تأثير تغيير السلالة البادئة ودرجة حرارة العجن وطريقة التمليح في مواصفات جبن الموزريللا

المعيدة م. باسمة أسبر، طالبة ماجستير، قسم الهندسة الغذائيّة، كلية الهندسة الكيميائيّة والبتروليّة، جامعة حمص

المشرف: أ.د. م. رمضان عطرة، أستاذ مساعد، قسم الهندسة الغذائيّة، كلية الهندسة الكيميائيّة والبتروليّة، جامعة حمص

الملخص

تم تصنيع جبن موزريللا باستخدام مسحوق الحليب البقري وباستخدام ثلاث بادئات مختلفة MB (*Streptococcus thermophilus, Lactabacillus bulgaricus, Lactabacillus helveticus*), MS (*Streptococcus thermophilus, Lactobacillus bulgaricus, Lactococcus lactis, Lactococcus cremoris*), YO (*Lacbtobacillus, Streptococcus thermophilus*) وباستخدام حمض السيتريك، وتمت دراسة تأثير درجة حرارة العجن (65–75–90)°م في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا خلال التخزين، حيث خضعت عينات الجبن المصنعة للتخزين المبرد، تم قياس الخواص الوظيفية عند فترات زمنية مختلفة (0، 15، 30، 45، 60، 75).

لم يكن لدرجات حرارة العجن المختلفة تأثيراً هاماً في الذوبانية والمطاطية والبثور الزيتية باستثناء الجبن المصنع باستخدام البادئ MS والذي عجن على الدرجة 75°م فقد كان لنسبة البثور الزيتية تأثيراً هاماً مقارنة بدرجتي الحرارة الباقيتين.

تمت دراسة تأثير التمليح الجاف والتمليح بالمحلول الملحي لعينات الجبن خلال التخزين المبرد، إذ تبين أن التمليح الجاف أنتج جبناً ذا خواص وظيفية أفضل من التمليح بالمحلول الملحي.

الكلمات المفتاحية: جبن الموزريللا، الخواص الوظيفية، حرارة العجن، التمليح الجاف، التمليح بالمحلول الملحي.

The effect of manufacturing conditions and salting technique in mozzarella cheese specifications

Basema esber, Ramadan Atrah

Chemical and Petroleum Engineering Faculty, Food Engineering Department, Al-Baath University, Homs, Syria

ABSTRACT

A study was conducted to produce high moisture mozzarella using cow powder milk, three different starter-culture combinations MB (Streptococcus thermophilus, Lactobacillus bulgaricus, lactobacillus helveticus), MS (Streptococcus thermophilus, Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus cremoris, lactobacillus lactis), YO (Streptococcus thermophilus, Lactobacillus bulgaricus) and citric acid.

The effect of three different temperatures of stretching had been studied. The results showed that on important effect had been noticed except the cheese that made with MS and stretched at the temperature of 75°C had the highest values of oiling off.

The effect of the dry salting and the brine salting had been studied. The dry salting resulted in cheeses that have functional properties better than the brine salting.

.

Key words: mozzarella cheese, functional properties, stretching heat, dry salting, brine salting.

المقدمة Introduction

يعد تصنيع الجبن أحد الأمثلة التقليدية لحفظ الأغذية والتي يعود تاريخها ل -7000 6000 سنة قبل الميلاد، حيث يتم حفظ المكونات الأكثر أهمية للحليب (الدسم والبروتين) من خلال الاعتماد على مبدأين اثنين لحفظ الأغذية وهما التخمر اللبني وتخفيض فعالية الماء من خلال إزالته وإضافة الملح [1].

يطلق اسم جبن الموزريللا في الأصل على الجبن المصنع من حليب الجاموس مرتفع الدسم الموجود في ايطاليا الجنوبية ويعتقد أن مكان ولادته في منطقة كامبانيا حيث صنع هذا الجبن لعقود عديدة ثم صنع الإيطاليون جبن الموزريللا من حليب البقر وتم قبوله بشكل كبير [2].

عرف [3] الموزريللا على أنها فرد في عائلة أجبان الباستا فيلاتا الإيطالية الناعمة الشائعة جداً إذ يمتلك المنتج النهائي سطح لماع ناعم، مملح بشكل خفيف بالإضافة لخواص مطاطية منقطعة النظير.

تلعب سلالات البادئ دوراً هاماً في كل مما يلي:

- تحويل اللاكتوز إلى حمض اللبن الذي يساهم في زيادة اندفاع المصل من الخثرة بالإضافة لانحلال فوسفات الكالسيوم الغروية المرتبطة بالكازيئينات.
- تحدد إمكانية تفكيكها للاكتوز إلى غلوكوز وغالاكتوز فيما إذا كان الجبن يحتوي بقايا غالاكتوز تساهم في تكون اللون البني للجبن أثناء الخبيز.
- إنتاج أنزيمات تساهم في التحلل البروتيني خلال التخزين [4].

استخدمت بادئات المصل تقليدياً في صناعة جبن الموزريللا الطازجة ثم استبدل بها بشكل تدريجي سلالات *Steptococcus thermophiles* فقط.

يستلزم تصنيع جبن الموزريللا عالية الرطوبة استخدام بادئات مثل *S.lactis* و *S.durns* أو *L.faecalis* أما البادئات المستخدمة في إنتاج الموزريللا منخفضة الرطوبة هي *S.thermophiles*، *L.bulgaricus* أو *L.helveticus* [6,5].

قام [7] بتصنيع جبن الموزريللا باستخدام سلالة مفردة أو سلالة مختلطة ووجد أن الجبن المصنع مع السلالة المختلطة تمتع بتحلل بروتيني أعلى ورطوبة أعلى وعزا ارتفاع الرطوبة لمعدل إنتاج الحمض الأسرع.

ذكر [8] أن استخدام *Lb.helveticus* كبادئ مساعد مع *S.thermophilus* أعطى جبن ذا خصائص وظيفية أفضل (خاصة الذوبانية) مقارنة مع استخدام *Lb.bulgaricus*.

العجن هو الخطوة المفتاحية لتحديد مواصفات الجبن بعد التصنيع وخلال التخزين، إلا أن الدراسات التي قيمت بشكل منفصل العوامل المؤثرة على عملية العجن أو درجة حرارة العجن من خلال التفاعلات المتضمنة في خطوة العجن وكذلك تأثير هذه التفاعلات على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا خلال التخزين المبرد كانت ضئيلة للغاية.

استخدم مجال واسع من pH ماء العجن (5.5 إلى 4.8) وقيم درجة حرارة تراوحت من°C (85–50) أثناء تصنيع جبن الموزريللا. عزز العجن تحت تأثير درجات حرارة أعلى تفاعلات بروتين أكثر أثرت على حيوية ونشاط بكتريا البادئ في الجبن والتركيب والإنتاج والذوبانية وحركية الماء والتحلل البروتيني وحجم الحبيبات والتي بدورها أثرت على انطلاق الزيت من الجبن.

وخلال فترة التخزين تغير قسم من الكالسيوم مما أدى لتغيرات أثرت على حركية الماء في مصفوفة البروتين [9].

يتم عجن الخثرة في الماء الحار لرفع درجة الحرارة للخثرة حوالي 55°C، وبعد التسخين تطبق على الخثرة قوى قص تسبب إطالة خيوط البروتين. خلال هذه المرحلة يحدث انتقال لمحتويات السيروم إلى ماء العجن والشبكة ثلاثية الأبعاد لمصفوفة البروتين التي تصطف بشكل موازٍ لبعضها البعض مع السيروم المحصور بينها [10].

تراوحت درجة الحرارة في مرحلة الطبخ– العجن من °C (85–60) لكي تصل درجة حرارة في كتلة الخثرة إلى °C (65-50). بعد تحقيق درجة الحرارة المرغوبة تعجن البروتينات وخاصة الكازيئينات وتشكل كخيوط متوازية لذا تخلق بنية ليفية مشابهة لألياف البروتين في صدر الدجاج وتتراكم حبيبات الدسم بين ألياف البروتين وتمنع خيوط البروتين من الاندماج [11].

لم تؤثر درجة حرارة العجن (85˚م و75˚م) على تركيب جبن الموزريللا (0.05 <P) لكن يوجد انخفاض في حركية الماء للأجبان مع زمن التخزين المبرد (P≤ 0.05) وزيادة في التفاعلات الإلكتروستاتيكية والروابط الهيدروجينية مع كثافة للجبن في الجبن المعرض للمط في ماء عند 85°م حيث انعكس على حركية ماء أخفض وتحطم كازيئين أخفض عندما قورن بالجبن المعرض للمط عند 75°م.

تعتبر هذه الخطوة ضرورية من أجل تثبيط الأحياء الدقيقة الممرضة والمفسدة من النمو أثناء التخزين

كما أنها تلعب دوراً مهماً في تبريد الجبن بعد تعرضه لخطوة العجن في الماء الحار، يحسن التمليح من استحلاب الدسم بسبب تبادل الكالسيوم في الكازيئين وهو مستقل

عن محتوى الرطوبة في المنتج لذا يوجد فرص أقل لانفصال الزيت وثبت أن التمليح الجاف للخثرة أفضل قبل خطوة العجن. يتم دمج الملح في أجبان الموزريللا إما من خلال التمليح بالمحلول الملحي أو التمليح الجاف [12].

في أيامنا هذه هناك ميل كبير لإنهاء هذه المرحلة أما الطرق المستخدمة فهي:

1- التمليح في المحلول الملحي: حيث يتم تحضير المحلول الملحي من خلال غلي الماء وإضافة الملح (حوالي200 gr ملح لكل ليتر من الماء عادةً) ثم يبرد المحلول لأقل من 20°م. المحلول الملحي الناتج يمكن أن يستخدم حتى نلاحظ ظاهرة التلوث (المحلول الملحي يصبح غائم).

بعد تبريد جبن الموزريللا يغمر في المحلول الملحي لمدة من الوقت تتغير وفقاً لقياسها (من أجل جبن يزن 400-500gr يستغرق حوالي ساعتين).

