تأثير معاملات التصنيع والتعبئة ودرجة حرارة التخزين على بعض التغيرات الكيميائية في خثرة جبن القشقوان

بتول رمضان[1]* و أنطون يوسف[1] و رمضان عطرة[1]

(1). قسم الهندسة الغذائية، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، جامعة البعث،حمص، سورية.

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

تاريخ الاستلام:2024/09/26 تاريخ القبول: 2024/11/25

الملخص:

تم في هذا العمل دراسة تأثير الخزن بالتجميد لخثرة جبن القشقوان حيث حُضّرت الخثرة مخبرياً باستخدام ثلاث نسب للبادئ (1%، 1.5%، 2%)، وباستخدام نوعين من عبوات التعبئة هي أكياس بولي ايتيلين 100ميكرون شفافة ونفوذة للضوء وأكياس بولي ايتيلين مع طبقة من الألمنيوم غير نفوذة للضوء. كما تم التخزين المجمد على درجتي حرارة -10°C و-18°C باستخدام مجمدات خاصة بدون تدوير قسري للهواء وذلك في مخابر كلية الهندسة الكيميائية والتبرولية/ قسم الهندسة الغذائية. بينت النتائج إمكانية تخزين الخثرة بالتجميد لمدة 6 أشهر حيث كانت أهم التغيرات بالتركيب الكيميائي بقيمة الـpH والحموض الدسمة الحرة ونسبة الماء وكانت أكثر هذه التغيرات عند التخزين عند درجة حرارة -10°C. كان نسبة البادئ تأثير على قيم الـpH و الدسم خلال مدة التخزين.

الكلمات المفتاحية: خثرة، تجميد، بولي ايتلين، قشقوان.

المقدمة:

جبن القشقوان هو النوع التقليدي للجبن الصلب، ينتج هذا النوع من الأجبان في العديد من دول العالم ويعود تاريخه إلى القرن الحادي عشر والثاني عشر. يتم تصنيع القشقوان من حليب الأبقار الخام أو المبستر أو حليب الأغنام أو الماعز أو الحليب المختلط. لقد حصلت تطورات كثيرة على صناعة هذا الجبن وفي الوقت الحاضر يُصنع غالباً من الحليب المبستر وباستخدام البادئات الخاصة بصناعته (De Angelis and Gobbetti, 2016).

يتم تخزين جبن القشقوان بعد إنتاجه باستخدام التبريد وتكييف هواء غرف الخزن، حيث أدخلت تقنيات حديثة في حفظه مثل استخدام مواد التعبئة المختلفة وتحت التفريغ وغير ذلك، كما أظهرت بعض الدراسات الخاصة بحفظه في ظروف التجميد آراء متناقضة بخصوص جودة الجبن المحفوظ بالتجميد، حيث يشير البعض إلى أن التجميد يسبب بعض التغيرات الفيزيائية والكيميائية والتركيبية في بنيته (Markova & Galin, 2019).

ظهرت في السنوات الأخيرة فكرة حفظ خثرة جبن القشقوان بالتجميد ومن ثم إعادة تصنيعها عند الحاجة. إن أهمية حفظ الخثرة بالتجميد يكمن في حل مشكلة موسمية إدرار الحليب وبالتالي في فترة ما من العام يؤدي نقص الحليب إلى النقص اللاحق في المنتجات المصنعة منه، لذا عملت بعض الشركات المصنعة للقشقوان إلى استخدام الخثرة المعبأة (Barone et al., 2017).

يغني تجميد الخثرة عن تجميد الحليب بأكمله ومشاكل استهلاك الطاقة المرتبطة به كما يسمح تجميد الخثرة بتوحيد مواصفات المنتج المصنع على مدار العام وقد ظهرت بعض الدراسات حول تجميد الخثرة واستخدامها في تصنيع جبن القشقوان (Alinovi et al., 2020).

درس (Simov et al., 2005) نشاط التحلل للبروتين من بكتريا Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus و Streptococcus thermophilus في أجبان قشقوان بأزمنة إنضاج مختلفة، تم تخزينها في درجة حرارة 10- إلى 12°C- لمدة 12 شهراً. ثبت أن التحلل البروتيني لجبن القشقوان الناجم عن مزرعة البادئ قد تأخر بشكل كبير باستخدام طريقة التجميد.

درس (Ivanov & Markova. , 2020) تأثير درجة حرارة التخزين المبرد على التحلل البروتيني في جبن القشقوان من حليب الأبقار. تم تخزين عينات القشقوان لمدة 12 شهراً في أربعة أنظمة درجات حرارة مختلفة. لوحظ أعلى معدل لتحلل البروتين في درجات حرارة التبريد عند 4.0±1.0°C

أظهر (Barone et al.,2017b) أن خثرة الأبقار المجمدة المخزنة في درجة حرارة 18°C- تحتوي على تحلل أقل للبروتين مقارنة بالخثرة المبردة بعد فترة صلاحية قصيرة؛ هذه الميزة تجعل الخثرة المجمدة مكوناً أفضل من الخثرة المبردة للمنتجات عالية الرطوبة.

أجريت العديد من الدراسات حول تأثير التخزين بالتجميد عند درجة حرارة (24°C-لمدة 4 أشهر) على الجبن المحضّر من خليط من الخثرة المجمدة والطازجة. تم في هذه الدراسات الجمع بين تجميد خثرة جبن الماعز والتخزين بالتجميد مع تطبيق مُعاملات الضغط العالي (Alonso *et al.*, 2013; Alonso *et al.*, 2011; 2011; Campos *et al.*, 2011; Picon *et al.* 2012)، وأوقات ضغط مختلفة (Picon *et al.* 2010) لملاحظة الاختلافات المحتملة خلال 60 يوماً من إنضاج جبن Hispánico. لم يلاحظ أي تأثير لعملية التجميد على Lactic acid bacteria (LAB)، mesophilic، coliform، staphylococci. لوحظ اختلاف في تعداد *Lactobacillus plantarum* أثناء النضج بسبب الببتيدات المعقدة التي تساهم في تكوين المركبات والنكهات المتطايرة. توجد درجة أعلى من نشاط تحلل البروتين وأمينوبيبتيداز في الجبن المحضّر من الخثرة المجمدة المخزنة.

درس (Kljajevic *at al* ., 2017) تأثير التخزين بالتجميد قصير الأمد للحليب والخثرة على خصائص جبن الماعز الأبيض. أظهرت النتائج أن الجبن المحضّر من الحليب المجمد هو الأكثر تشابهاً مع الجبن الشاهد.

درس (Ivanova et al., 2023) تأثير تبريد الخثرة على الخصائص الميكروبيولوجية والوظيفية والتركيبية والحسية لجبنة القشقوان. لم يكن هناك فروقات في خصائص الذوبان والنسيج (القوام) لعينتي الجبن المدروستين في نهاية عملية النضج. كانت الدرجات الإجمالية للمظهر الحسي أعلى في الجبن الذي تم الحصول عليه من الخثرة الطازج. كما أشارت النتائج التي تم الحصول عليها إلى إمكانية استخدام مادة "Cagliata" بنجاح كمادة خام بديلة للخثرة الطازج في إنتاج جبن القشقوان.

هدف (Ivanov et al., 2021) من هذه الدراسة معرفة تأثير درجة حرارة التخزين على خصائص جبن القشقوان المحضّر من حليب البقر. تم تحضير عينات جبن القشقوان وفقاً للتكنولوجيا الكلاسيكية وتخزينها في درجات حرارة مختلفة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها وجود فرق معنوي في قيم مؤشر الصلابة بين عينات الجبن المخزنة في حالة مبردة وتلك المخزنة في حالة شديدة البرودة والتجميد. وقد لوحظت تغيرات أكثر كثافة في نسيج عينات جبن القشقوان المدروسة مع زيادة درجة حرارة التخزين.

