التأثير التكاملي للتركيز الملحي وفترة التخزين المبرد على الخصائص الكيميائية والبيوكيميائية للجبن العكاوي السوري

كاميليا حلبي*[1]

[1] قسم علوم الأغذية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية، اللاذقية، سورية.

(*للمراسلة: د. كاميليا حلبي، البريد الإلكتروني: halabi@latakia-univ.edu.sy)

تاريخ الاستلام: 4/ 11/ 2025 **تاريخ القبول:** 12/ 03/ 2026

الملخّص

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير التركيز الملحي (10%،14%،18%) ومدة التخزين (حتى 90 يوماً) على درجة حرارة 7 مْ على الخصائص الكيميائية والبيوكيميائية للجبن العكاوي. فقد أظهرت النتائج تأثيراً معنوياً لكلا العاملين على جميع المتغيرات المدروسة. أدت زيادة التركيز الملحي إلى ارتفاع المادة الجافة والرماد والملح، بينما انخفض معامل الإنضاج. كما أدت زيادة مدة التخزين إلى ارتفاع تدريجي في معامل الإنضاج والمادة الجافة، مع انخفاض في محتوى الدهن والبروتين. وخلصت الدراسة إلى أن التركيز الملحي 14 % يمثل النطاق الأمثل، حيث حقق توازناً بين تطوير النكهة والمحافظة على القوام والثباتية، مؤكدة على أهمية التحكم الدقيق في ظروف التصنيع والتخزين لتحسين جودة وسلامة هذا النوع من الأجبان التقليدية.

الكلمات المفتاحية: الجبن العكاوي، التركيز الملحي، فترة التخزين، التحلل البروتيني، معامل الإنضاج، الخصائص الكيميائية.

المقدمة:

يُعتبر الجبن منتجاً لبنيًا معقد التركيب، تتحدد خصائصه النهائية من خلال سلسلة من التفاعلات الكيميائية والبيوكيميائية المحكمة التي تحدث خلال مراحل التصنيع والنضج (Fox & McSweeney, 2017). وتكمن الأهمية الغذائية للأجبان في كونها مصدراً غنياً بالبروتين عالي الجودة، والدهون، والعناصر المعدنية الأساسية كالكالسيوم والفوسفور، مما يضعها في مكانة مهمة ضمن النظام الغذائي الصحي (Walstra *et al.*, 2006) . تشهد تكنولوجيا صناعة الجبن تنوعاً كبيراً على المستوى العالمي، حيث يتم إنتاج المئات من الأصناف التي تصنف بناءً على معايير متعددة تشمل الخصائص الكيميائية والفيزيائية وطريقة النضج (McSweeney *et al.*, 2020) وتلعب متغيرات مثل التركيب الكيميائي للحليب الخام، وظروف التصنيع، وخصائص المزارع الميكروبية البادئة أدواراً حاسمة في تشكيل الخصائص النهائية للجبن (Johnson, 2019). تحظى الأجبان المملحة، وخاصة الأجبان البيضاء المخزنة في محلول ملحي، بشعبية واسعة في منطقة حوض البحر المتوسط والشرق الأوسط، حيث تعتبر جزءاً من التراث الغذائي للمنطقة (Hayaloglu, 2021)

تشكل عملية التمليح عاملاً حاسماً في تصنيع هذه الأجبان، حيث تؤثر بشكل مباشر على فترة الصلاحية، والسلامة الميكروبيولوجية، والخصائص الحسية، والتركيب الكيميائي (Guinee, 2016) إذ ينظم الملح النشاط الميكروبي والأنزيمي، مما يؤثر بشكل مباشر على عمليات النضج والتحلل البروتيني والدهني (Sheehan & Guinee, 2021)

قام الباحث (Guinee, 2016) بتحليل منهجي لـ 75 عينة سابقة حول تأثير الملح على الخصائص الوظيفية للأجبان. حيث اعتمدت المنهجية على تحليل البيانات الوصفية وبناء نماذج رياضية للتنبؤ بسلوك الانتشار الملحي. وأظهرت النتائج أن زيادة التركيز الملحي من 10% إلى 18% يؤدي إلى انخفاض النشاط الميكروبي بنسبة 45–62 %، كما ينخفض معدل التحلل البروتيني من 0.15 إلى 0.08 وحدة في كل يوم. وقد خلصت الدراسة إلى أن النطاق الأمثل للتركيز الملحي يتراوح بين 12–15% لتحقيق التوازن بين النضج والسلامة الميكروبيولوجية.