2- مط الخثرة في ماء مملح (1%ملح).

3- استخدام صوص: يتكون الصوص من ماء العجن (جزء واحد) + ماء (1جزء) + مصل حمضي متجمع في بداية الاختمار (فقط كافٍ لأخذ حموضة المحلول لـ pH4 و8°sh)

يغمر جبن الموزريللا في هذا المحلول حتى يباع. (تحذير: سيكون لون الصوص مائل للبياض بسبب ماء العجن المستخدم) يعمل الصوص بشكل أساسي كسائل حفظ.

4- استخدام محلول مصنع من الماء + حمض السيتريك (كمية كافية ليصل المحلول إلى رقم حموضة pH 4 و8°sh +2 % ملح (في هذه الحالة سيكون المحلول صافي [13].

وصف [14] الطريقة التقليدية للتمليح بالمحلول الملحي بأنها طريقة مكلفة، تتطلب مساحة أكبر، تزيد مشكلة التآكل وتؤدي لصعوبة في التنظيف والتخلص من المحلول الملحي.

قام [15] بدراسة تأثير تغيير مستويات الملح على التحلل البروتيني في جبن الموزريللا واستنتج عدم تأثر التحلل البروتيني بنسبة الملح فيها.

يقلل الملح من هدرجة الكازيئينات ويسبب تضييق شبكة الكازيئين منتجاً جبناً أقل ذوبانية [16].

المواد والطرائق والأجهزة المستخدمة Materials and Methods

أجري هذا البحث في مخابر في قسم الهندسة الغذائيّة في كلية الهندسة الكيميائية والبترولية – جامعة البعث– حمص.

أولاً: المواد:

1- حليب بودرة مجفف مخصص لصناعة الجبن إنتاج شركة Fonterra في بولندا (تركيبه: 24.5% بروتين، 26.3% دسم، 40.3 % كربوهيدرات، 5.3% رماد و3.1% رطوبة).
2- بادئ مجفد Befresh-YO إنتاج شركة Handary في بروكسيل في بلجيكا، يحتوي السلالتين *Streptococcus thermophilus*، *Lactobacillus bulgaricus*.
3- بادئ مجفد Befresh-MS إنتاج شركة Handary في بروكسيل في بلجيكا. يحتوي على السلالات الأربعة التالية *Streptococcus thermophilus*، *Lactobacillus bulgaricus*، *Lactococcus cremoris*، *Lactococcus lactis*.

4- بادئ مجفد Befresh-MB إنتاج شركة Handary في بروكسيل في بلجيكا. يحتوي على السلالات الثلاث *Streptococcus thermophilus*، *Lactobacillus bulgaricus* ، *Lactobacillus helveticus*.

أنزيم الرينين الميكروبي المشتق من فطر *Rhizomucor miehei* إنتاج شركة mayasan في تركيا.

5- كما تمّ استخدام التجهيزات التالية:

1- مقياسpH-meter رقمي خاص للجبن ماركة Foodcare-GERMANY.

2- مقياس حرارة رقمي ماركة HT-1 في الصين.

3- ميزان تحليلي بدقة 0.0001 ماركة SARTORIUS-GERMANY.

4- جهاز تغليف تحت التفريغ ماركة porodo الصينية.

ثانياً: طرائق تحضير العينات:

1) تحضير الحليب:

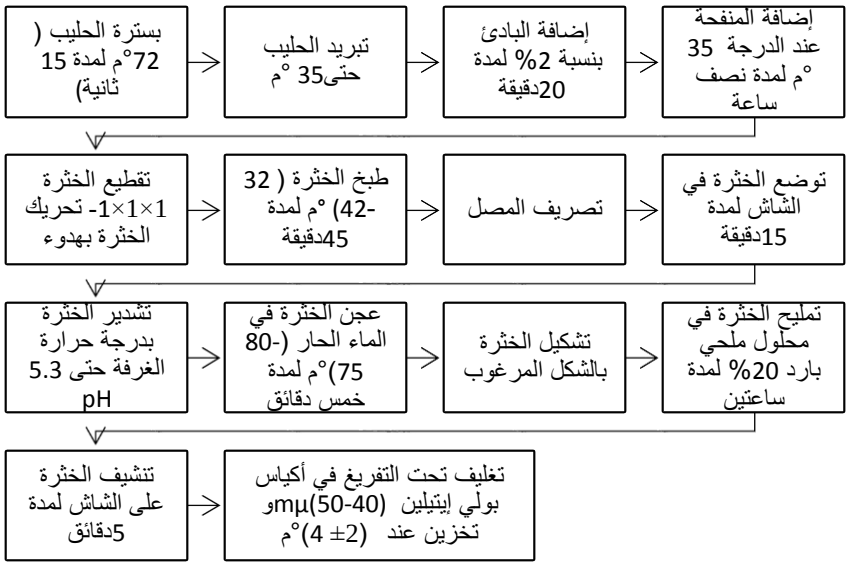
يتم حل حليب البودرة الجاف بالماء المعقم بنسبة 1:9، من أجل استخدامه لاحقاً في تصنيع جبن الموزريللا.

2) تحضير الزرعة الأم للبادئات الثلاثة المستخدمة:

يتم تسخين الحليب حتى الغليان، ثم يسكب في عبوة زجاجية معقمة، يترك ليبرد حتى 35 ° م وهي الدرجة الملائمة لعمل البادئ، ويحقن g 1 من البادئ المجفد، ثم يحضن حتى تشكل الخثرات ضمنه، بعدها يتم حفظ الزرعة الأم في البراد لمدة لا تتجاوز 9 أيام تصبح بعدها غير صالحة للاستخدام.

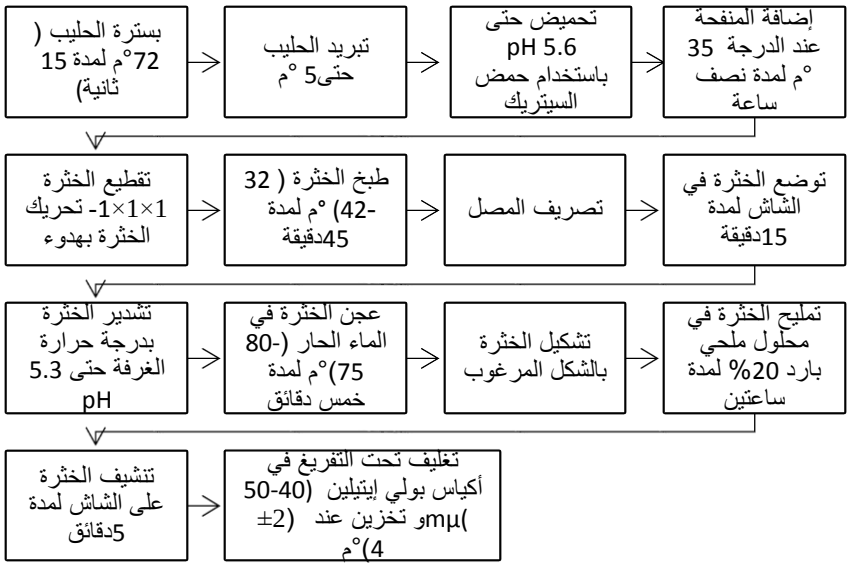
3) 13*تصنيع عينات جبن الموزريللا*:

1. **طريقة التخمر بالبادئات:** تم اتباع طريقة [17] مع إجراء بعض التعديلات، والمخطط التالي يوضح الطريقة:



المخطط (1): طريقة تصنيع جبن الموزريللا باستخدام طريقة التخمر بالبادئات

2. **طريقة التحميض المباشر:** تم تصنيع عينة جبن الموزريللا باستخدام طريقة التحميض المباشر وفق [18]، والمخطط التالي يوضح الطريقة:



المخطط (2): طريقة تصنيع جبن الموزريللا بطريقة التحميض المباشر

تم تبريد كل عينات الجبن طيلة ليلة كاملة عند الدرجة 5°C في أكياس كتيمة ثم غلفت بالتفريغ باستخدام جهاز التغليف بالتفريغ. تم إنجاز ثلاث مكررات لكل معالجة.

4) **تغيير درجة حرارة العجن:**

قمنا بمط الخثرات الناتجة عن استخدام البادئات الثلاثة عند ثلاث درجات حرارة مختلفة وهي 60، 75، 90 °م.

5) **طرق تمليح الجبن:**

1. **<u>التمليح بالمحلول الملحي:</u>**

يتم تصنيع جبن الموزريللا وفق ما ذكر سابقاً، وبعد عملية العجن في الماء الحار، يتم غمر الخثرة في محلول NaCl تركيزه 20% لمدة ساعتين عند الدرجة 4°C.

2. **التمليح الجاف:**

يتم تصنيع جبن الموزريللا وفق ما ذكر مسبقاً وبعد خطوة التشدير، يتم طحن الخثرة وتمليحها بنسبة 2% (وزناً/وزناً) من وزن الخثرة، تترك مملحة لمدة 20 دقيقة، ثم تتم عملية العجن في ماء درجة حرارته 75C° ونسبة الملح فيه 4% لمدة 5–10 دقيقة [19].

ثالثاً: الاختبارات المطبقة على العيّنات: تم تحليل العينات في الأيام 0، 15، 30، 45، 60 ،75 من التخزين المبرد كما يلي:

1. **اختبار المطاطية (Stretchability):**

تم قياس المطاطية وفقاً لـ [20] حيث يتم تعبئة ثلاثة أرباع بيشر حجمه 250 ml بماء حار عند الدرجة 85°C. ومن ثم يوضع 10 g من الجبن في البيشر وتترك لمدة دقيقة واحدة. يغمس قضيب زجاجي في مركز الجبن المنصهر ويرفع بوساطته، ثم يتم قياس طول الخيط المتشكل بال cm.