1. **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.
2. **هدف البحث:** الهدف من هذا البحث هو:

- دراسة تأثير نسبة البادئ المستخدمة (1، 1.5، 2%) على التغيرات التي تحصل في الخثرة خلال التخزين المجمد.

- دراسة تأثير نوع مادة التعبئة (بولي ايتلين، ألمنيوم) على التغيرات التي تحصل في الخثرة خلال التخزين المجمد.
- دراسة تأثير درجة حرارة التخزين (18°C-) و(10°C-) على التغيرات التي تحصل في الخثرة خلال التخزين المجمد.
- دراسة تأثير مدة التخزين المجمد (من الشهر 1 حتى 6 أشهر) على التغيرات التي تحصل في الخثرة خلال التخزين المجمد.

3. مواد وطرق 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.
- **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-)

- **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.
- **المنتج المدروس:** خثرة جبن القشقوان تم تحضيرها من حليب الأبقار باستخدام بادئ بكتريا حمض اللبن

4. منهجية الدراسة العملية:

1. تصنيع الخثرة مخبرياً كما يلي:

- بسترة الحليب عند درجة حرارة 72°C لمدة 15 ثانية.
- التبريد حتى الدرجة 35°C (مناسبة لعمل البادئ).
- إضافة البادئ بثلاث نسب مختلفة:(1% ، 1.5% ، 2%)
- إضافة كلوريد الكالسيوم بنسبة 1.8 gr لكل 12Kg (عطرة، 2017).
- إضافة المنفحة بنسبة 1%.
- تم تقطيع الخثرة مع التحريك لمدة 5 دقائق

- التسخين الثاني مع التحريك حتى تصبح درجة الحرارة 42°C نتركها بهذه الدرجة لمدة 10دقيقة في المصل تقريباً حتى تصل إلى قيمة pH= 5.3.
- التصفية حيث تم وضع الخثرة الناتجة في قطعة من الشاش بعدها نقوم بكبسها حتى تتخلص من كامل المصل الموجود.
- تعبئة الخثرة: بعد تصنيع الخثرة تم تقسيمها على عينات بأوزان متساوية كما يلي:
  - عينات معبأة في أكياس بولي ايتيلن شفاف عدد العينات 36.
  - عينات معبأة في أكياس بولي ايتيلن مع طبقة ألمنيوم عدد العينات 36. وتمت عملية التخزين كما يلي:
- 18عينة معبأة في أكياس البولي ايتيلن بالإضافة إلى 18عينة معبأة في أكياس الألمنيوم تم تخزينها بالتجميد عند درجة حرارة -10°C.
- 18عينة معبأة في أكياس البولي ايتيلن بالإضافة إلى 18عينة معبأة في أكياس الألمنيوم تم تخزينها بالتجميد عند درجة حرارة -18°C.

2. الاختبارات الفيزيائية والكيميائية:

- **المادة الدسمة:** وفق طريقة جربر (AOAC 1990).
- **تقدير البروتينات:** وفق طريقة كلدال (AOAC 1990).
- **رقم الحموضة (pH):** باستخدام مقياس pH meter (Milwaukee)
- **تحديد النسبة المئوية للأحماض الدسمة الحرة:** وفق طريقة المعايرة بمحلول 0.01N NaOH (عطرة، 2017).

الدراسة الإحصائية:

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

النتائج والمناقشة:

1. التركيب الكيميائي للخثرة المصنعة مخبرياً:

تشير معطيات الجدول (1) أن تغير نسبة البادئ من 1 إلى 1.5 ثم إلى 2% لم تؤدي إلى تغيرات ملحوظة في نسبة المادة الدسمة ونسبة البروتين كما أن نسبة الماء ودرجة الـpH ومحتوى الحموض الدسمة الحرة لم تتأثر أيضاً. تتشابه القيم التي تم الحصول عليها لمكونات الخثرة مع نسبة المكونات للأجبان البيضاء الطرية الطازج (Alan et al., 2023)

الجدول (1): التركيب الكيميائي للخثرة

المركب %		نسبة البادئ المضاف %		
		1	1.5	2
المادة الدسمة	المتوسط	44.47	43.31	45.49
	الانحراف	0.09	0.08	0.1
البروتين	المتوسط	27.81	27.86	27.82
	الانحراف	0.05	0.3	0.2
نسبة الماء	المتوسط	57.57	57.73	57.51
	الانحراف	0.2	0.4	0.2
pH	المتوسط	5.39	5.326	5.350
	الانحراف	0.1	0.01	0.05
	المتوسط	0.143	0.143	0.167

الحموض الدسمة الحرة	الانحراف	0.05	0.01	0.02

2. نتائج تخزين خثرة القشقوان القشقوان بالتجميد عند درجة حرارة 10°C- لمدة 6 أشهر:

2-1-التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 10°C-، ونسبة بادئ 1% في أكياس من الألمنيوم:

يشير الجدول (2) إلى وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم pH، الحموض الدسمة الحرة، والبروتين وقد تبين ذلك إحصائياً حيث بلغت الـ pH في نهاية فترة التخزين (5.715) وللحموض الدسمة الحرة (0.626) وللبروتين (26.19) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (TEJADA, L. et al 2002)، في حين كان هناك فرقاً معنوياً لمدة التخزين فقط على نسبة الماء حيث بلغت في نهاية فترة التخزين (56.15) وهذا يتوافق مع (TEJADA, L. et al 2002) عند صناعة الجبن من الخثرة المجمدة، كما كان لدرجة حرارة التخزين تأثيراً معنوياً على الدسم حيث بلغت في نهاية التخزين (43.14) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Raffaele & Nadia., 2017). كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH وقيم الدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (2): التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 10°C-، ونسبة بادئ 1%

		شهر 1	شهر 2	شهر 3	شهر 4	شهر 5	شهر 6
الدسم %	المتوسط	44.18^{b}A	44.08^{b}A	43.89^{b}A	43.76^{b}A	43.37^{b}A	43.14^{b} A
	الانحراف	0.01	0.04	0.03	0.02	0.05	0.03
بروتين %	المتوسط	27.51^{b}B	27.28^{b}C	27.07^{b}C	26.88^{b}D	26.38^{b}E	26.19^{b}F
	الانحراف	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.03
نسبة الماء%	المتوسط	57.32^{a}AB	57.19^{a}BC	56.97^{a}B	56.89^{a}C	56.39^{a}D	56.15^{a}D
	الانحراف	0.04	0.05	0.02	0.04	0.06	0.04
pH	المتوسط	5.44^{b}B	5.493^{b}C	5.551^{b}C	5.599^{b}D	5.664^{b}E	5.715^{b}F
	الانحراف	0.02	0.04	0.02	0.02	0.05	0.03
حموض دسمة حرة %	المتوسط	0.199^{a}A	0.292^{a}B	0.365^{a}C	0.452^{a}D	0.564^{a}E	0.626^{a}F
	الانحراف	0.02	0.03	0.01	0.03	0.04	0.05

يبين التحليل الإحصائي أن لزمن التخزين ودرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي للخثرة المخزنة حيث تدل الأحرف الصغيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الكبيرة تدل على تأثير زمن التخزين.

