الخصائص الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة

بتول يونس رمضان*[(1)] و أنطون سمعان يوسف[(2)] و رمضان سليمان عطرة[(2)]

(1). طالب دكتوراه في جامعة حمص/ كلية الهندسة الكيميائية والبترولية/ اختصاص حفظ وتخزين الأغذية / قسم الهندسة الغذائية، حمص، سوريا

(2). أستاذ في جامعة حمص/ كلية الهندسة الكيميائية والبترولية/ قسم الهندسة الغذائية، حمص، سوريا

(*للمراسلة الباحث: بتول يونس رمضان، البريد الإلكتروني: batoulramadan612@gmail.com ، هاتف: 0946191638)

تاريخ الاستلام: 2025/2/16 تاريخ القبول: 2025/5/8

الملخص

تم في هذا العمل دراسة تأثير استخدام الخثرة المخزنة بالتجميد عند درجة حرارة (-18°C) و(-10°C) وباستخدام نوعين من عبوات التعبئة هي أكياس بولي ايتيلين شفافة وأكياس بولي ايتيلين مع طبقة من الألمنيوم على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لجبن القشقوان. بينت النتائج وجود تغييرات في التركيب الكيميائي بالنسبة لقيمة الـpH والدسم في حين لم يكن هناك تأثير على كل من المادة الجافة والبروتين، كما لوحظ انخفاض في التعداد الكلي للبكتريا اللبنية لجبن القشقوان في نهاية فترة الإنضاج. وكانت أكثر هذه التغيرات عند جبن القشقوان المصنع من الخثرة المخزنة عند درجة حرارة 10°C-. كما بينت أن تعبئة الخثرة في أكياس من الألمنيوم وتخزينها عند درجة حرارة 18°C- أفضل من التعبئة الأكياس بولي ايتيلين شفافة، كما أنه كان هناك تأثير لنسبة البادئ في قيم الـpH والدسم خلال فترة التخزين.

الكلمات المفتاحية: خثرة، قشقوان، بكتريا لبنية، pH

1. المقدمة:

يعتبر جبن القشقوان أحد أكثر أنواع جبن pasta filata شهرة ويتم إنتاجها في جميع دول البحر الأبيض المتوسط تقريباً وبعض دول شرق ووسط أوروبا، ويتم إنتاجه بشكل رئيسي في رومانيا وبلغاريا وروسيا. عادة ما يتم تصنيع جبن القشقوان من حليب الأغنام، يتم أثناء عملية تصنيعه غمر الخثرة في الماء الساخن، وعجنها وتمديدها حتى تصبح ناعمة وخالية من الكتل. (Abou-Donia., 2004).

يصنف جبن القشقوان ضمن الأجبان القاسية والتي تتصف بأنها تقطع إلى شرائح عند استخدامها ولها قوام متماسك، يعتبر جبن القشقوان المصنوع من حليب الأغنام أفضل هذه الأنواع نظراً لارتفاع نسبة الدسم في المادة الصلبة، كما يصنع أيضاً من حليب الأبقار أو مزيج منهما. وهو جبن معتدل، ناعم لكن ذو قوام مغلق ومصقول ويميل لونه للأصفر ذلك لأنه يُسخّن في الماء الحار، ومن ثم توضع في قوالب ويُضغط لإعطائه الشكل المطلوب (عطرة، 2017).

قيم (Markova & Ivanov,2019) تأثير أنظمة درجات حرارة التخزين المبردة في عملية التخمير في جبن القشقوان المصنوع من حليب الأبقار. حيث تم تخزين عينات الجبن لمدة 12 شهراً في أربعة أنظمة مختلفة لدرجات الحرارة. وتم رصد التغيرات في الpH والنسبة المئوية للحموضة المعايرة لجبن القشقوان وكذلك نمو بكتيريا حمض اللبن أثناء التخزين. وقد وجد أن تخزين جبن القشقوان في درجات حرارة أقل من 1°C كان مصحوباً بتثبيط كامل لعملية التخمير. كما وجدت حساسية أعلى لتأثير درجات الحرارة المنخفضة ومعدل بقاء أقل أثناء التخزين المبرد لمدة 12 شهرًا لبكتيريا *Lactobacillus spp.* بالمقارنة ببكتيريا *Streptococcus spp.*.

صنع (Dimitrov et al., 2015) عينات جبن القشقوان عن طريق بسترة حليب الأبقار عند (62-67°C). تم وضع العينات في مدة الإنضاج (8-10°C). وجد أن التركيز الأعلى للخلايا في مزرعة البادئ يؤدي إلى تنشيط وتسريع عملية تحلل البروتين مع إنتاج أحماض أمينية حرة بتراكيز تفوق بشكل كبير ما تم الحصول عليه في الجبن التقليدي.