2. **اختبار تسرب الدسم (Oiling off):**

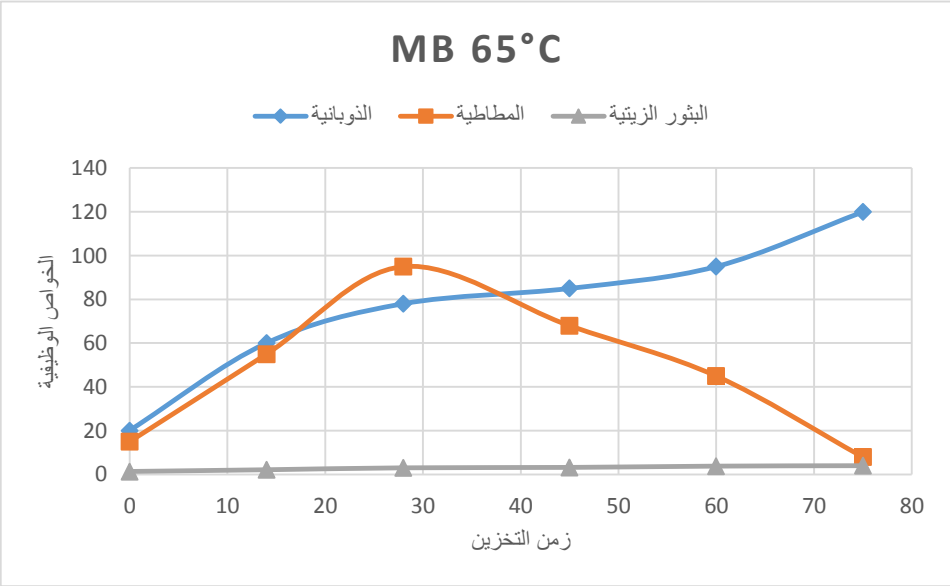
توضع أربعة أقراص من الجبن (25mm في القطر و4 mm في السماكة) على ورق ترشيح Whatman-No.42 ثم تخل فرن تجفيف بالهواء الساخن عند الدرجةC ° 100 لمدة 10 دقائق، تقاس المساحة لكل خاتم زيتي باستخدام مقياس المساحة planimeter ثم تنسب إلى مساحة القرص الأصلي فتكون نسبة تسرب الزيت هي A/B حيث هيA منطقة خاتم الدسم، Bهي منطقة القرص الأصلية [17].

تم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام Minitab18 بواسطة تحليل التباين One Way ANOVA واختبار Tukey لتحديد الفروق بين المتوسطات، وذلك عند مستوى موثوقية ($P\leq0.05$) وبإجراء ثلاث مكررات للتجارب وأخذ المتوسط.

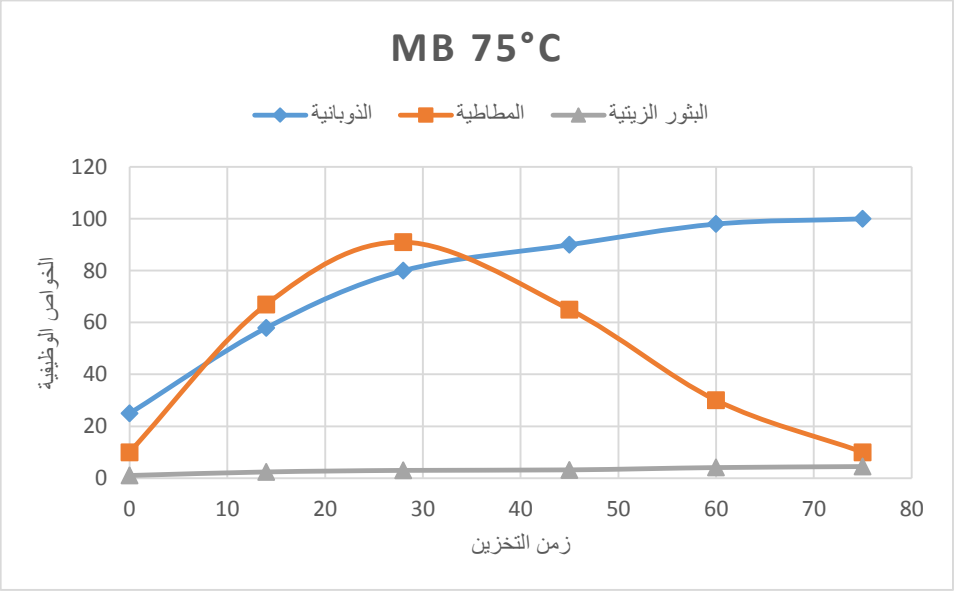
النتائج والمناقشة:

أولاً: نتائج تغيير درجة حرارة العجن في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB

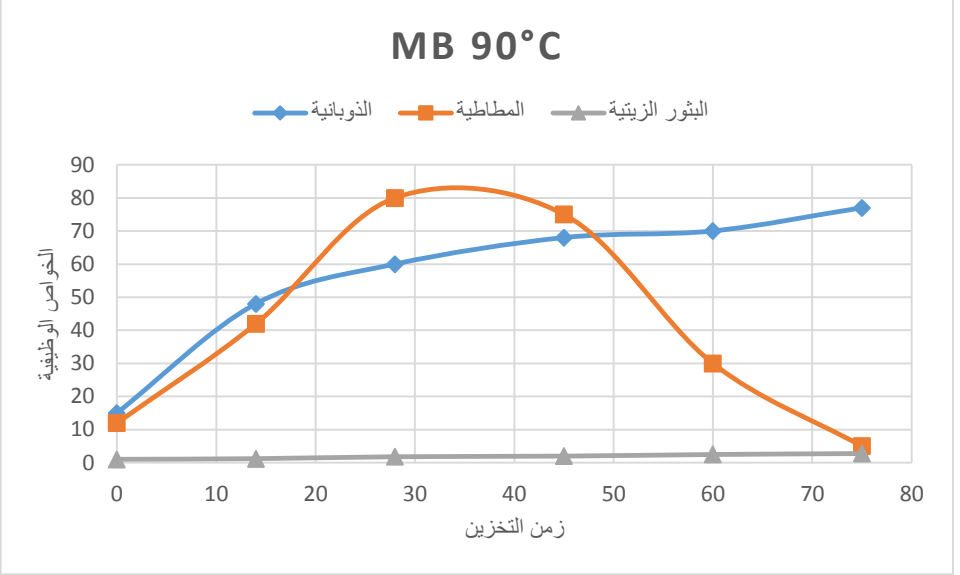
يظهر الجدول (9) نتائج تغيير درجة حرارة العجن في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB وتوضح المخططات (13) و(14) و(15) نتائج درجات حرارة العجن 65 و75 و90°م على التوالي في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB.



المخطط (13): نتائج تأثير درجة حرارة العجن 65°C على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB



المخطط (14): نتائج تأثير درجة حرارة العجن عند 75 ° C على الخواص الوظيفية للجبن المصنع ببادئ MB



المخطط (15): نتائج تأثير درجة حرارة العجنC ° 90 على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB

الجدول (9): نتائج تأثير تغيير درجة حرارة العجن في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB

البثور الزيتية (%)			المطاطية (cm)			الذوبانية(mm)			
°C 90	°C 75	°C 65	°C 90	°C 75	°C 65	°C 90	°C 75	°C 65	درجة الحرارة / الزمن (اليوم)
1 ± 0.11^{b}	1 ± 0.31^{d}	12 ± 0.3^{e}	3 ± 0.02^{c}	10 ± 0.3^{e}	15 ± 0.32^{e}	15 ± 0.2^{f}	25 ± 0.23^{f}	20 ± 0.21^{f}	**0**
1.2 ± 0.23^{ab}	2.4 ± 0.32^{c}	42 ± 0.7^{c}	48 ± 0.05^{bc}	67 ± 0.8^{b}	55 ± 0.34^{c}	48 ± 0.22^{e}	58 ± 0.04^{e}	60 ± 0.1^{e}	**15**
1.8 ± 0.15^{a} b	3 ± 0.23^{bc}	80 ± 0.15^{a}	85 ± 0.29^{b}	91 ± 0.1^{a}	95 ± 0.1^{a}	60 ± 0.45^{d}	80 ± 0.17^{d}	78 ± 0.231^{d}	**30**
2 ± 0.08^{ab}	3.2 ± 0.75^{abc}	75 ± 0.18^{b}	70 ± 0.46^{ab}	65 ± 0.42^{c}	68 ± 0.5^{b}	68 ± 0.072^{c}	90 ± 0.09^{c}	85 ± 0.19^{c}	**45**

2.5 ±1^{ab}	4.1 ± 0.137^{ab}	30 ± 0.2^{d}	61± 0.03^{a}	30 ± 0.25^{d}	45 ± 0.12^{d}	70 ± 0.3^{b}	98 ± 0.86^{b}	95 ± 0.22^{b}	**60**
2.8 ± 1.1^{a}	4.5 ± 0.5^{a}	5 ± 0.35^{f}	18 ± 0.13^{a}	10 ± 0.5^{e}	8 ± 0.2^{f}	77 ± 0.21^{a}	100 ± 0.1^{a}	120 ± 0.17^{a}	**75**

كل قيمة في الجدول تمثل المتوسط الحسابي (n=3) ± الانحراف المعياري

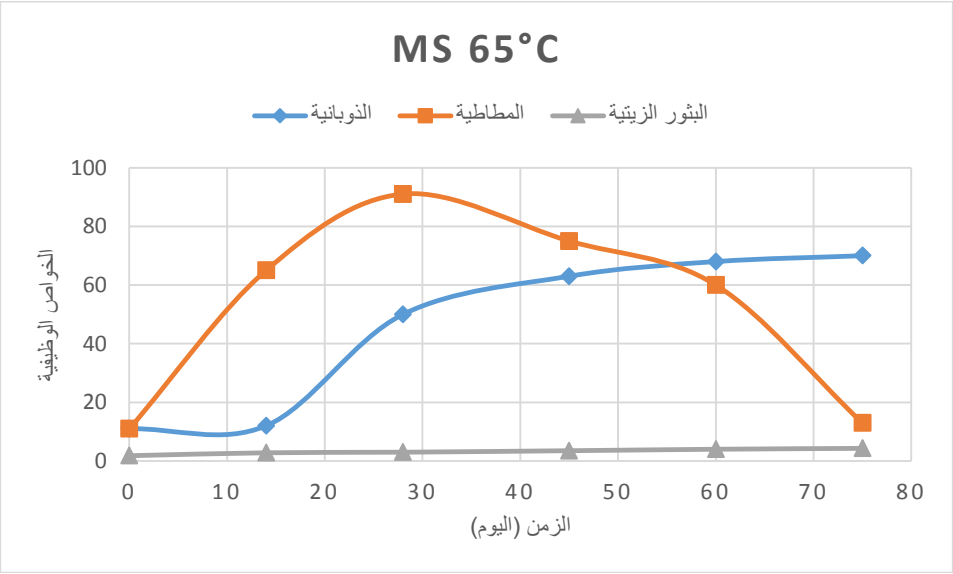
تشير الأحرف الكبيرة A, B على يسار الأرقام إلى وجود فروق معنوية في السطر نفسه، تشير الأحرف الصغيرة a, b, c, d, e, f على يمين الأرقام إلى وجود فروق معنوية في العمود نفسه.