2-2-التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 10°C-، ونسبة بادئ 1.5% في أكياس من الألمنيوم:

يبين الجدول (3) وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم pH، الحموض الدسمة الحرة، والبروتين وقد تبين ذلك إحصائياً حيث بلغت قيمة الـ pH في نهاية فترة التخزين (5.786) وللحموض الدسمة الحرة (0.654) وللبروتين (26.39) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (TEJADA, L. et al 2002)، في حين كان هناك فرقاً معنوياً لمدة التخزين فقط على نسبة الماء حيث بلغت في نهاية فترة التخزين (56.41) وهذا يتوافق مع (TEJADA, L. et al 2002) عند صناعة الجبن من الخثرة المجمدة، كما كان لدرجة حرارة التخزين تأثيراً معنوياً للدسم حيث بلغت في نهاية التخزين (43.19) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Raffaele & Nadia., 2017). كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH وقيم الدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (3): التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 10°C-، ونسبة بادئ 1.5%

		شهر 1	شهر 2	شهر 3	شهر 4	شهر 5	شهر 6
الدسم %	المتوسط	43.2^{b}A	43.09^{b}A	42.9^{b}A	42.76^{b}A	42.38^{b}A	42.19^{b}A
	الانحراف	0.01	0.03	0.04	0.04	0.03	0.05

بروتين %	المتوسط	$27.61^{b}B$	$27.29^{b}C$	$27.15^{b}C$	$27.02^{b}D$	$26.88^{b}E$	$26.39^{b}F$
	الانحراف	0.03	0.02	0.04	0.06	0.03	0.05
نسبة الماء%	المتوسط	$57.39^{a}AB$	$57.12^{a}BC$	$56.98^{a}B$	$56.87^{a}C$	$56.72^{a}D$	$56.41^{a}D$
	الانحراف	0.02	0.03	0.02	0.04	0.05	0.05
pH	المتوسط	$5.45^{b}B$	$5.476^{b}C$	$5.576^{a}C$	$5.647^{b}D$	$5.7^{b}E$	$5.786^{b}F$
	الانحراف	0.11	0.05	0.06	0.5	0.01	0.05
حموض دسمة حرة %	المتوسط	$0.254^{a}A$	$0.342^{a}B$	$0.408^{a}C$	$0.492^{a}D$	$0.565^{a}E$	$0.654^{a}F$
	الانحراف	0.05	0.04	0.02	0.4	0.04	0.02

يبين التحليل الإحصائي أن لزمن التخزين ودرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي للخثرة المخزنة حيث تدل الأحرف الصغيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الكبيرة تدل على تأثير زمن التخزين.

2-3-التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 10°C-، ونسبة بادئ 2% في أكياس من الألمنيوم:

يشير الجدول (4) وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم pH، الحموض الدسمة الحرة، والبروتين وقد تبين ذلك إحصائياً حيث بلغت قيمة الـ pH في نهاية فترة التخزين (5.794) وللحموض الدسمة الحرة (0.693) وللبروتين (26.33) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (TEJADA, L. et al 2002)، في حين كان هناك فرقاً معنوياً لمدة التخزين فقط على نسبة الماء حيث بلغت في نهاية فترة التخزين (56.12) وهذا يتوافق مع (TEJADA, L. et al 2002) عند صناعة الجبن من الخثرة المجمدة، كما كان لدرجة حرارة التخزين تأثيراً معنوياً على تغير الدسم حيث بلغت في نهاية التخزين (44.22) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Raffaele & Nadia., 2017). كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH وقيم الدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (4): التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 10°C-، ونسبة بادئ 2%

		شهر 1	شهر 2	شهر 3	شهر 4	شهر 5	شهر 6
الدسم %	المتوسط	$45.23^{b}A$	$45.10^{b}A$	$44.88^{b}A$	$44.77^{b}A$	$44.55^{b}A$	$44.22^{b}A$
	الانحراف	0.03	0.06	0.03	0.06	0.05	0.04
بروتين %	المتوسط	$27.69^{b}B$	$27.32^{b}C$	$27.09^{b}C$	$26.85^{b}D$	$26.55^{b}E$	$26.33^{b}F$
	الانحراف	0.03	0.03	0.05	0.04	0.02	0.04
نسبة الماء%	المتوسط	$57.32^{a}AB$	$57.12^{a}BC$	$56.99^{a}C$	$56.87^{a}C$	$56.44^{a}D$	$56.12^{a}D$
	الانحراف	0.03	0.02	0.06	0.05	0.04	0.03
pH	المتوسط	$5.415^{b}A$	$5.484^{b}B$	$5.568^{b}C$	$5.622^{b}D$	$5.691^{b}E$	$5.794^{b}F$
	الانحراف	0.004	0.04	0.01	0.004	0.05	0.06
حموض دسمة حرة %	المتوسط	$0.266^{a}A$	$0.372^{a}B$	$0.456^{a}C$	$0.546^{a}D$	$0.615^{a}E$	$0.693^{a}F$
	الانحراف	0.03	0.04	0.03	0.05	0.04	0.04

يبين التحليل الإحصائي أن لزمن التخزين ودرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي للخثرة المخزنة حيث تدل الأحرف الصغيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الكبيرة تدل على تأثير زمن التخزين

2-4-التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 10°C-، ونسبة بادئ 1% في أكياس من البولي ايتيلن:

يبين الجدول (5) وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم pH حيث بلغت قيمة الـ pH في نهاية فترة التخزين (5.803) تتعارض مع (Alinovi et al., 2020) حيث أنه حدث انخفاض في قيمة الـ pH وهذا مرتبط بترسب الكازين الناجم عن تغييرات في التوازنات الأيونية، كما تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم الحموض الدسمة الحرة حيث بلغت بعد 6 أشهر من التخزين (0.665) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (IVANOVA, M. et al., 2020)

حيث عندما زادت درجة حرارة التخزين لوحظ تحلل دهني أكثر وضوحاً، ومن خلال تحليل النتائج الخاص بالبروتين تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم البروتين حيث بلغت قيم البروتين في نهاية فترة التخزين (26.41) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Alinovi, M. et al., 2020) حيث ذكر أن التخزين بالتجميد لمدة طويلة قد يسبب تليين الكازئين. أشارت النتائج أيضاً إلى وجود تأثير هام لمدة التخزين على نسبة الماء حيث بلغت في نهاية التخزين (56.15) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Alichanidis et al.,1981) حيث ذكر أن فقدان الماء في الخثرة المخزنة خلال مدة التخزين يمكن أن يشير إلى وجود علاقة بالتغيرات البنيوية التي يمكن أن تحدث في ميسيلا الكازئين الناتج عن التجميد. أما بالنسبة إلى الدسم فقد تبين وجود تأثيراً لدرجة حرارة التخزين على الدسم حيث بلغت في نهاية التخزين (43.21) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Kljajevic, N. et al., 2017) حيث اقترح أن البروتينات التالفة أثناء التخزين المجمد تطلق المزيد من الدسم في المصل إذا لم يتم ضغط الخثرة قبل التجميد. كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH وقيم الدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (5): التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 10°C-، ونسبة بادئ 1%

		شهر 1	شهر 2	شهر 3	شهر 4	شهر 5	شهر 6
الدسم %	المتوسط	$44.16^{b}AB$	$44.03^{b}ABC$	$43.89^{b}BC$	$43.79^{b}BCD$	$43.43^{b}CD$	$43.21^{b}D$
	الانحراف	0.02	0.06	0.03	0.05	0.02	0.01
بروتين %	المتوسط	$27.42^{b}B$	$27.21^{b}BC$	$27.11^{b}C$	$26.93^{b}CD$	$26.75^{b}DE$	$26.41^{b}E$
	الانحراف	0.02	0.03	0.02	0.07	0.04	0.03
نسبة الماء%	المتوسط	$57.27^{b}A$	$57.09^{b}AB$	$56.88^{b}C$	$56.76^{b}ABC$	$56.33^{b}BC$	$56.15^{b}C$
	الانحراف	0.01	0.01	0.06	0.04	0.04	0.04
pH	المتوسط	$5.466^{a}EF$	$5.518^{a}DE$	$5.683^{a}C$	$5.636^{a}BC$	$5.714^{a}AB$	$5.803^{a}A$
	الانحراف	0.04	0.04	0.02	0.05	0.03	0.06
حموض دسمة حرة %	المتوسط	$0.255^{a}F$	$0.335^{a}E$	$0.398^{a}D$	$0.466^{a}C$	$0.575^{a}B$	$0.665^{a}A$
	الانحراف	0.04	0.03	0.09	0.05	0.03	0.04

يبين التحليل الإحصائي أن لزمن التخزين ودرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي للخثرة المخزنة حيث تدل الأحرف الصغيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الكبيرة تدل على تأثير زمن التخزين.