هدفت (العطار وآخرون، 2015) إلى استخدام البكتريا اللبنية المعزولة محلياً في تصنيع جبن القشقوان ودراسة تأثيرها في الصفات الكيميائية والحسية حيث تم تصنيع الجبن باستخدام بكتريا معزولة محلية تتضمن *Lc.lactis* ssp.*lactis* و *Lb.paracasei* ssp *paracasei* المعاملة (1) و*Lc.lactis* ssp.*lactis* و*Lb.plantarum* المعاملة (2) ومقارنتها مع البادئ التجاري. لوحظ تغير في درجة حموضة جبن المعاملة (1) و(2) مقارنةً مع الشاهد مما أثر في التركيب الكيميائي للجبن، وكان لاستخدام العصيات اللبنية غير متجانسة التخمر دوراً في التحلل البروتيني الثانوي حيث ازادت قيم الآزوت اللابروتيني والآوزت الكازئيني والأحماض الأمينية الحرة في كل من جبن المعاملة (1 و2) عند مقارنتها مع الشاهد، ولوحظ عدم وجود فروق معنوية في التقييم الكلي للصفات الحسية لعينات الجبن الثلاث، إلا أن الجبن المصنّع باستخدام بكتريا Lc.lactis ssp.lactis وLb.plantarum المعاملة (2) قد حصل على درجات أكثر قبولاً من باقي العينات من حيث النكهة.

درس (Pappa et al., 2020) إنتاج جبن القشقوان إما من حليب الأغنام (100%) أو خليط من حليب الأغنام (90%) –الماعز (10%). تم تصنيع جبن حليب الأغنام إما عن طريق التمليح الجاف أو الغمر في محلول ملحي بنسبة (NaCl) 18% w/w. تم غمر الجبن المصنوع من خليط حليب الأغنام والماعز مباشرة في محلول ملحي بنسبة 15% أو 18% w/w كلوريد الصوديوم. تمت مراقبة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للجبن المصنع خلال فترة الإنضاج لمدة 3 أشهر. أظهرت نتائج دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية عدم تأثير طرق التمليح المختلفة. لذلك، يمكن تمليح جبن القشقوان إما بالملح الجاف أو بالغمر في محلول ملحي، دون تغيير تكوينها الأساسي وخصائصها الحسية.

درس (Ivanova et al., 2021) تأثير درجة حرارة الإنضاج (9±1°C، 11±1°C و13±1°C) لجبن القشقوان من حليب البقر على خصائصه الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية والحسية. بالنسبة لفترة الإنضاج ولوحظ عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في مؤشرات المادة الجافة ومحتوى الدهن والملح والبروتين. وقد لوحظ انخفاض طفيف في الحموضة النشطة خلال عملية الإنضاج والتي كانت أكثر وضوحا في العينات التجريبية المنضجة عند درجات حرارة أعلى (13±1°C). أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أنه يمكن استخدام درجة حرارة إنضاج عالية بنجاح لتقليل تكاليف الإنتاج دون تغيير الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية والحسية المحددة لجبن القشقوان من حليب البقر.

درس (Georgeta et al., 2010) توصيف جبن القشقوان من الناحية التركيبية. تبين أنه مع زيادة فترة الإنضاج تشكلت روابط جديدة بين الببتيدات بسبب اختلال حبيبات الدسم. تأثرت المرونة بشكل كبير بزيادة فترة الإنضاج نتيجة حدوث تفاعلات تحلل البروتين وتحلل الدهون أثناء إنضاج الجبن.

درس (Andronoiu et al., 2014) خاصيتين تركيبيتين، معامل المرونة والثبات، أثناء عملية إنضاج جبن القشقوان. بينت النتائج انخفاض محتوى الرطوبة أثناء الإنضاج نتيجة تبخر الماء. لوحظ ازدياد تركيز النيتروجين الذواب خلال مرحلة الإنضاج، وكذلك معامل الصلابة والمرونة. كما تؤثر العمليات الكيميائية الحيوية التي حدثت أثناء الإنضاج إلى حد كبير على الصفات التركيبية.

كان هدف (IVANOVA et al., 2020) من هذه الدراسة هو تحديد تأثير درجات حرارة التخزين المختلفة على تحلل الدهون وأكسدة دهون الحليب في جبن القشقوان البلغاري. تم تخزين عينات الجبن في أربع درجات حرارة مختلفة لمدة 12 شهرا وتم أخذها للتحليل كل شهر. لقد وجد أن شدة عمليات التحلل الدهني والأكسدة في جبن القشقوان تأثرت بشكل كبير بدرجة حرارة التخزين. لم يتم تحديد فروق ذات دلالة إحصائية في جودة الأحماض الدسمة.

قام (Tripaldi et al., 2022) بتقييم تأثير استخدام الخثرة المجمدة على الخصائص الكيميائية والخواص التأكسدية لجبن الموزاريلا. تم إنتاج عينات من جبن موزاريلا الجاموس بكميات مختلفة من الخثرة المجمدة في ثلاث مزارع ألبان وتم تحليلها بعد يوم واحد وتسعة أيام. تبين أنه بزيادة كمية الخثرة المجمدة، انخفض محتوى الدسم ونشاط مضادات الأكسدة في جبن الموزاريلا. وأثناء التخزين، حدثت زيادة في محتوى الرطوبة وانخفاض في محتوى الدسم والبروتين.