بالنظر إلى المخططات البيانية (4) و(5) والجدول (6) يتبين لنا تأثير تقدم زمن التبريد في ذوبانية ومطاطية والبثور الزيتية للجبن حيث لوحظت زيادة الذوبانية والبثور الزيتية مع تقدم الزمن وقد جاءت هذه النتائج موافقة للعام 2013 [21]، أما المطاطية فقد ارتفعت تدريجيا حتى اليوم الشهر تقريبا ثم بدأت بالانخفاض التدريجي أيضاً وهذا يتوافق مع [22].

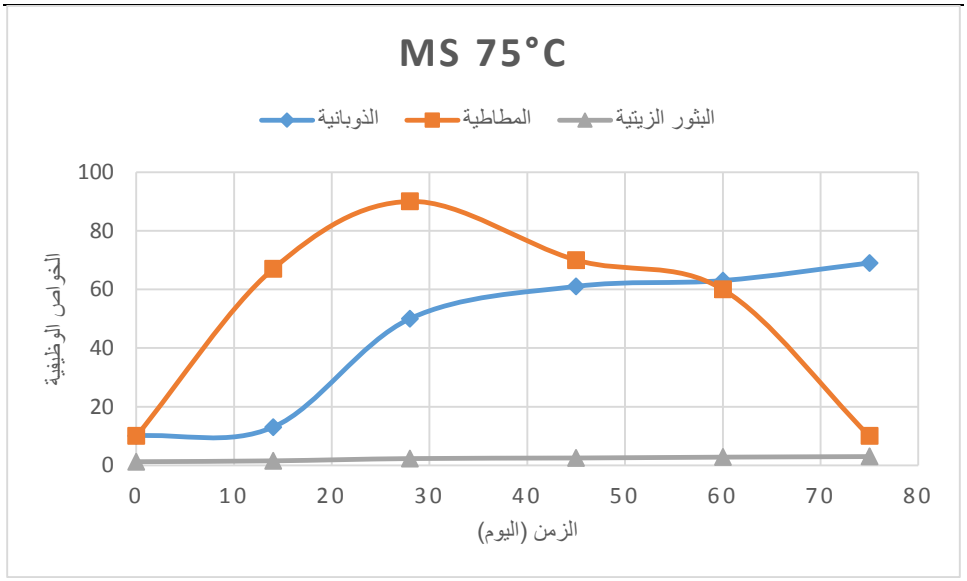
بين التحليل الإحصائي ($P>0.05$) عدم وجود تأثير هام لدرجة حرارة العجن في الذوبانية والمطاطية والبثور الزيتية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB إلا أن درجة حرارة العجن 90°م أنتجت جبناً ذو مطاطية أقل ولكن بشكل غير معنوي عن درجتي العجن 65 و75°م ويعزى ذلك لتأثير الحرارة المرتفعة لماء العجن والذي يؤدي لفقدان دسم أكثر مع ماء العجن وبالتالي نقصان المطاطية لأن الدسم يعمل كمادة مزلقة بين ألياف الكازيئين [23].

ثانياً: نتائج تغيير درجة حرارة العجن في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MS

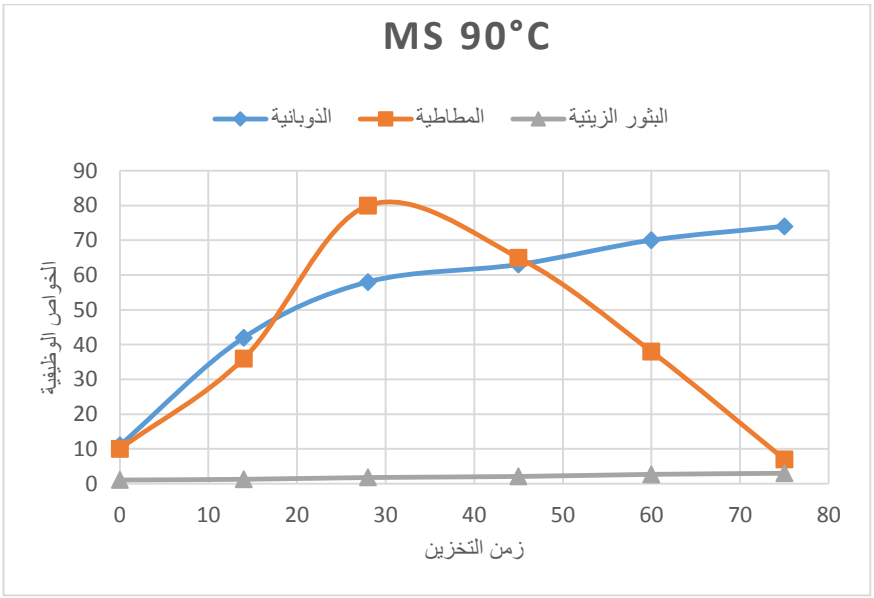
يظهر الجدول (10) نتائج تغيير درجة حرارة العجن في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MS وتوضح المخططات (16) و(17) و(18) نتائج درجات حرارة العجن 65 و75 و90°م على التوالي في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MS.



المخطط (16): نتائج تأثير درجة حرارة العجن 65°C على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MS



المخطط (17): نتائج تأثير درجة حرارة العجن 75°C على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MS



المخطط (18): نتائج تأثير درجة حرارة العجن 90°C على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MS

الجدول (10): نتائج تأثير تغيير درجة حرارة العجن في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MS

	الذوبانية(mm)			المطاطية (cm)			البثور الزيتية (%)		
درجة الحرارة / الزمن (اليوم)	°C 65	°C 75	°C 90	°C 65	°C 75	°C 90	°C 65	°C 75	°C 90
0	11 ± 0.02^{d}	10 ± 0.4^{f}	11 ± 0.2^{f}	11 ± 0.5^{f}	10 ± 0.22^{e}	10 ± 0.9^{e}	1.8 ± 0.2^{e}	1.2 ± 0.05^{e}	1.1 ± 0.5^{e}
15	12 ± 0.53^{d}	13 ± 0.23^{e}	42 ± 0.62 ^{e}	65 ± 0.17^{c}	67 ± 0.83^{c}	36 ± 0.45^{d}	2.8 ± 0.12^{d}	1.5 ± 0.22^{c}	1.3 ± 0.02^{de}
30	50 ± 0.18^{c}	50 ± 0.1^{d}	58 ± 0.72^{d}	91 ± 0.25^{a}	90 ± 0.21^{a}	80 ± 0.32^{a}	3 ± 0.4^{cd}	2.3 ± 0.5^{b}	1.8 ± 0.2^{cd}
45	63 ± 0.08^{b}	61 ± 0.24^{c}	63 ± 0.31^{c}	75 ± 0.33^{b}	70 ± 0.8^{b}	65 ± 0.4^{b}	3.5 ± 0.3^{bc}	2.5 ± 0.1^{ab}	2.1 ± 0.14^{bc}
60	68 ± 0.126^{a}	63 ± 0.5^{b}	70 ± 0.1^{b}	60 ± 0.24^{d}	60 ± 0.35^{d}	38 ± 0.27^{c}	4 ± 0.11^{ab}	2.8 ± 0.2^{ab}	2.7 ± 0.2^{ab}
75	70 ± 0.3^{a}	69 ± 0.31^{a}	74 ± 0.09^{a}	13 ± 0.7^{e}	10 ± 0.56^{e}	7 ± 0.46^{f}	4.3 ± 0.2^{a}	3 ± 0.15^{a}	3 ± 0.18^{a}

كل قيمة في الجدول تمثل المتوسط الحسابي (n=3) ± الانحراف المعياري.

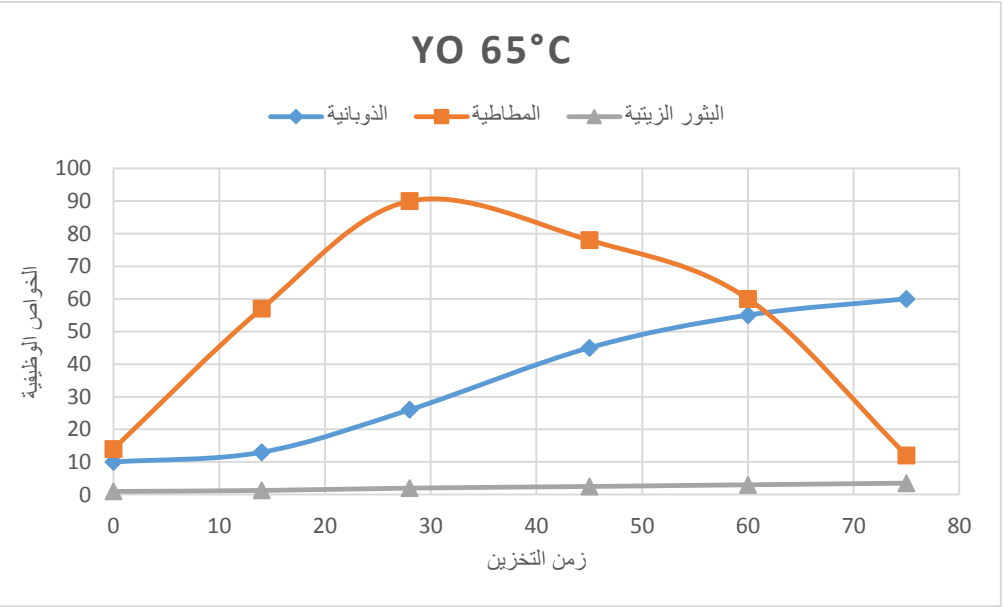
تشير الأحرف الكبيرة A, B على يسار الأرقام إلى وجود فروق معنوية في السطر نفسه، تشير الأحرف الصغيرة a, b, c, d, e, f على يمين الأرقام إلى وجود فروق معنوية في العمود نفسه.