2-5-التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 10°C-، ونسبة بادئ 1.5% في أكياس بولي ايتيلن: يبين الجدول (6) وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم pH حيث بلغت قيمة الـ pH في نهاية فترة التخزين (5.854) تتعارض مع (Alinovi et al., 2020) حيث أنه حدث انخفاض في قيمة الـ pH وهذا مرتبط بترسب الكازين الناجم عن تغييرات في التوازنات الأيونية، كما تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم الحموض الدسمة الحرة حيث بلغت بعد 6 أشهر من التخزين (0.718) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (IVANOVA, M. et al., 2020) حيث عندما زادت درجة حرارة التخزين لوحظ تحلل دهني أكثر وضوحاً، ومن خلال تحليل النتائج الخاص بالبروتين تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم البروتين حيث بلغت في نهاية فترة التخزين (26.34) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Alinovi, M. et al., 2020) حيث ذكر أن التخزين بالتجميد لمدة طويلة قد يسبب تليين الكازئين. أشارت النتائج أيضاً إلى وجود تأثير هام لمدة التخزين على نسبة الماء حيث بلغت في نهاية التخزين (56.26) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Alichanidis et al.,1981) حيث ذكر أن فقدان الماء في الخثرة المخزنة خلال مدة التخزين يمكن أن يشير إلى وجود علاقة بالتغيرات البنيوية التي يمكن أن تحدث في ميسيلا الكازئين الناتج عن التجميد. أما بالنسبة إلى الدسم فقد تبين وجود تأثيراً لدرجة

حرارة التخزين على الدسم حيث بلغت قيمة الدسم في نهاية التخزين (42.33) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Kljajevic, N. et al., 2017) حيث اقترح أن البروتينات التالفة أثناء التخزين المجمد تطلق المزيد من الدسم في المصل إذا لم يتم ضغط الخثرة قبل التجميد. كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH وقيم الدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (6): التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 10°C-، ونسبة بادئ 1.5%

		شهر 1	شهر 2	شهر 3	شهر 4	شهر 5	شهر 6
الدسم %	المتوسط	$43.14^{b}B$	$43.03^{b}B$	$42.86^{b}C$	$42.78^{b}BC$	$42.55^{b}BC$	$42.33^{b}C$
	الانحراف	0.02	0.01	0.05	0.04	0.05	0.03
بروتين %	المتوسط	$27.58^{b}AB$	$27.31^{b}BC$	$27.14^{b}C$	$26.88^{b}DE$	$26.54^{b}EF$	$26.34^{b}F$
	الانحراف	0.08	0.03	0.02	0.04	0.04	0.03
نسبة الماء%	المتوسط	$57.21^{b}AB$	$57.09^{b}AB$	$56.83^{b}C$	$56.74^{b}BC$	$56.53^{b}BC$	$56.26^{b}C$
	الانحراف	0.02	0.01	0.03	0.03	0.05	0.03
pH	المتوسط	$5.492^{a}E$	$5.574^{a}DE$	$5.640^{a}C$	$5.704^{a}BC$	$5.786^{a}AB$	$5.854^{a}A$
	الانحراف	0.05	0.04	0.07	0.04	0.05	0.05
حموض دسمة حرة %	المتوسط	$0.271^{a}F$	$0.372^{a}E$	$0.455^{a}D$	$0.564^{a}C$	$0.664^{a}B$	$0.718^{a}A$
	الانحراف	0.03	0.05	0.04	0.04	0.04	0.02

يبين التحليل الإحصائي أن لزمن التخزين ودرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي للخثرة المخزنة حيث تدل الأحرف الصغيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الكبيرة تدل على تأثير زمن التخزين.

2-6-التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 10°C-، ونسبة بادئ 2% في أكياس من البولي ايتيلن:

يبين الجدول (7) وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم pH حيث بلغت قيمة الـ pH في نهاية فترة التخزين (5.874) تتعارض مع (Alinovi et al., 2020) حيث أنه حدث انخفاض في قيمة الـ pH وهذا مرتبط بترسب الكازئين الناجم عن تغييرات في التوازنات الأيونية، كما تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم الحموض الدسمة الحرة حيث بلغت بعد 6 أشهر من التخزين (0.785) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (IVANOVA, M. et al., 2020) حيث عندما زادت درجة حرارة التخزين لوحظ تحلل دهني أكثر وضوحاً، ومن خلال تحليل النتائج الخاص بالبروتين تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم البروتين حيث بلغت في نهاية فترة التخزين (26.33) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Alinovi, M. et al., 2020) حيث ذكر أن التخزين بالتجميد لمدة طويلة قد يسبب تليين الكازئين. أشارت النتائج أيضاً إلى وجود تأثير هام لمدة التخزين على نسبة الماء حيث بلغت نسبة الماء في نهاية التخزين (56.19) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Alichanidis et al.,1981) حيث ذكر أن فقدان الماء في الخثرة المخزنة خلال مدة التخزين يمكن أن يشير إلى وجود علاقة بالتغيرات البنيوية التي يمكن أن تحدث في ميسيلا الكازئين الناتج عن التجميد. أما بالنسبة إلى الدسم فقد تبين وجود تأثيراً لدرجة حرارة التخزين على الدسم حيث بلغت قيمة الدسم في نهاية التخزين (44.25) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Kljajevic, N. et al., 2017) حيث اقترح أن البروتينات التالفة أثناء التخزين المجمد تطلق المزيد من الدسم في المصل إذا لم يتم ضغط الخثرة قبل التجميد. كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH وقيم الدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (7): التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 10°C-، ونسبة بادئ 2%

		شهر 1	شهر 2	شهر 3	شهر 4	شهر 5	شهر 6
الدسم %	المتوسط	$45.20^{b}A$	$45.07^{b}B$	$44.89^{a}C$	$44.72^{b}D$	$44.43^{b}E$	$44.25^{b}F$

	الانحراف	0.03	0.04	0.03	0.05	0.02	0.02
بروتين %	المتوسط	$27.53^{b}A$	$27.29^{b}B$	$26.99^{b}C$	$26.88^{b}D$	$26.59^{b}E$	$26.33^{b}F$
	الانحراف	0.04	0.01	0.04	0.03	0.03	0.04
نسبة الماء%	المتوسط	$57.24^{b}A$	$57.11^{b}B$	$57.00^{b}C$	$56.93^{b}D$	$56.54^{b}E$	$56.19^{b}F$
	الانحراف	0.03	0.02	0.04	0.03	0.04	0.02
pH	المتوسط	$5.502^{a}F$	$5.587^{a}E$	$5.647^{a}D$	$5.715^{a}C$	$5.799^{a}B$	$5.874^{a}A$
	الانحراف	0.03	0.06	0.07	0.0050	0.07	0.03
حموض دسمة حرة %	المتوسط	$0.282^{a}F$	$0.384^{a}E$	$0.459^{a}D$	$0.574^{a}C$	$0.673^{a}B$	$0.785^{a}A$
	الانحراف	0.04	0.04	0.02	0.03	0.05	0.03

يبين التحليل الإحصائي أن لزمن التخزين ودرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي للخثرة المخزنة حيث تدل الأحرف الصغيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الكبيرة تدل على تأثير زمن التخزين.