2. مبررات وأهمية البحث:

من خلال مراقبة واقع منتجات الألبان وخاصةً الحليب وكميات تواجده في الأسواق المحلية، يلاحظ اكتظاظ الأسواق في هذه المادة في بعض الأشهر من السنة كأشهر الربيع والصيف مثلاً وقلة المعروض في أشهر أخرى مما يشكل حالة عدم انتظام في إمداد المصانع وورش إنتاج الأجبان بهذه المادة ويقود ذلك إلى تغير كبير في أسعارها. يعالج هذا البحث إمكانية التخزين المجمد لخثرة الأجبان في أشهر وفرة الحليب وإمداد مصانع إنتاج جبن القشقوان بشكل منتظم على مدار العام.

3. هدف البحث:

تصنيع جبن قشقوان من الخثرة المخزنة بالتجميد ودراسة خصائصها بطرق تغليف مختلفة.

4. مواد وطرائق البحث:

المواد المستخدمة:

- حليب بقري: سحبت عينات الحليب من مورد واحد لمحلات بيع بالتجزئة (محافظة حمص، قرية الكنيسة في شمال غرب مدينة حمص) خلال شهر آذار من عام 2022.
- منفحة (Handz Beklr Tablets)
- كلوريد كالسيوم مخبري
- بادئ بكتيريا حمض اللبن للألبان والأجبان (Lb. bulguricus-Lb. casei-Str. Thermophiles-Str. Lactis) تحضير وتعبئة مؤسسة آمنة للمضافات الغذائية. سوريا_ حمص_ حسياء الصناعية.
- وسط MRS وM17 لتحديد تعداد البكتريا اللبنية

الأجهزة المستخدمة:

- وحدة تصنيع الجبن مصنعة محلياً (في مخبر الألبان/ كلية الهندسة الكيمائية والبترولية/ قسم الهندسة الغذائية)
- أجهزة التجميد والتخزين المستخدمة: من أجل تجميد الخثرة وتخزينها مجمدة تم استخدام: جهاز التجميد السريع: يمكن باستخدام هذا الجهاز تجميد المنتجات الغذائية حتى (-30°C) وهو جهاز تجميد يعمل على الفريون كوسيط تبريد مجهز

بنظام تبريد هوائي وحساسات حرارية لقياس درجات الحرارة داخل حجرة التجميد وفي عمق المنتج الخاضع للتجميد وفي أكثر من نقطة أو مكان عند الحاجة. الجهاز تصنيع محلي (شركة عمرين للتبريد). ومن أجل تخزين العينات على درجات حرارة مختلفة تم استخدام مجمدات تبريد وتجميد يمكن من خلالها التحكم بدرجة حرارة التخزين المجمد ضمن المجال المطلوب (-10°C، -18°C)

الشكل (1): جهاز التجميد السريع

مواد التعبئة: بولي ايتيلين منخفض الكثافة ثخانته رقيقة 100 ميكرون، وبولي ايتيلين مع طبقة من الألمنيوم من النوع المستخدم في تعبئة المواد الغذائية تتميز هذه الأكياس بمنع مرور الأشعة الضوئية لتخزين الخثرة، وأكياس بولي أميد لتعبئة جبن القشقوان.

المنتج المدروس: جبن القشقوان تم تحضيره الخثرة المجمدة والمصنوعة من حليب الأبقار باستخدام بادئ بكتريا حمض اللبن.

5. منهجية الدراسة العملية:

1. تصنيع جبن القشقوان مخبرياً من الخثرة المجمدة كما يلي:

- بسترة الحليب على درجة حرارة 72°C لمدة 15 sec.
- التبريد حتى الدرجة 35°C (مناسبة لعمل البادئ).
- إضافة البادئ بثلاث نسب مختلفة:(1% ، 1.5% ، 2%)
- إضافة كلور الكالسيوم بنسبة 1.8 gr لكل 12Kg.
- إضافة المنفحة حسب قوتها.
- تقطع الخثرة وتحرك لمدة 5 دقائق
- التسخين الثاني مع التحريك حتى تصبح درجة الحرارة 42°C نتركها بهذه الدرجة لمدة 10 min في المصل تقريباً حتى تصل إلى قيمة pH المحددة (pH= 5.3).
- التصفية حيث تم وضع الخثرة الناتجة في قطعة من الشاش بعدها نقوم بكبسها حتى تتخلص من كامل المصل الموجود.
- تعبئة الخثرة في أكياس من البولي ايتيلين 100 ميكرون وفي أكياس بولي ايتلين مع طبقة المنيوم وتخزينها بدرجة حرارة -10°C و-18°C لمدة 6 أشهر.
- فك تجميد الخثرة وذلك بتركها بدرجة حرارة (5±2°C) لمدة 12 ساعة
- الطبخ في محلول ملحي تركيزه 12% ودرجة حرارة (75±2°C) لمدة 5 دقائق
- وضعها في قوالب وهي ماتزال طرية وساخنة حتى يستوي سطحها وكذلك التخلص من المصل المتبقي في الخثرة وتترك بدرجة حرارة الغرفة حتى تتوزع الرطوبة بشكل متساوي بين الطرفين.