بينما قام الباحث (Kozmidou *et al*., 2023) بدراسة استمرت لمدة 90 يوماً، حيث استخدم الباحثون تقنيات الكروماتوغرافيا الغازية ومطيافية الكتلة لتحليل المركبات الطيارة والنكهة. وطبقت دراسة منهجية تجريبية دقيقة شملت 120 عينة جبن، مع إجراء تحاليل كيميائية أسبوعية. أظهرت النتائج أن الاستبدال الجزئي لكلوريد الصوديوم بكلوريد البوتاسيوم بنسبة 40% أدى إلى الحفاظ على الخصائص الحسية مع انخفاض محتوى الصوديوم بنسبة 35%، كما انخفض معدل الأكسدة بنسبة 28% والتحلل البروتيني بنسبة 25% مقارنة بالعينة الشاهد.

وفي دراسة (Ricardo *et al*., 2022)، استخدم الباحثون مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR والرامان[1] لتحليل التغيرات البنيوية في بروتينات الجبن. شملت الدراسة تحليل 60 عينة جبن محفوظة بتراكيز ملحية تتراوح بين 5–20%، مع إجراء قياسات طيفية أسبوعية. كشفت النتائج عن زيادة في محتوى الالتفافات الجزئية بنسبة 35% مع زيادة الملوحة من 5% إلى 20%، كما أظهرت تغيرات واضحة في أنماط الترابط الهيدروجيني أدت إلى تحسين خصائص القوام والذوبانية بنسبة 22%.

كما أجرى (Shim & park, 2023) دراسة طولية شاملة لمدة 180 يوماً، حيث قام برصد التغيرات الأنزيمية والميكروبية في 90 عينة جبن. استخدمت المنهجية تقنيات زرع ميكروبي متقدمة وقياسات أنزيمية دورية. حيث أظهرت النتائج انخفاض النشاط الأنزيمي بنسبة 60% عند التركيز 18% مقارنة بالتركيز 10%، كما تباطأ النمو الميكروبي بنسبة 75% عند التراكيز فوق 15%، مع تسجيل أفضل النتائج من حيث الجودة والسلامة عند التركيز 14%.

وفي دراسة (العجيلي والخراشي،2023)، تم تطبيق منهجية محاكاة الظروف الحارة لمدة 60 يوماً، حيث خزنت العينات عند 35°م و85% رطوبة نسبية. اشتملت الدراسة على إجراء 480 تحليل كيميائي و360 تحليل ميكروبيولوجي. أظهرت النتائج تفوق التركيز 16% في الحفاظ على الخصائص الكيميائية، حيث سجل ثبات في محتوى المادة الجافة والرماد، مع تحقيق أعلى معدل للحد من النمو الميكروبي بنسبة 88% مقارنة بالتراكيز الأقل.

أجرى (الخراشي والعجيلي، 2022) دراسة مقارنة لأنظمة التخزين في المناطق الحارة لمدة 90 يوماً. استخدمت المنهجية تحاليل متقدمة لـ 270 عينة. كشفت النتائج عن وجود تفاعل معنوي بين درجة الحرارة والتركيز الملحي، حيث سجل التركيز 16% عند 35°م أفضل النتائج في الحفاظ على الجودة الكيميائية والميكروبيولوجية.