3. نتائج تخزين خثرة القشقوان بالتجميد عند درجة حرارة 18°C-:

3-1-التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 18°C-، ونسبة بادئ 1% في أكياس من الألمنيوم:

يشير الجدول (8) إلى وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم pH حيث بلغت قيمة الـ pH في نهاية فترة التخزين (5.628) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Alonso et al., 2012) عند صناعة الجبن من الخثرة المجمدة والمضغوطة ويمكن أن يعزى السبب إلى انخفاض تعداد البكتريا اللبنية في الخثرة المخزنة، كما تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم الحموض الدسمة الحرة حيث بلغت بعد 6 أشهر من التخزين (0.516) وهذا يتوافق مع ما ذكره (Alonso, R. et al., 2011) عند دراسة تأثير التخزين والضغط العالي على جبن Hispánico، و تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم البروتين وقد تبين ذلك إحصائياً حيث بلغت قيم البروتين في نهاية فترة التخزين (27.15) تتعارض هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Pax, A et al., 2023) الذي ذكر أن درجة حرارة التجميد ومدة التخزين لم تؤثر بشكل كبير على التحلل البروتيني كما لم تتم ملاحظة تسارع في تحلل البروتينات ولكن وتتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Alinovi, M. et al., 2020). أشارت النتائج أيضاً إلى وجود تأثير هام لمدة التخزين على نسبة الماء حيث بلغت نسبة الماء في نهاية التخزين (56.71) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Kljajevic, N. et al., 2017)، أما بالنسبة إلى الدسم فقد تبين وجود تأثيراً لدرجة حرارة التخزين على الدسم حيث بلغت قيمة الدسم في نهاية التخزين (43.94) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Ivanova, M et al., 2021) حيث تبين بأن مصفوفة البروتين والدسم في الخثرة التي تم الحصول عليها من الخثرة المبردة أقل كثافة ولديها قدرة منخفضة على الاحتفاظ بدسم الحليب كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH وقيم الدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (8): التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 18°C-، ونسبة بادئ 1%

		شهر 1	شهر 2	شهر 3	شهر 4	شهر 5	شهر 6
الدسم %	المتوسط	$44.40^{a}A$	$44.33^{a}A$	$44.25^{a}A$	$44.18^{a}A$	$44.09^{a}A$	$43.94^{a}A$
	الانحراف	0.02	0.04	0.05	0.03	0.03	0.04
بروتين %	المتوسط	$27.74^{a}A$	$27.65^{a}B$	$27.52^{a}C$	$27.44^{a}D$	$27.33^{a}E$	$27.15^{a}F$
	الانحراف	0.04	0.02	0.04	0.06	0.05	0.03
نسبة الماء%	المتوسط	$57.48^{a}A$	$57.32^{a}B$	$57.07^{a}C$	$56.91^{a}D$	$56.8^{a}E$	$56.71^{A}F$
	الانحراف	0.05	0.1	0.1	0.02	0.01	0.02
pH	المتوسط	$5.431^{b}D$	$5.516^{b}C$	$5.569^{b}B$	$5.593^{b}B$	$5.614^{b}A$	$5.628^{b}A$
	الانحراف	0.03	0.06	0.1	0.05	0.04	0.02
	المتوسط	$0.186^{a}F$	$0.235^{a}E$	$0.304^{a}D$	$0.395^{a}C$	$0.455^{a}B$	$0.516^{a}A$

حموض دسمة حرة %	الانحراف	0.03	0.04	0.04	0.05	0.03	0.04

يبين التحليل الإحصائي أن لزمن التخزين ودرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي للخثرة المخزنة حيث تدل الأحرف الصغيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الكبيرة تدل على تأثير زمن التخزين.

3-2-التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 18°C-، ونسبة بادئ 1.5% في أكياس من الألمنيوم:

يشير الجدول (9) إلى وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم pH حيث بلغت قيمة الـ pH في نهاية فترة التخزين (5.602) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Alonso et al., 2012) عند صناعة الجبن من الخثرة المجمدة والمضغوطة ويمكن أن يعزى السبب إلى انخفاض تعداد البكتريا اللبنية في الخثرة المخزنة، كما تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم الحموض الدسمة الحرة حيث بلغت بعد 6 أشهر من التخزين (0.568) وهذا يتوافق مع ما ذكره (Alonso, R. et al., 2011) عند دراسة تأثير التخزين والضغط العالي على جبن Hispánico، و تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم البروتين وقد تبين ذلك إحصائياً حيث بلغت قيم البروتين في نهاية فترة التخزين (27.13) تتعارض هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Pax, A et al., 2023) الذي ذكر أن درجة حرارة التجميد ومدة التخزين لم تؤثر بشكل كبير على التحلل البروتيني كما لم تتم ملاحظة تسارع في تحلل البروتينات ولكن وتتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Alinovi, M. et al., 2020). أشارت النتائج أيضاً إلى وجود تأثير هام لمدة التخزين على نسبة الماء حيث بلغت في نهاية التخزين (56.76) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Kljajevic, N. et al., 2017)، من خلال تحليل النتائج الخاصة بتغير قيمة الدسم تبين وجود تأثيراً لدرجة حرارة التخزين على الدسم حيث بلغت قيمة الدسم في نهاية التخزين (42.71) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Ivanova, M et al., 2021) حيث تبين بأن مصفوفة البروتين والدسم في الخثرة التي تم الحصول عليها من الخثرة المبردة أقل كثافة ولديها قدرة منخفضة على الاحتفاظ بدسم الحليب. كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH وقيم الدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (9): التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 18°C-، ونسبة بادئ 1.5%

		شهر 1	شهر 2	شهر 3	شهر 4	شهر 5	شهر 6
الدسم %	المتوسط	$43.22^{a}A$	$43.14^{a}A$	$43.03^{a}A$	$42.93^{a}A$	$42.84^{a}A$	$42.71^{a}A$
	الانحراف	0.1	0.03	0.02	0.05	0.04	0.04
بروتين %	المتوسط	$27.73^{a}A$	$27.62^{a}B$	$27.50^{a}C$	$27.35^{a}D$	$27.24^{a}E$	$27.13^{a}F$
	الانحراف	0.03	0.1	0.04	0.03	0.04	0.02
نسبة الماء%	المتوسط	$57.49^{a}A$	$57.33^{a}B$	$57.20^{a}C$	$57.04^{a}D$	$56.89^{a}E$	$56.76^{a}F$
	الانحراف	0.04	0.03	0.02	0.06	0.02	0.1
pH	المتوسط	$5.39^{b}D$	$5.439^{b}C$	$5.494^{b}B$	$5.519^{b}B$	$5.576^{b}A$	$5.602^{b}A$
	الانحراف	0.3	0.73	0.41	0.25	0.62	0.33
حموض دسمة حرة %	المتوسط	$0.193^{a}F$	$0.275^{a}E$	$0.353^{a}D$	$0.407^{a}C$	$0.494^{a}B$	$0.568^{a}A$
	الانحراف	0.35	0.3	0.45	0.42	0.40	0.35

يبين التحليل الإحصائي أن لزمن التخزين ودرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي للخثرة المخزنة حيث تدل الأحرف الصغيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الكبيرة تدل على تأثير زمن التخزين.