- تعبئة جبن القشقوان بأكياس من البولي أميد وتفريغها من الهواء
- إنضاج جبن القشقوان عند درجة حرارة (10±2°C).

الشكل (2): الخثرة المصنعة مخبرياً

الشكل (3): جبن القشقوان المصنع مخبرياً

2. اختبارات الكيميائية:

- **المادة الدسمة:** وفق طريقة جربر (AOAC 1990).
- **تقدير البروتينات:** وفق طريقة كلدال (AOAC 1990).
- **تقدير المادة الجافة:** وفق (AOAC 1990)
- **رقم الحموضة (pH):** باستخدام مقياس pH meter (Milwaukee)

3. الاختبارات الميكروبيولوجية: تم أجراء تعداد البكتريا اللبنية (MRS و M17) وفق (صادق، 2006).

الدراسة الإحصائية:

تم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام Minitap17، بواسطة تحليل التباين ANOVA one way عند قيم $\alpha=0.05$ وبإجراء ثلاث مكررات للتجارب وأخذ المتوسط.

النتائج ومناقشتها:

1. التركيب الكيميائي لجبن القشقوان الطازج المصنع مخبرياً:

تشير معطيات الجدول (1) إلى عدم وجود تغيرات ملحوظة في قيم المادة الجافة والبروتين الكلي والدسم والـpH لجبن القشقوان المصنع من الخثرة الطازج وهذا يتوافق مع ماذكره (Ivanova et al., 2021)

الجدول (1): التركيب الكيميائي لجبن القشقوان المصنع من الخثرة الطازجة

المركب %		نسبة البادئ المضاف		
		1%	1.5%	2%
المادة الجافة	المتوسط	46.34	46.50	47.35
	الانحراف	0.1	0.2	0.04
البروتين	المتوسط	27.76	27.80	27.76
	الانحراف	0.2	0.04	0.01
دسم	المتوسط	44.39	43.22	45.31
	الانحراف	0.03	0.01	0.1
pH	المتوسط	5.63	5.61	5.61
	الانحراف	0.02	0.3	0.02

2. نتائج جبن القشقوان المصنع من الخثرة المخزنة بالتجميد:

2-1-التغيرات الكيميائية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المخزنة عند 18°C- في أكياس ألمنيوم: يبين الجدول (2) نتائج الاختبارات الكيميائية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند درجة حرارة (18°C-).

بينت النتائج في الجدول (2) عدم وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين على قيمة المادة الجافة والبروتين لجبن القشقوان حيث P> 0.05 ويمكن تفسير ذلك من خلال ارتفاع نسبة الماء في البروتينات الموجودة في الخثرة المبرد وقدرتها على امتصاص كمية أكبر من الماء من البروتينات الموجودة في الخثرة الطازج أثناء عملية التمليح، ووجد تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين على قيم الدسم حيث P< 0.05 لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة وهذا يتوافق مع ما ذكره (Ivanova et al., 2021) كما وجد تأثير معنوي لدرجة حرارة التجميد على قيم الـpH وهذا يتوافق مع (Markova & Ivanov, 2019) ويمكن تفسير هذه التغيرات بارتباطها بشكل وثيق بنمو بكتيريا حمض اللبن أثناء تخزين القشقوان. كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH والدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (2): التركيب الكيميائي لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند 18°C-

القرينة %		نسبة البادئ المضاف		
		1%	1.5%	2%
المادة الجافة	المتوسط	44.32^{a}A	44.52 ^{a}A	44.65 ^{a}A
	الانحراف	0.04	0.05	0.03
البروتين	المتوسط	27.10 ^{a}A	27.09 ^{a}A	27.06 ^{a}A
	الانحراف	0.05	0.07	0.01
دسم	المتوسط	43.87^{a}A	42.97^{a}B	44.76^{a}C
	الانحراف	0.02	0.5	0.04
pH	المتوسط	5.63^{a}A	5.25^{b}B	5.58^{c}C
	الانحراف	0.04	0.3	0.04

يبين التحليل الإحصائي أن لدرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المخزنة بالتجميد حيث تدل الأحرف الكبيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الصغيرة تدل على تأثير نسبة البادئ المضاف.

2-2- التغيرات الكيميائية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المخزنة عند 18°C- في أكياس بولي ايتيلين: يبين الجدول (3) نتائج الاختبارات الكيميائية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند درجة حرارة (18°C-).