[1] **مطيافية رامان** هي تقنية تحليلية طيفية تعتمد على تفاعل الضوء مع المادة لتقديم "بصمة" جزيئية فريدة، تستخدم لتحديد الجزيئات ودراسة البنية الكيميائية والبلورية، والروابط الكيميائية، والتفاعلات داخل العينة. سميت هذه التقنية على اسم العالم الهندي **تشاندراسيخارا رامان** الذي اكتشف التأثير عام 1928، وحصل على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1930 لهذا الاكتشاف.

أهداف البحث:

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير التراكيز الملحية المختلفة على الخصائص الكيميائية والبيوكيميائية للجبن العكاوي السوري خلال فترة التخزين المبرد، بهدف تحديد الظروف المثلى للحفظ التي تضمن الحفاظ على جودة المنتج وسلامته. كما هدفت إلى تحليل التفاعل بين عامل التركيز الملحي وعامل الزمن في إحداث التغيرات في المواصفات النوعية للجبن.

أهمية البحث:

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من مساهمتها في تطوير الصناعات الغذائية التقليدية، حيث تقدم معطيات علمية دقيقة يمكن الاعتماد عليها في تحسين جودة المنتج المحلي. كما تمثل أهمية تطبيقية من خلال مساعدة المصنعين في تقليل الفاقد وتحسين العائد الاقتصادي، وإثراء المكتبة العلمية بدراسات محكمة حول المنتجات التقليدية. وتكمن أهميتها المجتمعية في الحفاظ على التراث الغذائي السوري مع ضمان توفير منتج آمن وصحي للمستهلك، مما يسهم في تعزيز الأمن الغذائي وجودة الحياة.

طرائق ومواد البحث:

1. ***تصميم الدراسة:*** أُجريت هذه الدراسة وفقاً لتصميم تجريبي لتحليل تأثير ثلاث تراكيز ملحية مختلفة (10%، 14%، 18%) على الخصائص الكيميائية والبيوكيميائية للجبن الأبيض (العكاوي) خلال فترة تخزين امتدت إلى 90 يومًا على درجة حرارة 7°م.

2. ***المواد الأولية:*** استُخدم حليب بقري طازج مبستر (72°م لمدة 15 ثانية) في تصنيع الجبن. شملت المواد المضافة بادئ طبيعي من اللبن الرائب (بنسبة 0.5%)، وملح كلوريد الكالسيوم (بنسبة 0.02%)، ورينين (منفحة) تجاري على شكل أقراص (بقوة 18000/1)، وكلوريد الصوديوم النقي لتحضير المحاليل الملحية.

- ***تصنيع الجبن:*** صُنع الجبن وفقاً للطريقة التقليدية للجبن العكاوي مع بعض التعديلات المخبرية، ويمكن تلخيص المراحل كالتالي:

- ***البسترة والتحضين:*** بُستر الحليب عند 72°م لمدة 15 ثانية، ثم بُرّد إلى 40–42°م. أُضيف البادئ الطبيعي وخلط جيداً، ثم حُضن المزيج لمدة 15 دقيقة. بعد ذلك، أُضيف كلوريد الكالسيوم ثم المنفحة على حرارة الغرفة، ثم حُضن الخليط لمدة 40 دقيقة على حرارة 38– 40 مْ حتى اكتمال عملية التجبن.

- ***معالجة الخثرة:*** قُطعت الخثرة المتكونة إلى مكعبات صغيرة لتسهيل عملية خروج المصل. ثم نُقلت الخثرة إلى قماش قطني (شاش) للمرحلة الأولية من التصفية.

- ***الكبس والتشكيل:*** عُولجت الخثرة بعملية كبس لمدة ساعتين باستخدام أثقال مناسبة للحصول على قالب متماسك. قُطع القالب الناتج إلى مكعبات متساوية الأبعاد (3×3×3 سم^3) لضمان تجانس العينات وتوحيد ظروف انتشار الملح.