بالنظر إلى المخططات البيانية (16) و(17) والجدول (10)، يتبين لنا تأثير تقدم زمن التبريد في ذوبانية ومطاطية والبثور الزيتية للجبن حيث لوحظت زيادة الذوبانية والبثور الزيتية مع تقدم الزمن وقد جاءت هذه النتائج موافقة للعالم[21] ، أما المطاطية فقد ارتفعت تدريجيا حتى اليوم 40 تقريبا ثم بدأت بالانخفاض التدريجي أيضاً وهذا يتوافق مع [22].

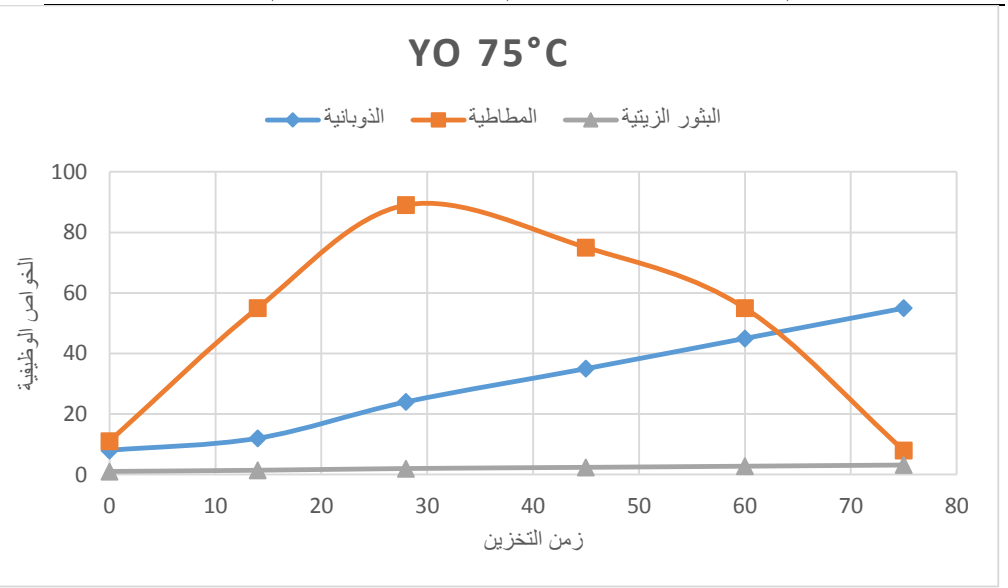
بين التحليل الإحصائي (P>0.05) عدم وجود تأثير معنوي لدرجة حرارة العجن في الذوبانية والمطاطية، في حين لوحظ وجود تأثير معنوي (P<0.05) لدرجة حرارة العجن 65° م في البثور الزيتية وعدم وجود تأثير معنوي (P>0.05) لدرجتي الحرارة 75 و90 °م وهذا يتوافق مع [24].

ثالثاً: نتائج تغيير درجة حرارة العجن في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ YO

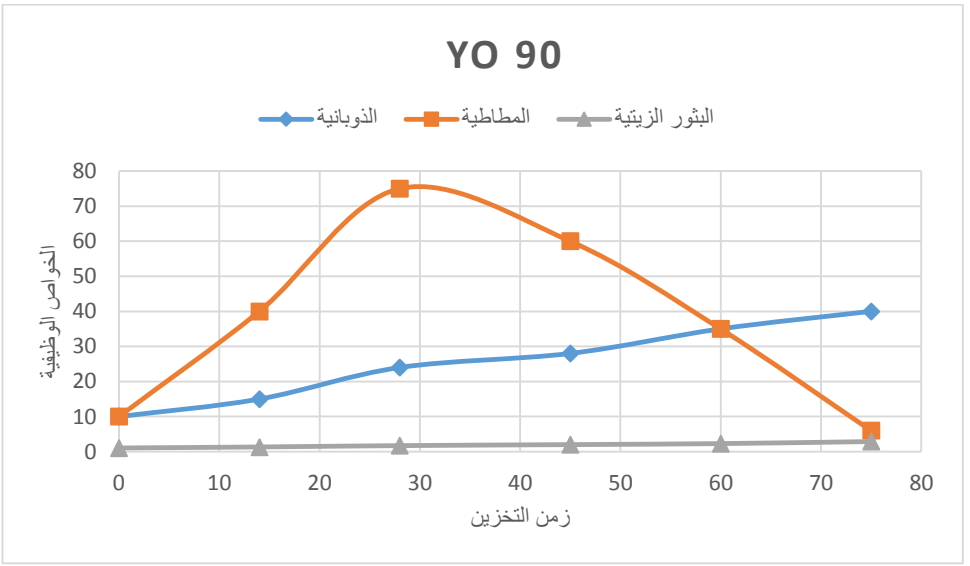
يظهر الجدول (11) نتائج تغيير درجة حرارة العجن في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ YOو توضح المخططات (19) و(20) و(21) نتائج درجات حرارة العجن 65 و75 و90°م على التوالي في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ YO.



المخطط (19): نتائج تأثير درجة حرارة العجن °65 على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ YO



المخطط (20): نتائج تأثير درجة حرارة العجن 75° على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ YO



المخطط (21): نتائج تأثير درجة العجن 90°C على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ YO

الجدول (11): نتائج تأثير تغيير درجة حرارة العجن في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ YO

	الذوبانية(mm)			المطاطية (cm)			البثور الزيتية (%)		
درجة الحرارة / الزمن (اليوم)	°C 65	°C 75	°C 90	°C 65	°C 75	°C 90	°C 65	°C 75	°C 90
0	10 ± 0.1f	8 ± 0.65^{f}	10 ± 0.13^{f}	14 ± 0.07^{e}	11 ± 0.23^{d}	10 ± 0.53^{e}	1 ± 0.7^{c}	1 ± 0.4^{d}	1 ± 0.16^{d}
15	13 ± 0.082^{e}	12 ± 0.12^{e}	15 ± 0.52^{e}	57 ± 0.6^{d}	55 ± 0.09^{c}	40 ± 0.25^{c}	1.3 ± 0.12^{c}	1.4 ± 0.06^{d}	1.3 ± 0.05^{d}
30	26 ± 0.8d	24 ± 0.17^{d}	24 ± 0.2^{d}	90 ± 0.13^{a}	89 ± 0.18^{a}	75 ± 0.13^{a}	2 ± 0.33^{bc}	2 ± 0.205^{c}	1.7 ± 0.1^{c}
45	45 ± 0.41c	35 ± 0.82^{c}	28 ± 0.66^{c}	78 ± 0.31^{b}	75 ± 0.6^{b}	60 ± 0.62^{b}	2.5 ± 0.1^{ab}	2.4 ± 0.08^{bc}	2 ± 0.24^{bc}
60	55 ± 0.36^{b}	450. 26^{b}	35 ± 0.56^{b}	60 ± 0.51^{c}	55 ± 0.32^{c}	35 ± 0.8^{d}	3 ± 0.56^{ab}	2.8 ± 0.1^{ab}	2.3 ± 0.14^{b}
75	60 ± 0.262^{a}	55 ± 0.4^{a}	40 ± 0.15^{a}	12 ± 0.4^{f}	8 ± 0.06^{e}	6 ± 0.82^{f}	3.5 ± 0.07^{a}	3.2 ± 0.2^{a}	2.9 ± 0.1^{a}

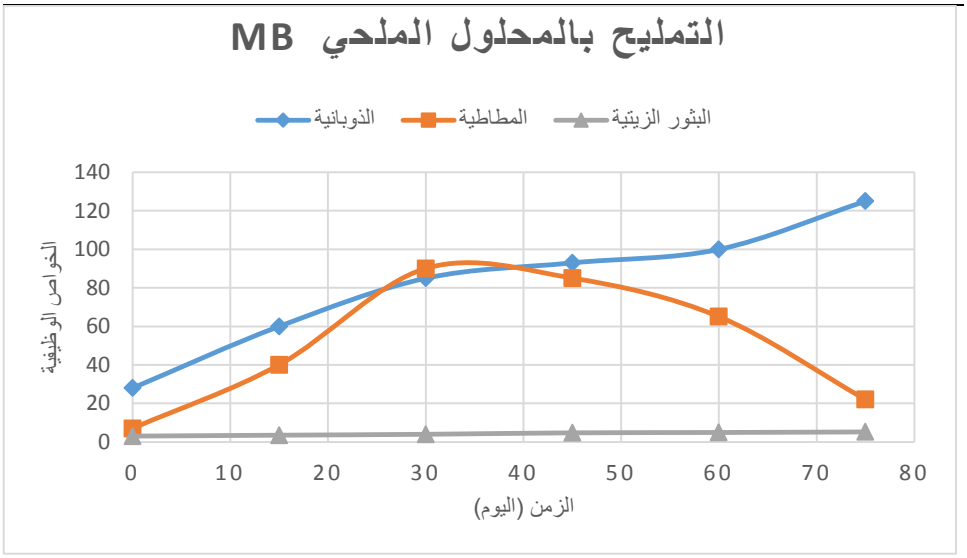
كل قيمة في الجدول تمثل المتوسط الحسابي (n=3) ± الانحراف المعياري، تشير الأحرف الكبيرة A, B على يسار الأرقام إلى وجود فروق معنوية في السطر نفسه، تشير الأحرف الصغيرة a, b, c, d, e, f على يمين الأرقام إلى وجود فروق معنوية في العمود نفسه.

