K.K. (2022). Edible films and coatings for food packaging applications: a review. Environ. Chem. Lett., 1–26.

Luo, M.; Cao, Y.; Wang, W.; Chen, X.; Cai, J.; Wang, L.; Xiao, J. (2019). Sustained-release antimicrobial gelatin film: Effect of chia mucilage on physicochemical and antimicrobial properties. Food Hydrocoll. 87, 783–791

Mahon D.J., Oberg C.J. (2017). Pasta-Filata Cheeses. In: Cheese, Chemistry, Physics and Microbiology. (McSweeney P., Cotter P., Everet D. Eds). Academic Press. 2017, pp. 1041-1068, eBook ISBN: 9780124170179, Hardcover ISBN: 9780124170124.

Majid, J. (2009). Biodegradable whey protein edible films anew biomaterials for food and drug packaging. Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences, 5(3):129-134.

Menegas,Z.L.; Pimentel, T. C. ; Garcia, S. and Prudencio, S. H. (2013). Dry-fermented chicken sausage produced with inulin and corn oil: Physicochemical, microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage. Meat Science 93 :501–506.

Mohammadi, M. Mirabzadeh, S Shahvalizadeh, R. Hamishehkar, H. (2020). Development of novel active packaging films based on whey protein isolate incorporated with chitosan nanofiber and nano-formulated cinnamon oil, Int. J. Biol. Macromol. 149. 11–20.

Nájera, A.I. Nieto, S. Barron, L.J.R. Albisu, M. (2021). A review of the preservation of hard and semi-hard cheeses: quality and safety. Int. J. Environ. Res. Public Health. 18(18), 9789.

Nazan Turhan, K.; S¸ahbaz, F. (2004). Water vapor permeability, tensile properties and solubility of methylcellulose-based edible films. J. Food Eng. 61, 459–466.

Nemati, V.; Hashempour-Baltork, F.; Sadat Gharavi-Nakhjavani, M.; Feizollahi, E.; Marangoni Júnior, L.; Mirza Alizadeh, A. (2023). Application of a Whey Protein Edible Film Incorporated with Cumin Essential Oil in Cheese Preservation. Coatings, 13, 1470.

Nyamete, F.A. and Mongi, R.J. (2017). Folate Contents, Nutritional Quality and Consumer Acceptability of Yogurt Fortified with Red Beetroot Extract. Tanzania Journal of Agricultural Science, Vol. 16 No. 2, 90-100.

Rachmawati, E. and Suryani, L. (2011). Optimasi Proporsi Campuran Gluten dan Gum Arab Serta Penambahan Asam Stearat dalam Pembuatan Edible Film dan Aplikasinya untuk Pelapisan

Kacang Bawang Rendah Lemak Prosiding Seminar Nasional (Surakarta: Universitas Slamet Riyadi) pp 98–106.

Regalado, C.; Pérez-Pérez, C.; Lara-Cortés, E. and García-Almendarez, B. (2006). Whey protein based edible food packaging films and Coatings. In Advances in Agri. and Food Biotechnol., Editors: Guevara-González, R. G and Torres-Pacheco, I.pp: 237-261.

Regalado, C.; Pérez-Pérez, C.; Lara-Cortés, E. and García-, J.F., Zúñiga, R.N., Osorio, F., Pedreschi, F. (2015). Physical properties of emulsion-based hydroxypropyl methylcellulose/whey protein isolate (HPMC/WPI) edible Carbohydr. films. Polym. 2015, 123, 27-38.

Ríos-de-Benito, L.F.; Escamilla-García, M.; GarcíaAlmendárez, B.; Amaro-Reyes, A.; Di Pierro, P.; Regalado-González, C. (2021). Design of an Active Edible Coating Based on Sodium Caseinate, Chitosan and Oregano Essential Oil Reinforced with Silica Particles and Its Application on Panela Cheese. Coatings 11, 1212.

Rocha, F.S.; Fadini, A.L.; Alvim, I.D.; Sadahira, M.S.; Queiroz, M.B.; Alves, R.M.V.; Silva, L.B. (2013). Mechanical properties and water vapour permeability of hydrolysed collagen–cocoa butter edible films plasticised with sucrose. Food Hydrocoll. 30, 625–631.

Sancakli, A.; Basaran, B.; Arican, F.; Polat, O. (2021). Effects of bovine gelatin viscosity on gelatin-based edible film mechanical, physical and morphological properties. SN Appl. Sci., 3, 8.

Santoso B, Herpandi V, Ariani and Pambayun, R. (2012). Karakteristik edible film dari kacang ekstrak kacang kedelai dengan tambahan tepung tapioka dan gliserol sebagai bahan pengemas makanan. J. Tek. Kim. USU 2 198–201.

Sara, N. E. M. (2015). Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Whey Dangke dan Agar dengan Penambahan Konsentrasi Sorbitol Skripsi (Makassar: Universitas Hasanuddin).