- ***التمليح الأولي والتخزين:*** خضعت مكعبات الجبن لتمليح جاف أولي بنسبة 3% لبضع دقائق. بعد ذلك، وزعت العينات عشوائياً على ثلاث مجموعات، حيث خزنت كل مجموعة في محلول ملحي بتركيز مختلف (10%، 14%، 18%) وعلى درجة حرارة 7°م (حرارة البراد) لمدة 90 يوم.

- ***التحاليل الكيميائية والبيوكيميائية:*** سحبت العينات للتحليل في فترات زمنية محددة (اليوم 1، 15، 30، 60، 90). قُيمت الخصائص التالية وفق الطرق القياسية (AOAC, 1990) مع بعض التعديلات:

- ***الرطوبة والمادة الجافة الكلية:*** باستخدام طريقة التجفيف في الفرن عند 105°م حتى ثبات الوزن.

- ***محتوى الدهن:*** وفقاً لطريقة جربر (Gerber).
- ***محتوى البروتين الكلي:*** باستخدام طريقة كلداهل (Kjeldahl) شبه الآلية (جهاز Gerhardt Vapodest 4S) لحساب الآزوت الكلي، ثم ضرب الناتج في عامل 6.38.
- ***الرماد:*** بالترميد في فرن عند 550°م لمدة 3 ساعات.
- ***محتوى الملح (كلوريد الصوديوم):*** باستخدام طريقة شاربانتيه–فولارد (Charpentier-Vohlards).
- ***درجة الحموضة (pH):*** باستخدام جهاز قياس pH-meter (نوع BNC).
- ***التحلل البروتيني (معامل الإنضاج):*** تم تقدير الآزوت الذائب (WSN) باستخدام طريقة كلداهل أيضاً، وحُسب معامل الإنضاج كنسبة الآزوت الذائب إلى الآزوت الكلي مضروباً في 100.

التحليل الإحصائي:

حُللت البيانات باستخدام تحليل التباين (ANOVA) في برنامج Genstat الإصدار 12. صُممت التجربة على أساس القطاعات العشوائية الكاملة، واختبرت الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$).

النتائج والمناقشة:

أظهرت النتائج وجود تأثيرات إحصائية معنوية ($P \leq 0.05$) لكلا العاملين على جميع الصفات المدروسة.

الجدول (1): تأثير التراكيز الملحية المختلفة على الخصائص الكيميائية والبيوكيميائية لعينات الجبن المخللة على درجة حرارة البراد

التركيز الملحي	المواد الصلبة%	الدهن%	البروتين%	الرماد%
10%	40.18 ^{c}	18.29 ^{c}	12.29 ^{c}	7.87 ^{c}
14%	43.65 ^{b}	19.65 ^{b}	13.20 ^{b}	9.43 ^{b}
18%	46.32 ^{a}	21.15 ^{a}	13.85 ^{a}	10.82 ^{a}

ملاحظة: تشير الحروف الإنجليزية المختلفة (a, b, c) ضمن كل عمود إلى وجود فرق إحصائي معنوي بين المتوسطات عند مستوى دلالة ($P \leq 0.05$).

ارتفعت قيمة المادة الجافة والرماد والملح بشكل ملحوظ مع زيادة التركيز الملحي. حيث سجلت أعلى القيم (46.32%، 10.82%، 9.32% على التوالي) عند التركيز 18%. يُعزى هذا إلى آلية الانتشار الأسموزي، حيث يؤدي ارتفاع تركيز الملح في الوسط المحيط إلى خروج الماء من كتلة الجبن، مما يزيد من نسبة المادة الجافة، بينما يزداد محتوى الرماد والملح نتيجة لانتقال أيونات الصوديوم والكلوريد إلى داخل الجبن (Bakirci *et al*., 2011).

كما أظهرت النتائج زيادة ظاهرية في نسبة الدهن (21.15%) والبروتين (13.85%) في العينات المخزنة بتركيز 18%. هذا الارتفاع لا يعكس زيادة حقيقية في محتواها المطلق، بل هو نتيجة نسبية ناجمة عن فقدان كمية أكبر من الماء (انخفاض المحتوى الرطوبي) في التراكيز الملحية الأعلى، مما يزيد من تركيز المكونات الصلبة المتبقية.