بينت النتائج في الجدول (3) عدم وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين على قيمة المادة الجافة والبروتين لجبن القشقوان حيث P> 0.05 وهذا يتوافق مع (Simov et al., 2005)، كما وجد تأثير معنوي لدرجة حرارة التجميد على قيم الـpH وهذا يتعارض مع (Simov et al., 2005) حيث لاحظ انخفاض طفيف في قيم الرقم الهيدروجيني مع زيادة مدة إنضاج جبن القشقوان، وذلك نتيجةً لعملية التخمير بحمض اللبن التي حدثت في جبن القشقوان خلال المراحل الأولى من النضج. كما أظهرت

النتائج وجود تأثير لدرجة حرارة التخزين على الدسم، تتعارض نتيجة تأثير درجة الحرارة على المادة الدسمة مع ما ذكره (Ivanov et al., 2022) حيث لم يكن هناك تأثير معنوي لدرجة الحرارة، كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH والدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (3): التركيب الكيميائي لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند -18°C

القرينة %		نسبة البادئ المضاف		
		1%	1.5%	2%
المادة الجافة	المتوسط	44.65 ^{a}A	44.74 ^{a}A	44.25 ^{a}A
	الانحراف	0.03	0.02	0.03
البروتين	المتوسط	27 ^{a}A	26.98 ^{a}A	26.92 ^{a}A
	الانحراف	0.04	0.02	0.01
دسم	المتوسط	43.82^{a}A	42.60^{a}B	44.77^{a}C
	الانحراف	0.04	0.03	0.05
pH	المتوسط	5.72^{a}A	5.71^{b}B	5.73^{c}C
	الانحراف	0.03	0.05	0.03

يبين التحليل الإحصائي أن لدرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المخزنة بالتجميد حيث تدل الأحرف الكبيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الصغيرة تدل على تأثير نسبة البادئ المضاف.

3-2- التغيرات الكيميائية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المخزنة عند 10°C- في أكياس ألمنيوم: يبين الجدول (4) نتائج الاختبارات الكيميائية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند درجة حرارة (10°C-).

أظهرت النتائج في الجدول (4) عدم وجود تأثير لدرجة حرارة التخزين على المادة الجافة والبروتين وهذا يتوافق مع (Ivanova et al., 2021) ويمكن تفسير ذلك من خلال ارتفاع درجة محبة البروتينات في الخثرة المبردة وقدرتها على امتصاص المزيد من الماء مقارنة بالبروتينات الموجودة في الخثارة الطازجة، كما تبين أن لدرجة حرارة التخزين تأثير على قيم الدسم وهذا يتوافق مع (Ivanova et al., 2021) حيث رجَّح أن تكون مصفوفة البروتين والدسم في الخثرة المُبرَّدة أقل كثافةً وأقل قدرةً على الاحتفاظ بدسم الحليب، كما كان هناك تأثير لدرجة حرارة التخزين على قيم الـpH وهذا يتوافق مع (Markova & Ivanov, 2019) ويمكن تفسير هذه التغيرات بارتباطها بشكل وثيق بنمو بكتيريا حمض اللبن أثناء تخزين القشقوان. كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH والدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (4): التركيب الكيميائي لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند -10°C

القرينة %		نسبة البادئ المضاف		
		1%	1.5%	2%
المادة الجافة	المتوسط	42.65 aA	43.47 aA	42.91 aA
	الانحراف	0.06	0.05	0.03
البروتين	المتوسط	26.15 aA	26.30 aA	26.13 aA
	الانحراف	0.02	0.01	0.02
دسم	المتوسط	43.11aA	43.16aB	44.18aC
	الانحراف	0.02	0.05	0.02
pH	المتوسط	5.72aA	5.79bB	5.800cC
	الانحراف	0.05	0.03	0.02

يبين التحليل الإحصائي أن لدرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المخزنة بالتجميد حيث تدل الأحرف الكبيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الصغيرة تدل على تأثير نسبة البادئ المضاف.

2-4- التغيرات الكيميائية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المخزنة عند -10°C في أكياس بولي ايتيلين: يبين الجدول (5) نتائج الاختبارات الكيميائية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند درجة حرارة (-10°C).

بينت النتائج في الجدول (5) عدم وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين على قيمة المادة الجافة والبروتين لجبن القشقوان حيث $P> 0.05$ ويمكن تفسير ذلك من خلال ارتفاع نسبة الماء في البروتينات الموجودة في الخثرة المبرد وقدرتها على امتصاص كمية أكبر من الماء من البروتينات الموجودة في الخثرة الطازج أثناء عملية التمليح، ووجد تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين على قيم الدسم حيث $P< 0.05$ لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة وهذا يتوافق مع ما ذكره (Ivanova et al., 2021) كما وجد تأثير معنوي لدرجة حرارة التجميد على قيم الpH وهذا يتعارض مع (Simov et al., 2005) حيث لاحظ انخفاض طفيف في قيم الرقم الهيدروجيني مع زيادة مدة إنضاج جبن القشقوان، وذلك نتيجةً لعملية التخمير بحمض اللبن التي حدثت في جبن القشقوان خلال المراحل الأولى من النضج.