بالنظر إلى المخططات البيانية (18) و(19) والجدول (11) يتبين لنا تأثير تقدم زمن التبريد في ذوبانية ومطاطية والبثور الزيتية للجبن حيث لوحظت زيادة الذوبانية والبثور الزيتية مع تقدم الزمن وقد جاءت هذه النتائج موافقة للعالم[21] ، أما المطاطية فقد ارتفعت تدريجيا حتى اليوم الشهر تقريبا ثم بدأت بالانخفاض التدريجي أيضاً وهذا يتوافق مع[22].

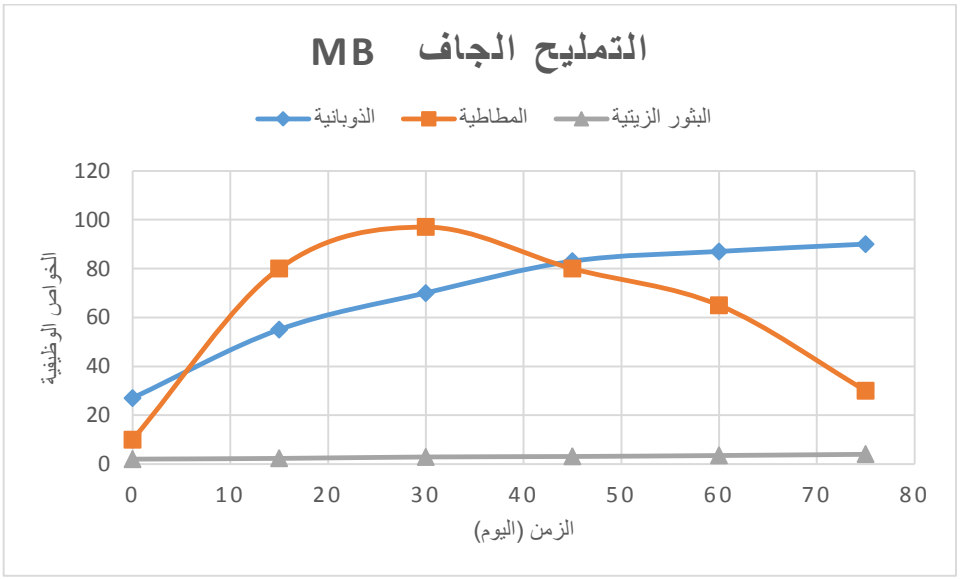
بين التحليل الإحصائي ($P>0.05$) عدم وجود تأثير معنوي لدرجة العجن في الخواص الوظيفية (الذوبانية، المطاطية والبثور الزيتية) لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ YOو هذا يتوافق مع [25].

رابعاً: نتائج تأثير تغيير طريقة التمليح في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB

يمثل الجدول (12) نتائج تأثير طريقة التمليح بالمحلول والتمليح الجاف في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB وذلك خلال فترة التخزين المبرد، وتوضح المخططات (22) و(23) نتائج طريقتي التمليح بالمحلول والجاف على التوالي في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB.



المخطط (22): نتائج تأثير التمليح بالمحلول الملحي على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB



المخطط (23): نتائج تأثير التمليح الجاف على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB

الجدول (12): نتائج تأثير تغيير طريقة التمليح في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB

	الذوبانية(mm)		المطاطية (cm)		البثور الزيتية (%)	
درجة الحرارة / الزمن (اليوم)	التمليح بالمحلول	التمليح الجاف	التمليح بالمحلول	التمليح بالجاف	التمليح بالمحلول	التمليح الجاف
0	A28±0.43^{f}	A27±1^{f}	A7±0.24^{f}	A10±0.9^{e}	A3±0.08^{e}	B2±0.15^{cd}
15	60±0.73^{e}	55±0.88^{e}	40±0.5^{d}	80±0.66^{b}	3.5±0.04^{d}	2.3±0.775^{d}
30	85±0.21^{d}	70±0.4^{d}	90±0.45^{a}	97±0.83^{a}	4±0.22^{c}	2.9±0.1^{bc}
45	93±0.7^{c}	83±0.26^{c}	85±0.72^{b}	80±0.35^{b}	4.8±0.1^{b}	3.1±0.25^{ab}
60	100±0.07^{b}	87±0.03^{b}	65±0.82^{c}	65±0.85^{c}	5±0.28^{ab}	3.5±0.1^{ab}
75	125±0.2^{a}	90±0.1^{a}	22±0.72^{e}	30±0.22^{d}	5.3±0.2^{a}	4±0.07^{a}

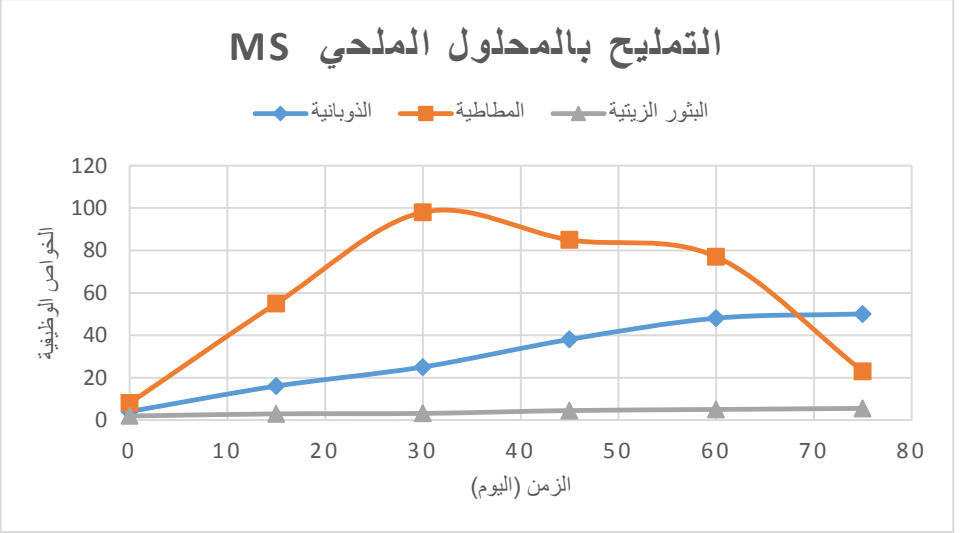
كل قيمة في الجدول تمثل المتوسط الحسابي (n=3) ± الانحراف المعياري، تشير الأحرف الكبيرة A, B على يسار الأرقام إلى وجود فروق معنوية في السطر نفسه، تشير الأحرف الصغيرة a, b, c, d, e, f على يمين الأرقام إلى وجود فروق معنوية في العمود نفسه.

بالنظر إلى المخططات (22) و(23) والجدول (12) يتبين لنا تأثير تقدم زمن التبريد في ذوبانية ومطاطية والبثور الزيتية للجبن حيث لوحظت زيادة الذوبانية والبثور الزيتية مع تقدم الزمن وقد جاءت هذه النتائج موافقة للعالم [21]، أما المطاطية فقد ارتفعت تدريجيا حتى اليوم 40 تقريبا ثم بدأت بالانخفاض التدريجي أيضاً وهذا يتوافق مع [22].

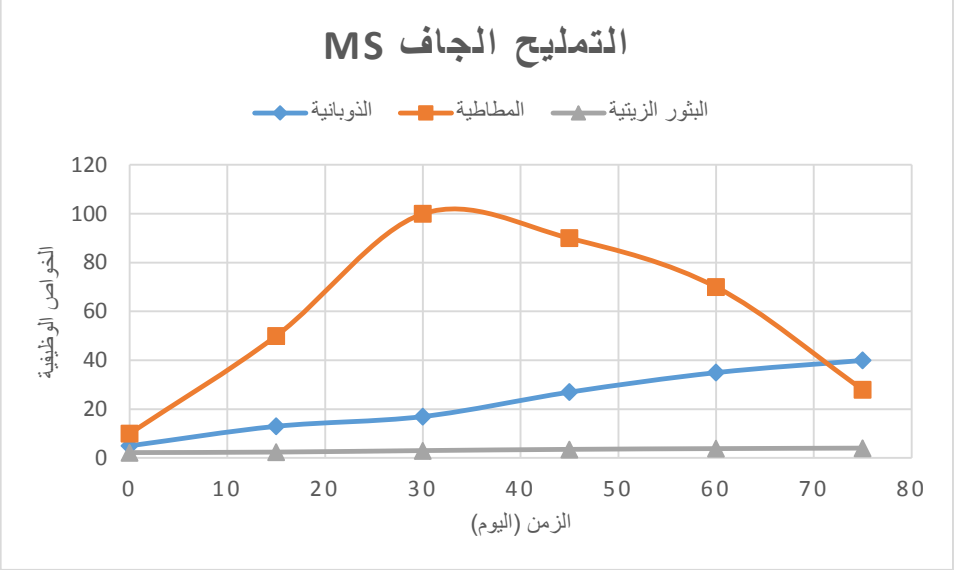
لا يوجد تأثير هام ($p> 0.05$) لطريقة التمليح في الذوبانية والمطاطية، لكن التحليل الإحصائي بين وجود فروق معنوية هامة ($p<0.05$) بين طريقتي التمليح فيما يخص البثور الزيتية لصالح التمليح الجاف حيث تكون نسبة البثور الزيتية أقل ويعزى ذلك إلى تحسين استحلاب الدسم بسبب تبادل الكالسيوم في الكازيئين وبالتالي فرص أقل لانفصال الزيت وتشكل البثور [26].

خامساً: نتائج تأثير تغيير طريقة التمليح في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MS

يمثل الجدول (13) نتائج تأثير طريقة التمليح بالمحلول والتمليح الجاف في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MS وذلك خلال فترة التخزين المبرد، وتوضح المخططات (24) و(25) نتائج طريقتي التمليح بالمحلول والجاف على التوالي في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع.