وكان لتركيز الملح تأثير مثبط واضح على عملية الإنضاج. إذ انخفض المعامل معنوياً من 12.73% عند تركيز 10% إلى 8.04% فقط عند تركيز 18%. يؤكد هذا الدور الحاسم للملح في تثبيط نشاط الإنزيمات للتحلل البروتيني وتثبيط نمو الأحياء الدقيقة المسؤولة عن تحلل البروتينات، مما أبطأ عملية الإنضاج بشكل كبير (Guinee and Fox, 1987).

كما ارتفعت قيمة الـ pH بشكل معنوي مع زيادة التركيز الملحي (من 4.76 إلى 4.88). يُفسر بالتأثير المثبط للأملاح العالية على نشاط بكتيريا حمض اللاكتيك، مما يحد من إنتاج الأحماض (Pastorino *et al*., 2003).

الجدول (2): تأثير مدة التخزين على الخصائص الكيميائية والبيوكيميائية لعينات الجبن المخللة على درجة حرارة البراد

فترة التخزين (يوم)	المواد الصلبة %	الدهن %	البروتين %	الرماد %	الـpH	الملح %	معامل الإنضاج %
1	40.26 ^{e}	20.32 ^{a}	13.34 ^{a}	7.25 e	6.40 ^{e}	6.04 ^{c}	6.26 ^{d}
15	41.26 ^{d}	20.00 ^{b}	12.89 ^{b}	8.34 d	6.21 ^{d}	6.87 ^{a}	8.62 ^{c}
30	41.88 ^{c}	19.90 ^{c}	12.69 ^{c}	8.99 c	5.98 ^{c}	6.83 ^{b}	10.69 ^{b}
60	42.66 ^{b}	18.78 ^{d}	12.24 ^{d}	9.65 b	5.88 ^{b}	6.66 ^{c}	12.11 ^{a}
90	42.32 ^{a}	18.77 ^{d}	12.18 ^{d}	9.89 a	6.04 ^{a}	6.35 ^{d}	13.21 ^{a}

ملاحظة: تشير الحروف الإنجليزية المختلفة (a, b, c, d, e) ضمن كل عمود إلى وجود فرق إحصائي معنوي بين المتوسطات عند مستوى ($P \leq 0.05$).

ازدادت نسبة المادة الجافة والرماد تدريجياً حتى اليوم 60 بسبب استمرار فقدان الرطوبة من كتلة الجبن المحلول الملحي. أما الانخفاض الطفيف في المادة الجافة بعد اليوم 60 فقد يكون مرتبطاً ببدء تحلل بعض المكونات الصلبة إلى مركبات ذوابة قد تنتشر إلى الوسط المحيط.

كما لوحظ انخفاض معنوي تدريجي في نسبة الدهن والبروتين الكلي مع تقدم مدة التخزين. يمكن إرجاع ذلك إلى استمرار فقدان مصل الجبن وإلى حدوث تحلل بروتيني ودهني بفعل الأنزيمات المتبقية ونشاط الأحياء الدقيقة، مما يؤدي إلى تكوين مركبات ذوابة صغيرة الحجم (ببتيدات، أحماض أمينية، أحماض دهنية) قد تهاجر من كتلة الجبن إلى المحلول الملحي (Sharara, 1959).

أدت زيادة مدة التخزين إلى زيادة طردية ومعنوية في معامل الإنضاج، حيث ارتفع من 6.26% في اليوم الأول إلى 13.21% في نهاية مدة التخزين. يؤكد هذا استمرار العمليات الإنزيمية البطيئة في تحليل البروتينات وتراكم نواتج التحلل الذوابة بمرور الوقت، حتى في ظل ظروف التخزين البارد والملوحة العالية (حرفوش، 2013).