الجدول (5): التركيب الكيميائي لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند -10°C

القرينة %	نسبة البادئ المضاف		
	1%	1.5%	2%
المادة الجافة	42.81 aA	43.52 aA	43.51 aA
	0.04	0.04	0.03
البروتين	26.18 aA	26.18 aA	26.077 aA
	0.03	0.01	0.04
دسم	43.14aA	42.04aB	44.01aC
	0.04	0.04	0.02
pH	5.81aA	5.86bB	5.88cC
	0.09	0.02	0.06

يبين التحليل الإحصائي أن لدرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المخزنة بالتجميد حيث تدل الأحرف الكبيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الصغيرة تدل على تأثير نسبة البادئ المضاف.

3. **نتائج تحليل الميكربيولوجي للبكتريا اللبنية (MRS و M17) لجبن القشقوان المصنع من الخثرة الطازجة:** يبين الجدول (6) نتائج الاختبارات الميكربيولوجية للبكتريا اللبنية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة الطازجة

الجدول (6): نتائج الاختبارات الميكربيولوجية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة الطازجة

نسبة البادئ المضافة	MRS (cfu/g)	M17(cfu/g)
1%	$25\times10^2\pm0.2$	$25\times10^2\pm0.1$
1.5%	$27\times10^2\pm0.2$	$29\times10^2\pm0.1$
2%	$32\times10^2\pm0.1$	$37\times10^2\pm0.3$

4. **نتائج تحليل الميكربيولوجي للبكتريا اللبنية (MRS و M17) لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة:**

4-1-القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند 18°C- في أكياس من البولي ايتيلين: يبين الجدول (7) نتائج الاختبارات الميكربيولوجية للبكتريا اللبنية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند درجة حرارة 18°C-

وتشير النتائج إلى وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التجميد على البكتريا اللبنية حيث نلاحظ انخفاضها وهذا يتوافق مع (Markova & Ivanov, 2019) حيث بين أن لدرجات حرارة التخزين المنخفضة تأثير مثبط على نمو بكتيريا حمض اللبن في القشقوان كما أظهرت بكتيريا *Lactobacillus*. spp حساسية أكبر لدرجات حرارة التخزين المنخفضة مقارنة ببكتيريا *Streptococcus*. spp.

الجدول (7): نتائج الاختبارات الميكربيولوجية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند درجة حرارة 18°C-

نسبة البادئ المضافة	MRS (cfu/g)	M17(cfu/g)
1%	$5\times10^2\pm0.1^aA$	$10\times10^2\pm0.1^aA$
1.5%	$5\times10^2\pm0.2^aA$	$6\times10^2\pm0.1^aA$
2%	$10\times10^2\pm0.1^aA$	$15\times10^2\pm0.2^aA$

يبين التحليل الإحصائي أن لدرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً على البكتريا اللبنية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المخزنة بالتجميد حيث تدل الأحرف الكبيرة على تأثير درجة الحرارة، أما الأحرف الصغيرة تدل على تأثير نسبة البادئ المضاف.

4-2- القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند 18°C- في أكياس من الألمنيوم: يبين الجدول (8) نتائج الاختبارات الميكربيولوجية للبكتريا اللبنية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند درجة حرارة 18°C-

وتبين النتائج وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التجميد على البكتريا اللبنية حيث نلاحظ انخفاضها وهذا يتوافق مع ما ذكره (Simov & Ivanov, 2005) الذي ذكر أن الانخفاض في عدد الخلايا القابلة للحياة أثناء التخزين المجمد يكون أكثر أهمية بالنسبة لـ *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*، وهو ما كان دليلاً على حساسيتها الأكبر لتأثير درجات الحرارة المنخفضة.

وبين أن سبب ذلك يرجع إلى الكميات الأصغر من الدهون والأحماض الأمينية الحرة على جدار الخلية مقارنةً بـ *Str. Thermophilus*.

الجدول (8) نتائج الاختبارات الميكربيولوجية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند درجة حرارة -18°C

نسبة البادئ المضافة	MRS (cfu/g)	M17(cfu/g)
1%	$9\times10^2\pm0.1^aA$	$10\times10^2\pm0.1^aA$
1.5%	$9\times10^2\pm0.2^aA$	$12\times10^2\pm0.1^aA$
2%	$11\times10^2\pm0.1^aA$	$15\times10^2\pm0.2^aA$

يبين التحليل الإحصائي أن لدرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً على البكتريا اللبنية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المخزنة بالتجميد حيث تدل الأحرف الكبيرة على تأثير درجة الحرارة، أما الأحرف الصغيرة تدل على تأثير نسبة البادئ المضاف.