المخطط (24): نتائج تأثير التمليح الجاف على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB



المخطط (25): نتائج تأثير التمليح الجاف على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MS

الجدول (13): نتائج تأثير تغيير طريقة التمليح في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MS

	الذوبانية(mm)		المطاطية (cm)		البثور الزيتية (%)	
درجة الحرارة / الزمن (اليوم)	التمليح بالمحلول	التمليح الجاف	التمليح بالمحلول	التمليح بالجاف	التمليح بالمحلول	التمليح الجاف
0	A4 ± 0.36^{f}	A5 ± 0.12^{f}	A8 ± 0.2^{f}	A10 ± 0.53^{f}	A2 ± 0.075 ^{d}	B2.2 ± 0.13^{c}
15	16 ± 0.123^{e}	13 ± 0.16^{e}	55 ± 0.032^{d}	50 ± 0.36^{d}	3 ± 0.55^{c}	2.4 ± 0.3^{c}
30	25 ± 1.1^{d}	17 ± 0.37^{d}	90 ± 0.05^{a}	10 ± 0.01^{a}	3.2 ± 0.05 ^{b}	30 ± 0.56^{bc}
45	38 ± 0.46^{c}	27 ± 0.44^{c}	85 ± 0.43^{b}	90 ± 0.25^{b}	4.5 ± 0.23^{ab}	3.5 ± 0.4^{ab}

3.8 ± 0.1^{ab}	5 ± 0.06^{a}	70 ± 0.53 ^{c}	77 ± 0.21^{c}	35 ± 0.82^{b}	48 ± 0.26^{b}	**60**
4 ± 0.3^{a}	5.5 ± 0.04^{a}	28 ± 0.072^{e}	23 ± 0.72^{e}	40 ± 0.7^{a}	50 ± 0.21^{a}	**75**

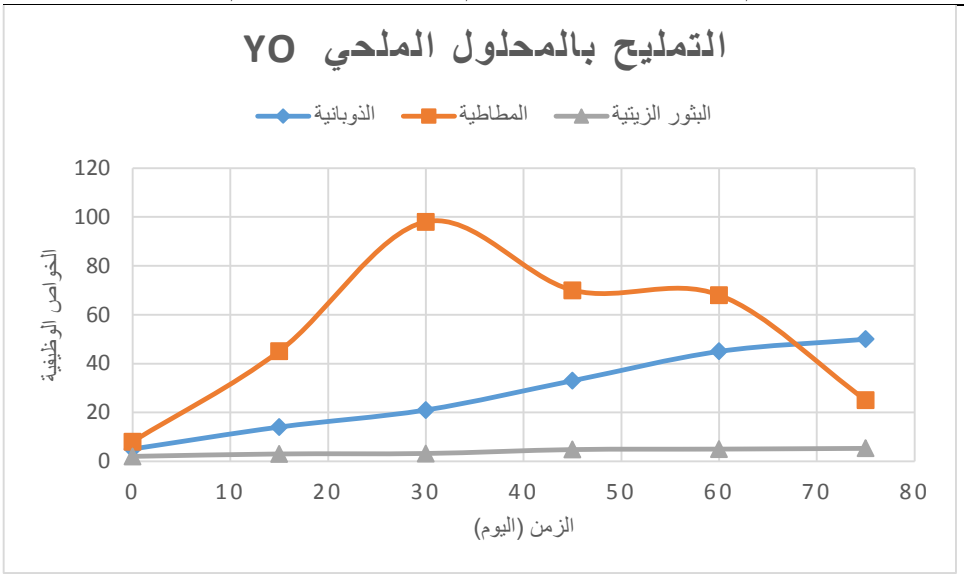
كل قيمة في الجدول تمثل المتوسط الحسابي (n=3) ± الانحراف المعياري، تشير الأحرف الكبيرة A, B على يسار الأرقام إلى وجود فروق معنوية في السطر نفسه، تشير الأحرف الصغيرة a, b, c, d, e, f على يمين الأرقام إلى وجود فروق معنوية في العمود نفسه.

بالنظر إلى المخططات (24) و(25) والجدول (13) يتبين لنا تأثير تقدم زمن التبريد في ذوبانية ومطاطية والبثور الزيتية للجبن حيث لوحظت زيادة الذوبانية والبثور الزيتية مع تقدم الزمن وقد جاءت هذه النتائج موافقة للعالم [21]، أما المطاطية فقد ارتفعت تدريجيا حتى اليوم الشهر تقريبا ثم بدأت بالانخفاض التدريجي أيضاً وهذا يتوافق مع [22].

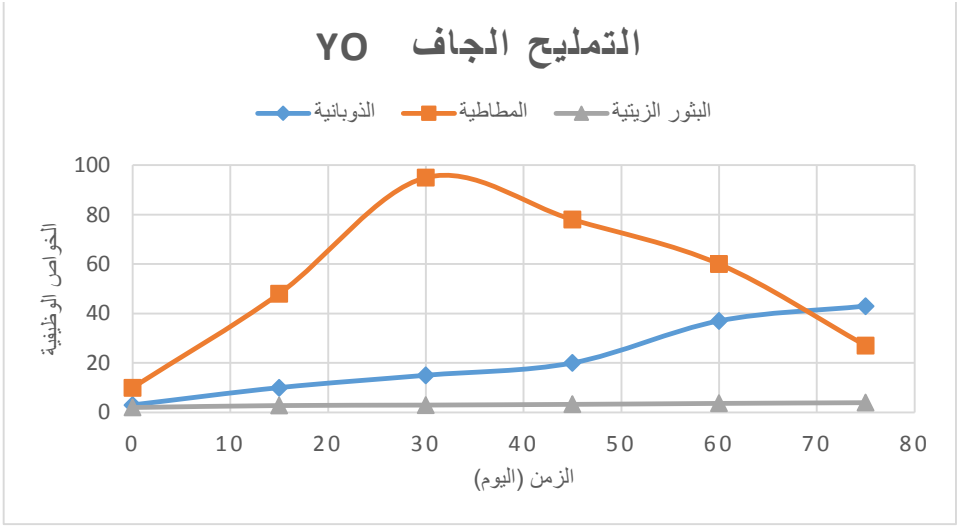
لا يوجد تأثير هام ($p> 0.05$) لطريقة التمليح في الذوبانية والمطاطية، لكن التحليل الإحصائي بين وجود فروق معنوية هامة ($p<0.05$) بين طريقتي التمليح فيما يخص البثور الزيتية لصالح التمليح الجاف حيث تكون نسبة البثور الزيتية أقل ويعزى ذلك إلى تحسين استحلاب الدسم بسبب تبادل الكالسيوم في الكازيئين وبالتالي فرص أقل لانفصال الزيت وتشكل البثور [24].

سادساً: نتائج تأثير تغيير طريقة التمليح في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ YO

يمثل الجدول (14) نتائج تأثير طريقة التمليح بالمحلول والتمليح الجاف في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ YOو ذلك خلال فترة التخزين المبرد، وتوضح المخططات (26) و(27) نتائج طريقتي التمليح بالمحلول والجاف على التوالي في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئYO.



المخطط (26): نتائج تأثير التمليح بالمحلول الملحي على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ YO



المخطط (27): نتائج تأثير التمليح الجاف على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ YO

الجدول (14): نتائج تأثير تغيير طريقة التمليح في الخواص الوظيفية للجبن المصنع باستخدام البادئ YO

الخواص الوظيفية	الذوبانية (mm)		المطاطية (cm)		البثور الزيتية (%)	
درجة الحرارة / الزمن (اليوم)	التمليح بالمحلول	التمليح الجاف	التمليح بالمحلول	التمليح بالجاف	التمليح بالمحلول	التمليح الجاف
0	A5 ± 0.1^{e}	A3 ± 0.08^{e}	A8 ± 0.11^{f}	A10 ± 0.39^{f}	A2 ± 0.03^{c}	B2 ± 0.05^{d}
15	14 ± 0.26^{f}	10 ± 0.93^{f}	45 ± 0.09^{d}	48 ± 0.06^{d}	3 ± 0.06^{b}	2.8 ± 0.1^{c}
30	21 ± 0.68^{d}	15 ± 0.24^{d}	98 ± 0.87^{a}	95 ± 0.07^{a}	3.2 ± 0.18^{b}	3 ± 0.18^{bc}
45	33 ± 0.75^{c}	20 ± 0.18^{c}	70 ± 0.45^{b}	78 ± 0.5^{b}	4.8 ± 0.2^{a}	3.3 ± 0.5^{b}
60	45 ± 0.43^{b}	37 ± 0.39^{b}	68 ± 0.07^{c}	60 ± 0.043^{c}	5 ± 0.6^{a}	3.7 ± 0.2^{a}
75	50 ± 0.7^{a}	43 ± 0.73^{a}	25 ± 0.65^{e}	27 ± 0.8^{e}	5.3 ± 0.4^{a}	4 ± 0.16^{a}

كل قيمة في الجدول تمثل المتوسط الحسابي (n=3) ± الانحراف المعياري، تشير الأحرف الكبيرة A, B على يسار الأرقام إلى وجود فروق معنوية في السطر نفسه، تشير الأحرف الصغيرة a, b, c, d, e, f على يمين الأرقام إلى وجود فروق معنوية في العمود نفسه.