وازداد محتوى الملح داخل الجبن بسرعة في الأيام الأولى حتى تحقيق شبه توازن أسموزي في اليوم 30، ثم بدأ بالانخفاض الطفيف بعد ذلك. أما بالنسبة لدرجة الحموضة، فقد انخفضت في المراحل الأولى بسبب استمرار التخمر البكتيري المحدود، ثم عادت للارتفاع بشكل طفيف في نهاية مدة التخزين، وهو ما قد يُعزى إلى تفكك بعض الأحماض الأمينية وإنتاج مركبات قاعدية مثل الأمونيا.

الاستنتاجات:

1. يلعب تركيز المحلول الملحي دوراً حاسماً في تحديد الخصائص النهائية للجبن الأبيض المخلل، حيث يؤدي استخدام تراكيز عالية (18%) إلى زيادة المحتوى من المواد الصلبة الكلية والرماد والملح، وفي المقابل، يثبط بشكل معنوي عملية التحلل البروتيني (معامل الإنضاج).
2. تمثل مدة التخزين عاملاً رئيسياً في تطور نضج الجبن، حيث تؤدي زيادة فترة التخزين إلى زيادة معنوية في معامل الإنضاج ومحتوى الرماد، مع انخفاض في محتوى الدهن والبروتين الكلي بسبب استمرار العمليات البيوكيميائية والانتشار.
3. تكون التغيرات في قيم الـ pH والملح خلال التخزين ديناميكية وغير خطية، وتعكس التفاعل المعقد بين عمليات الانتشار الأسموزي، والنشاط الميكروبي والإنزيمي المتبقي.

التوصيات:

1. ***للمصنّعين:***

يوصى باستخدام تركيز ملحي متوسط (حوالي 14%) لتخزين الجبن الأبيض، حيث يوفر توازناً مقبولاً بين تحقيق درجة من النضج والنكهة والمحافظة على القوام والثباتية.

يمكن اعتماد نظام تخزين على مرحلتين: البدء بتخزين الجبن في تركيز ملحي مرتفع (18%) للحفاظ على القوام ومنع التليين المبكر، ثم نقله لاحقاً إلى تركيز أقل (10–14%) للسماح بتطور النكهة والتحلل البروتيني المرغوب قبل التسويق.

2. ***للباحثين:***

إجراء دراسات مستقبلية لبحث تأثير استبدال جزء من كلوريد الصوديوم بكلوريد البوتاسيوم على الخصائص الحسية والكيميائية للجبن العكاوي، لتطوير منتجات صحية منخفضة الصوديوم.

3. ***مراقبة الجودة:***

ضرورة مراقبة وضبط كل من درجة حموضة المحلول الملحي ودرجة حرارة التخزين بدقة، حيث أن لهما تأثير بالغ في توجيه مسار العمليات البيوكيميائية ومعدلاتها خلال فترة التخزين.

المراجع:

أبوعزة، خ.، وقاسم، ر. (2022). تأثير إضافة المستخلصات العشبية الطبيعية مع التمليح التقليدي على الخصائص الحسية ومدة الصلاحية للجبن. مجلة الأغذية والتغذية، 15(3)، 112–125.

حرفوش، م. (2013). دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيوكيميائية لبعض الأجبان التقليدية السورية ومقارنتها بمثيلاتها من بعض الأجبان العالمية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم البيولوجية.

الخراشي، أ.، والعجيلي، ف. (2022). دراسة مقارنة لأنظمة تخزين الأجبان في الظروف الحارة: التفاعل بين درجة الحرارة والتركيز الملحي. مجلة العلوم الزراعية، 44(2)، 45–60.

العجيلي، ف.، والخراشي، أ. (2023). تأثير التركيز الملحي على ثباتية الجبن الكيميائية والميكروبيولوجية تحت ظروف التخزين الحارة. المؤتمر الدولي للعلوم الغذائية.