3-3-التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 18°C-، ونسبة بادئ 2% في أكياس من الألمنيوم:

يبين الجدول (10) وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم pH حيث بلغت قيمة الـ pH في نهاية فترة التخزين (5.585) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Alonso et al., 2012) عند صناعة الجبن من الخثرة المجمدة والمضغوطة

ويمكن أن يعزى السبب إلى انخفاض تعداد البكتريا اللبنية في الخثرة المخزنة، كما تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم الحموض الدسمة الحرة حيث بلغت بعد 6 أشهر من التخزين (0.625) وهذا يتوافق مع ما ذكره (Alonso, R. et al., 2011) عند دراسة تأثير التخزين والضغط العالي على جبن Hispánico، ومن خلال تحليل النتائج الخاص بالبروتين تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم البروتين حيث بلغت قيم البروتين في نهاية فترة التخزين (27.07) تتعارض هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Pax, A et al., 2023) الذي ذكر أن درجة حرارة التجميد ومدة التخزين لم تؤثر بشكل كبير على التحلل البروتيني كما لم تتم ملاحظة تسارع في تحلل البروتينات ولكن وتتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Alinovi, M. et al., 2020). أشارت النتائج أيضاً إلى وجود تأثير هام لمدة التخزين على نسبة الماء حيث بلغت نسبة الماء في نهاية التخزين (56.70) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Kljajevic, N. et al., 2017)، أما بالنسبة إلى الدسم فقد تبين وجود تأثير لدرجة حرارة التخزين على الدسم حيث بلغت قيمة الدسم في نهاية التخزين (44.83) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Ivanova, M et al., 2021) حيث تبين بأن مصفوفة البروتين والدسم في الخثرة التي تم الحصول عليها من الخثرة المبردة أقل كثافة ولديها قدرة منخفضة على الاحتفاظ بدسم الحليب. كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH وقيم الدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (10): التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 18°C-، ونسبة بادئ 2%

		شهر 1	شهر 2	شهر 3	شهر 4	شهر 5	شهر 6
الدسم %	المتوسط	$45.39^{a}A$	$45.28^{a}A$	$45.13^{a}A$	$45.04^{a}A$	$44.94^{a}A$	$44.83^{a}A$
	الانحراف	0.44	0.25	0.31	0.50	0.37	0.29
بروتين %	المتوسط	$27.77^{a}A$	$27.65^{a}B$	$27.48^{a}C$	$27.31^{a}D$	$27.20^{a}E$	$27.07^{a}F$
	الانحراف	0.36	0.35	0.3	0.44	0.35	0.36
نسبة الماء%	المتوسط	$57.48^{a}A$	$57.36^{a}B$	$57.13^{a}C$	$57.02^{a}D$	$56.91^{a}E$	$56.70^{a}F$
	الانحراف	0.1	0.1	0.24	0.18	0.51	0.21
pH	المتوسط	$5.394^{b}D$	$5.434^{b}C$	$5.477^{b}B$	$5.503^{b}B$	$5.545^{b}A$	$5.585^{b}A$
	الانحراف	0.43	0.42	0.5	0.31	0.47	0.40
حموض دسمة حرة %	المتوسط	$0.214^{a}F$	$0.325^{a}E$	$0.407^{a}D$	$0.494^{a}C$	$0.565^{a}B$	$0.625^{a}A$
	الانحراف	0.45	0.3	0.46	0.30	0.40	0.3

يبين التحليل الإحصائي أن لزمن التخزين ودرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي للخثرة المخزنة حيث تدل الأحرف الصغيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الكبيرة تدل على تأثير زمن التخزين.

3-4-التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 18°C-، ونسبة بادئ 1% في أكياس من البولي ايتيلن:

يبين الجدول (11) وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم pH حيث بلغت قيمة الـ pH في نهاية فترة التخزين (5.713) تتوافق مع ما توصل إليه (Alichanidis et al.,1981) الذي توصل إلى أن ارتفاع قيمة الـ pH يمكن أن يعزى إلى تثبيط أو موت جزء من البكتريا اللبنية أثناء عملية التجميد والتخزين، كما تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم الحموض الدسمة الحرة حيث بلغت بعد 6 أشهر من التخزين (0.573) وهذا يتوافق مع ما ذكره (Raffaele & Nadia., 2017) عند مقارنة قيمة الحموض الدسمة الحرة لجبنة الموزريلا الطازج مع الجبنة المجمدة، ومن خلال تحليل النتائج الخاص بالبروتين تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم البروتين حيث بلغت قيم البروتين في نهاية فترة التخزين (27.01) تتعارض مع ما توصل إليه (Markova & Ivanov,2019) عند تخزين جبن القشقوان في درجات حرارة مختلفة. أشارت النتائج أيضاً إلى وجود تأثير هام لمدة التخزين على نسبة الماء حيث بلغت في نهاية التخزين (56.73) وهذا يتوافق

مع (Alonso, R. et al., 2011) عند دراسة تأثير التخزين والضغط العالي على جبن Hispánico. أما بالنسبة إلى الدسم فقد تبين وجود تأثيراً لدرجة حرارة التخزين على الدسم حيث بلغت قيمة الدسم في نهاية التخزين (43.8) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Ivanova, M et al., 2021) حيث تبين بأن مصفوفة البروتين والدسم في الخثرة التي تم الحصول عليها من الخثرة المبردة أقل كثافة ولديها قدرة منخفضة على الاحتفاظ بدسم الحليب. كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH وقيم الدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (11): التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 18°C-، ونسبة بادئ 1%

		شهر 1	شهر 2	شهر 3	شهر 4	شهر 5	شهر 6
الدسم %	المتوسط	$44.34^{a}A$	$44.21^{a}A$	$44.13^{a}A$	$44.05^{a}A$	$43.93^{a}A$	$43.8^{a}A$
	الانحراف	0.04	0.02	0.03	0.03	0.1	0.0.2
بروتين %	المتوسط	$27.62^{a}A$	$27.49^{a}B$	$27.34^{a}C$	$27.22^{a}D$	$27.12^{a}E$	$27.01^{a}F$
	الانحراف	0.02	0.05	0.06	0.03	0.01	0.02
نسبة الماء%	المتوسط	$57.41^{a}A$	$57.27^{a}B$	$57.12^{a}C$	$57.00^{a}D$	$56.88^{a}E$	$56.73^{a}F$
	الانحراف	0.05	0.04	0.07	0.07	0.06	0.05
pH	المتوسط	$5.442^{a}F$	$5.489^{a}E$	$5.551^{a}D$	$5.607^{a}C$	$5.675^{a}B$	$5.713^{a}A$
	الانحراف	0.45	0.08	0.55	0.68	0.56	0.36
حموض دسمة حرة %	المتوسط	$0.206^{a}F$	$0.294^{a}E$	$0.341^{a}D$	$0.413^{a}C$	$0.496^{a}B$	$0.573^{a}A$
	الانحراف	0.03	0.04	0.03	0. 3	0.02	0.03

يبين التحليل الإحصائي أن لزمن التخزين ودرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي للخثرة المخزنة حيث تدل الأحرف الصغيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الكبيرة تدل على تأثير زمن التخزين.

3-5-التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 18°C-، ونسبة بادئ 1.5% في أكياس من البولي ايتيلن:

يبين الجدول (12) وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم pH حيث بلغت قيمة الـ pH في نهاية فترة التخزين (5.706) تتوافق مع ما توصل إليه (Alichanidis et al.,1981) الذي توصل إلى أن ارتفاع قيمة الـ pH يمكن أن يعزى إلى تثبيط أو موت جزء من البكتريا اللبنية أثناء عملية التجميد والتخزين، كما تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم الحموض الدسمة الحرة حيث بلغت بعد 6 أشهر من التخزين (0.606) وهذا يتوافق مع ما ذكره (Raffaele & Nadia., 2017) عند مقارنة قيمة الحموض الدسمة الحرة لجبنة الموزريلا الطازج مع الجبنة المجمدة، ومن خلال تحليل النتائج الخاص بالبروتين تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم البروتين حيث بلغت قيم البروتين في نهاية فترة التخزين (27.01) تتعارض مع ما توصل إليه (Markova & Ivanov,2019) عند تخزين جبن القشقوان في درجات حرارة مختلفة. أشارت النتائج أيضاً إلى وجود تأثير هام لمدة التخزين على نسبة الماء حيث بلغت نسبة الماء في نهاية التخزين (56.81) وهذا يتوافق مع (Alonso, R. et al., 2011) عند دراسة تأثير التخزين والضغط العالي على جبن Hispánico. أما بالنسبة إلى الدسم فقد تبين وجود تأثيراً لدرجة حرارة التخزين على الدسم حيث بلغت قيمة الدسم في نهاية التخزين (42.61) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Ivanova, M et al., 2021) حيث تبين بأن مصفوفة البروتين والدسم في الخثرة التي تم الحصول عليها من الخثرة المبردة أقل كثافة ولديها قدرة منخفضة على الاحتفاظ بدسم الحليب. كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH وقيم الدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (12): التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 18°C-، ونسبة بادئ 1.5%