4-3- القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند -10°C في أكياس من البولي ايتيلين يبين الجدول (9) نتائج الاختبارات الميكربيولوجية للبكتريا اللبنية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند درجة حرارة -18°C

تظهر النتائج وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التجميد على البكتريا اللبنية حيث نلاحظ انخفاضها يتوافق مع (Ivanova et al., 2023) حيث لاحظ انخفاض *Lactobacillus* ssp في جبن القشقوان المصنوع من الخثرة المبردة وقد فسر ذلك بأن تبريد الخثرة قد قلل جزئياً من البكتيريا الدقيقة الموجودة به أثناء التخزين، بينما بقيت الخثرة الطازجة غنية بالبكتيريا الدقيقة. كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم البكتريا اللبنية خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (9): نتائج الاختبارات الميكربيولوجية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند درجة حرارة -10°C

نسبة البادئ المضافة	MRS (cfu/g)	M17(cfu/g)
1%	$5\times10^2\pm0.1^bB$	$6\times10^2\pm0.1^bB$
1.5%	$5\times10^2\pm0.2^bB$	$8\times10^2\pm0.1^bB$
2%	$7\times10^2\pm0.1^bB$	$8\times10^2\pm0.2^bB$

يبين التحليل الإحصائي أن لدرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً على البكتريا اللبنية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المخزنة بالتجميد حيث تدل الأحرف الكبيرة على تأثير درجة الحرارة، أما الأحرف الصغيرة تدل على تأثير نسبة البادئ المضاف.

4-4- القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند -10°C في أكياس من الألمنيوم: يبين الجدول (10) نتائج الاختبارات الميكربيولوجية للبكتريا اللبنية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند درجة حرارة -18°C

وتبين النتائج وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التجميد على البكتريا اللبنية حيث نلاحظ انخفاضها وهذا يتوافق مع ما ذكره (Simov & Ivanov, 2005) الذي ذكر أن الانخفاض في عدد الخلايا القابلة للحياة أثناء التخزين المجمد يكون أكثر أهمية بالنسبة لـ *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*، وهو ما كان دليلاً على حساسيتها الأكبر لتأثير درجات الحرارة المنخفضة. وبين أن سبب ذلك يرجع إلى الكميات الأصغر من الدهون والأحماض الأمينية الحرة على جدار الخلية مقارنةً بـ *Str. Thermophilus*.

الجدول (10) نتائج الاختبارات الميكربيولوجية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المجمدة عند درجة حرارة -10°C

نسبة البادئ المضافة	MRS (cfu/g)	M17(cfu/g)
1%	$7\times10^{2}\pm0.1^{b}B$	$8\times10^{2}\pm0.1^{b}B$
1.5%	$5\times10^{2}\pm0.2^{b}B$	$7\times10^{2}\pm0.1^{b}B$
2%	$9\times10^{2}\pm0.1^{b}B$	$10\times10^{2}\pm0.2^{b}B$

يبين التحليل الإحصائي أن لدرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً على البكتريا اللبنية لجبن القشقوان المصنع من الخثرة المخزنة بالتجميد حيث تدل الأحرف الكبيرة على تأثير درجة الحرارة، أما الأحرف الصغيرة تدل على تأثير نسبة البادئ المضاف.

الاستنتاجات:

من خلال دراستنا نستنتج مايلي:

1. من البيانات التي تم الحصول عليها من الواضح أن قيم الـpH لعينات الجبن تأثرت بدرجات حرارة التخزين
2. تعبئة الخثرة في أكياس من البولي ايتلين مع طبقة ألمنيوم هي الأفضل بالنسبة للخصائص المدروسة
3. إمكانية استخدام الخثرة المجمدة في تصنيع جبن القشقوان بدلاً عن الخثرة الطازجة.
4. كان لدرجات حرارة التخزين المنخفضة تأثيراً في نمو بكتيريا حمض اللبن في جبن القشقوان.

المقترحات:

1. اقتراح تعميم تجميد الخثرة لتصنيع مختلف أنواع الأجبان مثل جبن الدهن (المطبوخ) وجبن الموزريلا وغيرها من الأجبان.
2. اقتراح دراسة تجميد الخثرة المصنعة من أنواع أخرى من الحليب

المراجع:

العطار، سحر وصياح أبو غرة وأحمد هدال (2015). استخدام الجراثيم اللبنية المعزولة محلياً في تصنيع جبن القشقوان السوري ودراسة تأثيرها في الصفات الكيميائية والحسية. مجلة جامعة البعث–المجلد 37– العدد 16– 2015.

صادق، شريف ومحمود كشتعاري ورندى عبود (2006). علم الأحياء الدقيقة (القسم العملي). مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، جامعة البعث، سوريا.

عطرة، رمضان (2017). تقانة الألبان 2. منشورات جامعة البعث، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، 2016-2017.

Abou-Donia, S. A. (2004). DEVELOPMENTS IN EGYPTIAN KASHKAVAL CHEESE: AN OVERVIEW ARTICLE. Alex .J. Fd. Sci. & Technol. Vol. 1, No.1, pp. 69-73, 2004.