AOAC. Association of Official Analytical the Chemists. Official Methods of Analysis, 15th edition. Washington, D.C., U.S.A, 1990.

Bakirci I; Kavaz A. and Macit E. *Effect of different brine concentrations and ripening period on some quality properties of Turkish white pickled cheese*. African Journal of Biotechnology Vol. 10(56), 26 September, 2011, 11925-11931.

Fox, P. F., & McSweeney, P. L. H. (2017). Cheese: Chemistry, physics and microbiology (4th ed., Vol. 1). Academic Press.

Guinee T.P. and Fox P.F. Salting in cheese: Physical, chemical and biological aspects, in: Fox P.F. (Ed.), Cheese: Chemistry Physics and Microbiology, Elsevier Applied Science, London, UK, 1987, 251–297.

Guinee, T. P. (2016). The role of salt in cheese manufacture and ripening. International Journal of Dairy Technology, 69(1), 1–12.

Hayaloglu, A. A. (2021). Cheese varieties ripened in brine: A comprehensive review. International Dairy Journal, 114, 104–118.

Johnson, M. E. (2019). Cheese manufacturing parameters and their influence on product quality. In Dairy Processing and Quality Assurance (2nd ed., pp. 245-267). Wiley-Blackwell.

Kozmidou, E., Kaminarides, S., & Pappa, E. (2023). Partial replacement of NaCl with KCl in white-brined cheese: Impact on volatile profile and sensory characteristics. Journal of Dairy Science, 106(5), 3012–3025.

McSweeney, P. L. H., Fox, P. F., Cotter, P. D., & Everett, D. W. (2020). Cheese: Chemistry, physics and microbiology (4th ed., Vol. 2). Academic Press.

Pastorino, A. J., Hansen, C. L., & McMahon, D. J. (2003). Effect of salt on structure-function relationships of cheese. Journal of Dairy Science, 86(1), 60–69.

Ricardo, F., Pires, P., & Malcata, X. (2022). Structural modifications in cheese proteins induced by different brine concentrations: An FTIR and Raman spectroscopy study. Food Chemistry, 375, 131–145.

SHARARA (H.A.). *Study of chemical changes occurring in Dominate cheese during pickling*. Abst: J. Dairy Sci. Abstract, (1959), 22 -103.

Sheehan, J. J., & Guinee, T. P. (2021). Salt in cheese: A review of its role in microbiology, biochemistry, and texture. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 20(2), 1549–1583.

Shim, J., Lee, S., & Park, Y. W. (2023). Longitudinal study on enzymatic and microbial changes in white-brined cheese during extended ripening. LWT - Food Science and Technology, 173, 114–125.

Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2006). Dairy science and technology (2nd ed.). CRC Press.

The Synergistic Effect of Brine Concentration and Storage period on the Chemical and Biochemical Properties of Syrian White-Brined (Akawei) Cheese

Camillia Halabi[1*]

[1] Department of Food Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, University of Latakia, Latakia, Syria.

(*Corresponding author: Camellia Halabi, Email: Camellia-halabi@latakia-univ.edu.sy)

Received: 4/11 / 2025 **Accepted:** 12/ 03/ 2026

Abstract

This study aimed to evaluate the combined effects of brine concentration (10%, 14%, 18%) and storage period (up to 90 days at 7°C) on the chemical and biochemical properties of Akkawi cheese. The results demonstrated a significant influence of both salt concentration and storage time on all analyzed variables. Increasing the brine concentration led to higher levels of total solids, ash, and salt, while the ripening index decreased. Conversely, extended storage resulted in a progressive increase in the ripening index and total solids, accompanied by a decrease in fat and protein content. The study concluded that a 14% brine concentration represents the optimal range, achieving a balance between flavor development, through sufficient proteolysis, and the preservation of texture and stability. These findings underscore the critical importance of precise control over both concentration and time to enhance the quality and safety of this traditional cheese.

Keywords: White-brined cheese, Akawei, brine concentration, storage period, proteolysis, ripening coefficient, chemical composition.