		شهر 1	شهر 2	شهر 3	شهر 4	شهر 5	شهر 6
الدسم %	المتوسط	43.20^{a}A	43.13^{a}A	42.99^{a}A	42.84^{a}A	42.7^{a}A	42.61^{a}A
	الانحراف	0.02	0.05	0.09	0.04	0.07	0.05
بروتين %	المتوسط	27.74^{a}A	27.52^{a}B	27.39^{a}C	27.26^{a}D	27.17^{a}E	27.01^{a}F
	الانحراف	0.04	0.05	0.04	0.05	0.03	0.07
نسبة الماء%	المتوسط	57.43^{a}A	57.29^{a}B	57.18^{a}C	57.07^{a}D	56.96^{a}E	56.81^{a}F
	الانحراف	0.06	0.09	0.02	0.03	0.04	0.06
pH	المتوسط	5.348^{a}F	5.394^{a}E	5.464^{a}D	5.537^{a}C	5.622^{a}B	5.706^{a}A
	الانحراف	0.05	0.07	0.03	0.04	0.04	0.06
حموض دسمة حرة %	المتوسط	0.215^{a}F	0.305^{a}E	0.395^{a}D	0.465^{a}C	0.526^{a}B	0.606^{a}A
	الانحراف	0.04	0.05	0.07	0.05	0.02	0.03

يبين التحليل الإحصائي أن لزمن التخزين ودرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي للخثرة المخزنة حيث تدل الأحرف الصغيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الكبيرة تدل على تأثير زمن التخزين.

3-6-التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 18°C-، ونسبة بادئ 2% في أكياس من البولي ايتيلن:

يبين الجدول (13) وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم pH حيث بلغت قيمة الـ pH في نهاية فترة التخزين (5.726) تتوافق مع ما توصل إليه (Alichanidis et al.,1981) الذي توصل إلى أن ارتفاع قيمة الـ pH يمكن أن يعزى إلى تثبيط أو موت جزء من البكتريا اللبنية أثناء عملية التجميد والتخزين، كما تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم الحموض الدسمة الحرة حيث بلغت بعد 6 أشهر من التخزين (0.654) وهذا يتوافق مع ما ذكره (Raffaele & Nadia., 2017) عند مقارنة قيمة الحموض الدسمة الحرة لجبنة الموزريلا الطازج مع الجبنة المجمدة، ومن خلال تحليل النتائج الخاص بالبروتين تبين وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة التخزين ومدة التخزين على قيم البروتين حيث بلغت قيم البروتين في نهاية فترة التخزين (26.98) تتعارض مع ما توصل إليه (Markova & Ivanov,2019) عند تخزين جبن القشقوان في درجات حرارة مختلفة. أشارت النتائج أيضاً إلى وجود تأثير هام لمدة التخزين على نسبة الماء حيث بلغت نسبة الماء في نهاية التخزين (56.72) وهذا يتوافق مع (Alonso, R. et al., 2011) عند دراسة تأثير التخزين والضغط العالي على جبن Hispánico. أما بالنسبة إلى الدسم فقد تبين وجود تأثيراً لدرجة حرارة التخزين على الدسم حيث بلغت قيمة الدسم في نهاية التخزين (44.73) تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Ivanova, M et al., 2021) حيث تبين بأن مصفوفة البروتين والدسم في الخثرة التي تم الحصول عليها من الخثرة المبردة أقل كثافة ولديها قدرة منخفضة على الاحتفاظ بدسم الحليب. كان هناك تأثيراً معنوياً لنسبة البادئ على قيم الـ pH وقيم الدسم خلال مدة التخزين، لا تشير الدراسات والمراجع المتوفرة إلى تأثير نسبة البادئ على التغيرات الحاصلة.

الجدول (13): التغييرات الكيميائية لخثرة جبن القشقوان خلال التخزين عند 18°C-، ونسبة بادئ 2%

		شهر 1	شهر 2	شهر 3	شهر 4	شهر 5	شهر 6
الدسم %	المتوسط	45.39^{a}A	45.24^{a}A	45.11^{a}A	45.01^{a}A	44.86^{a}A	44.73^{a}A
	الانحراف	0.02	0.03	0.1	0.07	0.05	0.06
بروتين %	المتوسط	27.73^{a}A	27.6^{a}B	27.44^{a}C	27.24^{a}D	27.12^{a}E	26.98^{a}F
	الانحراف	0.05	0.2	0.03	0.06	0.07	0.02
نسبة الماء%	المتوسط	57.38^{a}A	57.29^{a}B	57.17^{a}C	57.03^{a}D	56.89^{a}E	56.72^{a}F
	الانحراف	0.05	0.03	0.05	0.07	0. 2	0.04
pH	المتوسط	5.416^{a}F	5.492^{a}E	5.55^{a}D	5.599^{a}C	5.668^{a}B	5.726^{a}A
	الانحراف	0.05	0. 04	0.07	0.06	0.07	0.03
	المتوسط	0.232^{a}F	0.319^{a}E	0.407^{a}D	0.496^{a}C	0.575^{a}B	0.654^{a}A

حموض دسمة حرة %	الانحراف	0.03	0.05	0.2	0.06	0.04	0.03

يبين التحليل الإحصائي أن لزمن التخزين ودرجة حرارة التخزين تأثيراً هاماً في التركيب الكيميائي للخثرة المخزنة حيث تدل الأحرف الصغيرة على تأثير درجة الحرارة على التركيب، أما الأحرف الكبيرة تدل على تأثير زمن التخزين.

الاستنتاجات:

من خلال دراستنا لتخزين خثرة جبن القشقوان بالتجميد نستنتج مايلي:

1. تفوقت طريقة التخزين عند درجة حرارة 18°C- في الحفاظ على التركيب الكيميائي لخثرة الجبن.
2. تفوقت طريقة التخزين في أكياس من الألمنيوم (بولي ايتلين مع طبقة من الألمنيوم) بسبب عدم نفاذه للضوء وحفاظه على العينات المخزنة خلال فترة التخزين المحددة.
3. وقد أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أنه يمكن استخدام الخثرة المجمدة بدلاً من الخثرة الطازج بنجاح في إنتاج جبن القشقوان.

التوصيات:

بعد إنجاز دراستنا نوصي بما يلي:

1. يفضل التخزين المجمد لخثرة الجبن لمدة 6 أشهر عند درجة حرارة 18°C-، يسمح ذلك بإمداد معامل الإنتاج بالكميات اللازمة لمدة طويلة من العام.
2. نوصي بتخزين الخثرة في أكياس الألمنيوم نظراً للنتائج الإيجابية التي ظهرت عند استخدامها في دراستنا.
3. نقترح إجراء مزيد من الدراسات فيما يخص تخزين خثرة الجبن بشكل مبرّد أو مجمد مع استخدام أوساط غازية معدّلة.

المراجع:

عطرة، رمضان، 2017–**تقانة الألبان 2**. منشورات جامعة البعث، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية 2016–2017.

Alan, D., Kelly, L., Prabin, L, 2023- Ice crystallization and structural changes in cheese during freezing and frozen storage: implications for functional properties. Critical Reviews in Food Science and Nutrition.

Alichanidis, E., Polychroniadou, A., Tzanetakis, N., Vafopoulou, A, 1981- Teleme cheese from deep-frozen curd. Journal of Dairy Science, 64, 732e739.