Andronoiu, G. D.; E. Botez; V. O. Nistor; and D. G. Mocanu (2014). Ripening process of Cascaval cheese: compositional and textural aspects. J Food Sci Technol. DOI 10.1007/s13197-014-1621-2

Dimitrov, D.; Z. Simov; Z. Dimitrov; and A. Ospanov (2015). IMPROVING OF THE MICROBIOLOGICAL AND PROTEOLYTIC PROFILE OF KASHKAVAL CHEESE BY

MODIFICATION IN HEAT TREATMENTS OF COW'S MILK AND CHEDDARED CURD. J Microbiol Biotech Food Sci / 4 (6) 546-549.

Georgeta, D. A.; E. Botez; G. D. Mocanu; and V.O. Nistor (2010). TEXTURAL CHARACTERISATION OF CASCAVAL CHEESE DURING MATURATION PROCESS. Agricultura – Ştiinţă şi practică. nr. 3-4 (75-76)/2010.

Ivanov, G.; A. Markova; I. Ivanova; and M. Dimitrova (2022). MICROBIAL GROWTH AND BIOGENIC AMINES FORMATION IN KASHKAVAL CHEESE. Journal of Hygienic Engineering and Design.

Ivanova, M.; T. Dessev; K. Dinkov; M. Dimitrova-Dicheva; N. Menkov; and E. Bogdanova (2023). Comparative study of quality characteristics of Kashkaval cheese from fresh and chilled curd. Food Science and Applied Biotechnology, 2023, 6(1), 47-55.

Ivanova, M.; K. Dinkov; L. Ivanova; G. Uzunova; and N. Menkov (2021). IMPACT OF REFRIGERATED CURD ON KASHKAVAL QUALITY I. CHEMICAL CHARACTERISTICS. Journal of Food Science and Technology, 2021, 13(2), 54-63.

IVANOVA, M.; G. IVANOV; A. MARKOVA; and I. IVANOVA (2020). LIPID HYDROLYSIS AND OXIDATION OF MILK FAT IN KASHKAVAL CHEESE STORED AT DIFFERENT TEMPERATURES. Oxidation Communications 43, No 4, 669–677 (2020).

Ivanova, M.; A. Markova; and G. Ivanov (2021). Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of cow's milk Kashkaval cheese ripened at different temperatures. Food Research 5 (2) (2021) 308 – 313

Markova, A.; and G. Ivanov (2019). Effect of refrigeration temperature on the fermentation process in kashkaval cheese. Scientific Works Of University Of Food Technologies 2019 Volume 66 Issue 1.

Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC)- 1990. FIFTEENTH EDITION, 1990. Published by the Association of Official Analytical Chemists, Inc. Suite 400 2200 Wilson Boulevard Arlington, Virginia 22201 USA

Pappa, E.; E. Kondyli; L. Bosnea; and M. Mataragas (2020). Changes in the physicochemical properties of kashkaval of Pindos cheese produced with different salting methods during ripening. Journal of Food Research; Vol. 9, No. 6; 2020

Simov, I. Z.; and Y. G. Ivanov (2005). Effect of frozen storage and aging on the Kashkaval cheese starter culture. World Journal of Microbiology & Biotechnology (2005) 21: 345–350. DOI 10.1007/s11274-004-4800-x.

Tripaldi, C.; G. Palocci; S. Rinaldi; S. Di Giovanni; M. Cali; G. Renzi; and C. Costa (2022). The multivariate effect of chemical and oxidative characteristics of Buffalo Mozzarella cheese produced with different contents of frozen curd. Vol 75, No 4 November 2022 International Journal of Dairy Technology

The chemical, physical and microbiological properties of Kashkaval cheese made from frozen curd

Batoul Younis Ramadan*(1) Antoun Samaan Youseef(2) Ramadan Suliman Atraa(2)

(1). PhD student at Homs University /Faculty of Chemical and Petroleum Engineering/Department of Food Engineering/Food Preservation and Storage, Homs, Syria
(2). Professor at Homs University/Faculty of Chemical and Petroleum Engineering/Department of Food Engineering, Homs, Syria
(*Batoul Younis Ramadan, email: batoulramadan612@gmail.com, phone: 0946191638)

Received: 16/2/2025 Accepted: 8/5/2025

Abstract

In this work, the effect of using frozen curd stored at temperatures (-18°C) and (-10°C) and using two types of packaging containers, transparent polyethylene bags and polyethylene bags with an aluminum layer, on the physical, chemical and microbiological properties of Kashkaval cheese was studied. The results showed changes in the chemical composition of pH and fat, while there was no effect on dry matter and protein. A decrease in the total lactic acid count of Kashkaval cheese was observed at the end of the ripening period. The most significant changes were in Kashkaval cheese made from curd stored at -10°C. It was also shown that packaging the curd in aluminum bags and storing it at -18°C was better than packaging it in transparent polyethylene bags. Furthermore, the percentage of starter culture affected the pH and fat content during storage.

Keywords: Curd, Kashkavl, pH, lactic acid