Song, X. Zuo, G. Chen, F. (2018). Effect of essential oil and surfactant on the physical and antimicrobial properties of corn and wheat starch films, Int. J. Biol. Macromol. 107 (Pt A). 1302–1309.

Suryaningrum, D. T. H, Basmal, J. and Nurochmawati (2005). Studi pembuatan edible film dari karaginan Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia 11 1–13.

Talevski,G. Srbinovska,S. Santa,D. Mateva, N. (2017). Influence of packaging materials on Kashkaval quality. Mljekarstvo 67 (1), 25-32.

Vahedikia, N. Garavand, F. Tajeddin, B. Cacciotti, I. Mahdi, S. (2019). Biodegradable zein film composites reinforced with chitosan nanoparticles and cinnamon essential oil: Physical, mechanical, structural and antimicrobial attributes. Colloid. Surf. B, 177, 25–32.

Venus Bansal, Santosh Kumar Mishra. (2019). Reducedsodium cheeses: Implications of reducing sodium chloride on cheese quality and safety, Comprehensive Reviews in food science and food safety. Vol. 15 No.

Wang, K.Wang, W. Ye, R. Liu, A. Xiao, J. Liu, Y. Zhao, Y. (2017). Mechanical properties and solubility in water of cornstarch-collagencompositefilms: Effect of starch type and concentrations. FoodChem. 209–216.

Yalcin, Ü. Andic, S. Akkol, S. (2021). The Effect of Sodium Caseinate or Chitosan Edible Coatings on Some Chemical Textural and Microbiological Characteristics of Kashar Cheese. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(1): 290-302, 2021.

Yuan, G., Lv, H., Yang, B., Chen, X., & Sun, H. (2015). Physical properties, antioxidant and antimicrobial activity of chitosan films containing carvacrol and pomegranate peel extract. Molecules, 20(6), 11034-11045.

Zantar, S. Yedri, F. Mrabet,R. Laglaoui, A. Bakkali, M. and Zerrouk, M.H. (2014). “Effect of Thymus vulgaris and Origanum compactum essential oils on the shelf life of fresh goat cheese”. Journal of Essential Oil Research,26(2), 76-84.

Effect of Using Edible Milk Protein (Casein) Films Made of Laboratory on some Quality Characteristics of Kashkaval Cheese

Aya safwan AL- bittar*(1) and Omer Zammar(1)

(1). Department of Food Science, Faculty of Agricultural Engineering, AL-Baath University, Homs. Syria.

(*Corresponding author: Aya AL- bittar. E-Mail: ayasy6781@gmail.com Mobile :0949225786).

Received:29/8/2024 Accepted:17/12/2024

Abstract

The aim of this research was to manufacture edible biofilms to extend the shelf life of Kashkaval cheese. Accordingly, four models of covers based on milk casein protein at a rate of 5% (weight/volume) of dry matter and supported with prickly pear gel at a rate of 20% (volume/volume) with the addition of a mixture of thyme and clove essential oils together at the same addition ratio of 0.5% (volume/volume), respectively, namely (casein film) Ca1, (casein - *Opuntia ficus-indica* gel) Ca2, (casein - mixture of thyme and clove essential oils) Ca3, (casein - *Opuntia ficus-indica* gel - mixture of thyme and clove essential oils) Ca4. Then the physical and mechanical properties of the four films models were studied. The results showed that adding prickly pear gel and a mixture of thyme and clove essential oils to the casein protein solution led to an increase in the thickness of the cover and tensile strength and a decrease in solubility compared to the cover Casein alone without addition, then the chemical, physical and sensory properties of Kashkaval cheese were studied after wrapping during storage for 30 days at a temperature of 4±1°C. The results showed that the moisture, protein and fat content of the cheese increased with the increase of the materials entering into the casein coating, especially in the treatment wrapped with the composite coating (casein_gel_mixture of thyme and clove essential oils) (K5). The pH increased significantly and the acidity decreased insignificantly in all wrapped samples compared to the control cheese sample. In addition, the results of the physical analysis showed a decrease in hardness values towards the coated samples and a significant increase with the increase in the refrigerated storage period, which affected the general acceptance of the cheese samples. The brightness index L* and the index a* values increased significantly with the increase in the materials entering into the casein coating, while the index b* value decreased. The coated cheese samples maintained the required sensory qualities of Kashkaval cheese, as the coated cheese was sensory accepted by the evaluators, especially the cheese sample coated with the compound coating (casein_gel_a mixture of thyme and clove essential oils) K5. Therefore, this active coating can contribute to improving the quality and safety of Kashkaval cheese, which leads to extending its shelf life and maintaining quality qualities during the storage period.

Keywords: Kashkaval cheese, *Opuntia ficus-indica* gel, essential oils, edible bio films