Alinovi, M., Corredig, M., Mucchetti, G., Eleonora Carini, E, 2020- Water status and dynamics of high-moisture Mozzarella cheese as affected by frozen and refrigerated storage. Food Research International 137 (2020) 109415.

Alinovi, M., Mucchetti, G., Lars Wiking, L., Milena Corredig, M, 2020- Freezing as a solution to preserve the quality of dairy products: the case of milk, curds and cheese. CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION.

Alinovi, M., Wiking, L., Corredig, M., Mucchetti, G, 2020- Effect of frozen and refrigerated storage on proteolysis and physicochemical properties of high-moisture citric mozzarella cheese. J. Dairy Sci. 103 https://doi.org/10.3168/jds.2020-18396

Alonso, R., Picon, A., Rodríguez, B., Fernández-García, E., Gaya, P., Nuñez, M, 2011- Microbiological, chemical, and sensory characteristics of Hispánico cheese manufactured using frozen high pressure treated curds made from raw ovine milk. International Dairy Journal 21 (2011) 484e492

Alonso, R., Picon, A., Gaya, P., Fernández-García, E., Nuñez, M, 2012- Effect of high-pressure treatment of ewe raw milk curd at 200 and 300 MPa on characteristics of Hispánico cheese. Journal of Dairy Science Vol. 95 No. 7, 2012.

Alonso, R., Picon, A., Gaya, P., Nuñez, P, 2013- Proteolysis, lipolysis, volatile compounds and sensory characteristics of Hispánico cheeses made using frozen curd from raw and pasteurized ewe milk. The Journal of Dairy Research 80 (1):51–7. doi: 10.1017/ S0022029912000738.

Barone ,C ,.Barbera ,M ,.Barone ,M ,.Parisi ,S ,.Steinka ,I 2017b .The production of industrial cow's milk curds .In Chemical profiles of industrial cow's milk curds ,ed.35-42 New York ,NY : Springer.

Barone, C., Barbera, M., Barone, M., Parisi, S., Steinka, I, 2017- Evolutive Profiles of Caseins and Degraded Proteins in Industrial Cow's Milk Curds. SPRINGER BRIEFS IN MOLECULAR SCIENCE CHEMISTRY OF FOODS

Campos, G., Robles,L., Alonso, R., Nuñez, M., Picon, A, 2011-Microbial dynamics during the ripening of a mixed cow and goat milk cheese manufactured using frozen goat milk curd. Journal of Dairy Science Vol. 94 No. 10, 2011

De Angelis, M and Marco Gobbetti, M, 2016-Pasta Filata Cheeses: Traditional Pasta Filata Cheese. University of Bari Aldo Moro, Bari, Italy.

FONTECHA, J., PELAEZ, C., JUAREZ, A, M., M. CARMEN MARTIN-HERNANDEZ, C,M-1994- Effect of freezing and frozen storage on the physicochemical, organoleptic and microbiological characteristics of a semi-hard ewes' milk cheese. Journal of Dairy Research (1994) 61 133-142.

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

Ivanov, G & Markova, A, 2020- Proteolysis in kashkaval cheese stored at different temperatures. Food Science and Applied Biotechnology, 2020, 3(2), 111-117

Ivanov, G., Markova, A., Zsivanovits, G., Ivanova, M, 2021- Effect of storage temperatures on Kashkaval texture. Ukrainian Food Journal. 2021. Volume 10. Issue 2

Ivanova, M., Dessev, T., Dinkov, K., Dimitrova-Dicheva, M., Menkov, N., Bogdanova, E, 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., Dinkov, K., Ivanova, I., Uzunova, G., Menkov, N, 2021- IMPACT OF REFRIGERATED CURD ON KASHKAVAL QUALITY I. CHEMICAL CHARACTERISTICS. Carpathian Journal of Food Science and Technology, 2021, 13(2), 54-63.

Ivanova, M., Ivanov, G., Markova, A., Ivanova, I, 2020- Lipid Hydrolysis And Oxidation Of Milk Fat In Kashkaval Cheese Stored At Different Temperatures. Oxidation Communications 43, No 4, 669–677 (2020).

Kljajevic, V. N., Miloradovic, N. Z., Miocinovic, B. J., Jovanovic, T. S, 2017- Textural and physico-chemical characteristics of white brined goat cheeses made from frozen milk and curd. The use of square I - distance statistics. Mljekarstvo 67 (2), 130-137 (2017).

Markova, A & Ivanov, G, 2019- Effect of refrigeration temperature on the fermentation process in kashkaval cheese. SCIENTIFIC WORKS OF UNIVERSITY OF FOOD TECHNOLOGIES 2019 VOLUME 66 ISSUE 1

Pax. P, A., Ong, L., Pax. A, R., Vongsvivut, J., Tobin. J, M., Kentish. E, S., Gras. L, S, 2023- Industrial freezing and tempering for optimal functional properties in thawed Mozzarella cheese. Food Chemistry Volume 405, Part B, 30 March 2023, 134933.

Picon, A., Gaya,P., Fernández-García, E., Rivas-Cañedo, A., Ávila, M., Nuñez, M, 2010- Proteolysis, lipolysis, volatile compounds, texture, and flavor of hispánico cheese made using frozen ewe milk curds pressed for different times. Journal of Dairy Science 93 (7): 2896–905. doi: 10.3168/jds.2009-3041.

Picon, A., Alonso, R., Gaya, P., Nuñez, M, 2012- High-Pressure Treatment and Freezing of Raw Goat Milk Curd for Cheese Manufacture: Effects on Cheese Characteristics. Food Bioprocess Technol. DOI 10.1007/s11947-012-0923-5.

Raffaele, R & Nadia, M, 2017- On the possibility to trace frozen curd in Buffalo Mozzarella PDO cheese. Evaluation of the effects of frozen curd addition in Buffalo Mozzarella cheese. University of Naples, Department of Agricultural Sciences, PhD thesis.

Simov, I. Z & Galin Y. Ivanov, Y. G, 2005- Proteolytic activity of Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus and Streptococcus thermophilus in frozen-stored Kashkaval cheese. J Ind Microbiol Biotechnol (2005) 32: 449–454 DOI 10.1007/s10295-005-0009-8.

TEJADA, L., SÁNCHEZ, E., GÓMEZ, R., VIOQUE, M. , FERNÁNDEZ-SALGUERO, J, 2002- Effect of Freezing and Frozen Storage on Chemical and Microbiological Characteristics in Sheep Milk Cheese. JOURNAL OF FOOD SCIENCE—Vol. 67, Nr. 1, 2002.

Effect of Processing, Packaging and Storage Temperature on Some Chemical Properties in Kashkaval Cheese Curd

Batoul Ramadan[(1)*], Antoun Youseef[(1)] and Ramadan Atraa[(1)]

(1). Department of Food Engineering, Faculty of Chemical and Petroleum Engineering, Al-Baath University, Homs, Syria.
(*Corresponding author**:** Batoul Ramadan, E.mail: batoulramadan612@gmail.com, phone: 0946191638).

Received: 26/09/2024 Accepted:15/11/2024

Abstract

This study investigates the frozen storage of Kashkaval cheese curd, prepared in the laboratory using three different starter ratios (1%, 1.5%, 2%). Two types of packaging materials were utilized: 100-micron transparent, light-permeable polyethylene bags, and polyethylene bags with an aluminum layer that is impermeable to light. The curd was stored at -10°C and -18°C in specialized freezers without forced air circulation in the laboratories of the Faculty of Chemical and Petroleum Engineering/Department of Food Engineering. The findings indicate that the curd can be effectively stored by freezing for up to six months. Significant changes in the chemical composition, particularly in pH value, free fatty acids, and water content, were observed with the most pronounced changes occurring at -10°C. The starter ratio had an effect on the pH and fat values during storage period.

Keywords: Curd, Freezing, Polyethylene, Kashkav.