بالنظر إلى المخططات (26) و(27) والجدول (14) يتبين لنا تأثير تقدم زمن التبريد في ذوبانية ومطاطية والبثور الزيتية للجبن حيث لوحظت زيادة الذوبانية والبثور الزيتية مع تقدم الزمن وقد جاءت هذه النتائج موافقة للعالم[21]،، أما المطاطية فقد ارتفعت تدريجيا حتى اليوم الشهر تقريبا ثم بدأت بالانخفاض التدريجي أيضاً وهذا يتوافق مع [22]

لا يوجد تأثير هام ($p > 0.05$) لطريقة التمليح في الذوبانية والمطاطية، لكن التحليل الإحصائي بين وجود فروق معنوية هامة ($p < 0.05$) بين طريقتي التمليح فيما يخص البثور الزيتية لصالح التمليح الجاف حيث تكون نسبة البثور الزيتية أقل ويعزى ذلك إلى تحسين استحلاب الدسم بسبب تبادل الكالسيوم في الكازيئين وبالتالي فرص أقل لانفصال الزيت وتشكل البثور [26]

سابعاً: نتائج اختبار الذوبانية لعينات جبن الموزريللا المصنعة باستخدام البادئات الثلاث وحمض السيترك عند درجة العجن 75°م ودرجة الطبخ 39°م

الجدول (15): نتائج ذوبانية عينات جبن الموزريللا المصنعة باستخدام البادئات الثلاث وحمض السيترك

الخواص الوظيفية / الزمن (اليوم)	الذوبانية			
	M5	**M13**	**M21**	**M25**
0	A25±0.23^{f}	AB10±0.4^{f}	B8±0.65^{f}	B15±0.1^{f}
15	58±0.04^{e}	13±0.23^{e}	12±0.12^{e}	20±0.13^{e}
45	80±0.17^{d}	50±0.1^{d}	24±0.17^{d}	23±0.05^{d}
60	90±0.09^{c}	61±0.24^{c}	35±0.82^{c}	27±0.33^{c}

32±0.36[b]	450.26b	63±0.5[b]	98±0.86[b]	**75**

كل قيمة في الجدول تمثل المتوسط الحسابي (n=3) ± الانحراف المعياري، تشير الأحرف الكبيرة A, B على يسار الأرقام إلى وجود فروق معنوية في السطر نفسه، تشير الأحرف الصغيرة a, b, c, d, e, f على يمين الأرقام إلى وجود فروق معنوية في العمود نفسه.

بين التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية هامة ($p<0.05$) بين العينة المصنعة باستخدام البادئ MB والعينات المصنعة باستخدام البادئ YO وحمض السيتريك على التوالي لصالح البادئ MB وهذا يتوافق مع [27].

ثامناً: نتائج اختبار المطاطية لعينات جبن الموزريللا المصنعة باستخدام البادئات الثلاث وحمض السيترك عند درجة العجن 75°م ودرجة الطبخ 39°م

الجدول (16): نتائج اختبار المطاطية لعينات جبن الموزريللا المصنعة باستخدام البادئات الثلاث وحمض السيترك خلال التخزين المبرد

الخواص الوظيفية / الزمن (اليوم)	المطاطية			
	MB (75°C)	**MS (75°C)**	**YO (75°C)**	**M25(CITRIC ACI**
0	B10±0.3[e]	AB10±0.22[e]	AB11±0.23[d]	A0.04[d]82±
15	67±0.8[b]	67±0.83[c]	55±0.09[c]	[c]95±0.3

45	91±0.1[a]	90±0.21[a]	89±0.18[a]	0.1[a]120±
60	65±0.42[c]	70±0.8[b]	75±0.6[b]	0.32[b]110±
75	30±0.25[d]	60±0.35[d]	55±0.32[c]	0.12[c]95±

كل قيمة في الجدول تمثل المتوسط الحسابي (n=3) ± الانحراف المعياري، تشير الأحرف الكبيرة A, B على يسار الأرقام إلى وجود فروق معنوية في السطر نفسه، تشير الأحرف الصغيرة a, b, c, d, e, f على يمين الأرقام إلى وجود فروق معنوية في العمود نفسه.

بين التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية هامة($p<0.05$) بين العينات المصنعة باستخدام البادئات والعينة المصنعة باستخدام حمض السيتريك حيث لوحظ أن مطاطية الموزريللا المصنعة باستخدام MB بلغت القيمة الأقل أما العينة المصنعة باستخدام حمض السيتريك بلغت القيمة الأعلى وهذا يتوافق مع [28].

تاسعاً: نتائج اختبار البثور الزيتية لعينات جبن الموزريللا المصنعة باستخدام البادئات الثلاث وحمض السيترك عند درجة العجن 75°م ودرجة الطبخ 39°م

الجدول (17): نتائج اختبار البثور الزيتية لعينات جبن الموزريللا المصنعة باستخدام البادئات الثلاث وحمض السيترك

الخواص الوظيفية / الزمن (اليوم)	البثور الزيتية			
	M5	**M13**	**M21**	**M25**
0	B1±0.31[d]	AB1.8±0.2[e]	A1±0.4[d]	A 0.1[c]1±

$0.2^{bc}1.2\pm$	1.4 ± 0.06^{d}	2.8 ± 0.12^{d}	2.4 ± 0.32^{c}	**15**
$0.4^{b}1.3\pm$	2 ± 0.205^{c}	3 ± 0.4^{cd}	3 ± 0.23^{bc}	**45**
$0.2^{b}1.35\pm$	2.4 ± 0.08^{bc}	3.5 ± 0.3^{bc}	3.2 ± 0.75^{abc}	**60**
$0.6^{a}1.7\pm$	2.8 ± 0.1^{ab}	4 ± 0.11^{ab}	4.1 ± 0.137^{ab}	**75**

كل قيمة في الجدول تمثل المتوسط الحسابي (n=3) ± الانحراف المعياري، تشير الأحرف الكبيرة A, B على يسار الأرقام إلى وجود فروق معنوية في السطر نفسه، تشير الأحرف الصغيرة a, b, c, d, e, f على يمين الأرقام إلى وجود فروق معنوية في العمود نفسه.

بين التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية هامة ($p<0.05$) بين جبن الموزريللا المصنع باستخدام MB وجبن الموزيللا المصنع باستخدام البادئ YO والجبن المصنع باستخدام حمض السيتريك لصالح الجبن المصنع باستخدام YO وحمض السيتريك حيث تميز الأخيران بنسبة بثور زيتية أقل وهو من علامات الجودة لجبن الموزريللا وهذا يتوافق مع [29] .

الاستنتاجات:

- ✓ لم تؤثر درجة حرارة العجن على الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ MB.
- ✓ أثرت درجة حرارة العجن 75°م في الجبن المصنع باستخدام البادئ MS على نسبة البثور الزيتية التي كانت مرتفعة مقارنة بدرجتي الحرارة 65 و90 °م.
- ✓ لم تؤثر درجة حرارة العجن في الخواص الوظيفية لجبن الموزريللا المصنع باستخدام البادئ YO.

- ✓ أدى استخدام التمليح الجاف للجبن المصنع باستخدام كل البادئات المدروسة إلى جبن ذو نسبة بثور زيتية منخفضة مقارنة بالتمليح بالمحلول الملحي.
- ✓

التوصيات:

- ✓ متابعة البحث بدراسة تأثير تغيير نوع الحليب المستخدم في تصنيع جبن الموزريللا على خواصها الوظيفية.
- ✓ متابعة البحث باستخدام السلالات المحلية في تصنيع جبن الموزريللا.

REFERENCES

1. Johnson, M. (2000). The melt and stretch of cheese. Wisconsin Center for Dairy Research, **Dairy Pipeline.** 12:1-5.

2. Kosikowski, F. (1986). New cheese-making procedures utilizing ultrafiltration. **Food technology** (USA).

3. Scott, R. (1981). Cheese Making Practice. (Text book). Applied Sci. pub. Ltd. London.

4. Mc Mahon DJ, Oberg CJ, Mc Manus W.(1993). Functionality of Mozzarella cheese. **Aust J Dairy Technol**. 48:99–104.

5. Christensen, V. W. (1966). Manufacturing methods for high and low moisture Mozzarella. Amer. **Dairy Rev**, 28, 88-92.

6. Anonymous, 1977. Dairymen, Inc. brings Mozzarella to Franklinton, Louisiana. **Dairy Ice Cream Field**, 160: 76E-76E.

7. Oberg, E. N., Oberg, C. J., Motawee, M. M., Martini, S., & McMahon, D. J. (2015). Increasing stringiness of low-fat

mozzarella string cheese using polysaccharides. ***Journal of dairy science***, *98*(7), 4243–4254

8. Oberg, C. J., Wang, A., Moyes, L. V., Brown, R. J., & Richardson, G. H. (1991). Effects of proteolytic activity of thermolactic cultures on physical properties of Mozzarella cheese. **Journal of Dairy Scienc**e, 74(2), 389-397.

9. Gonçalves MC, Cardarelli HR.(2019). Changes in water mobility and protein stabilization of mozzarella cheese made under diff erent stretching temperatures. **Lebensm Wiss Technol**. 104:16–23.nology.

10. Mc Mahon DJ, Oberg CJ, Mc Manus W. (1993). Functionality of Mozzarella cheese. **Aust J Dairy Technol**. 48:99–104.

11. Feng, R., Barjon, S., van den Berg, F. W., Lillevang, S. K., & Ahrné, L. (2021). Effect of residence time in the cooker-stretcher on mozzarella cheese composition, structure and functionality. **Journal of Food Engineering**, 309, 110690.

12. Bhaskaracharya R.K. 2004. Development of Low Fat and Reduced Fat Mozzarella Cheese. Ph.D. Thesis, School of Molecular Sci., **Victoria Univ.**, Victoria, Austrailia, pp. 260-267.

13. Calandrelli, M. (2011). Manual on the Mozzarella Cheese. **Food and Agriculture Organization of the United Nation,** New York.

14. Friis, T. (1981). Production of Mozzarella cheese based on ultrafiltration. **Nordeuropaeisk Mejeritidsskrift**, 47, 220.

15. Everett DW, Rowney MK`, Hickey MW, Roupas P.(2004). Salt-induced structural changes in mozzarella cheese and the impact

upon free oil formation in ripening cheese. **Le Lait**. 84:539–549. doi: 10.1051/lait:2004029.

16. Anderson,S.(2021).How the cheesemaking process influences melt and stretch.**Dairy Pipeline**.Volum33,Number 3.

17. IA, Z. (2014). Quality evaluation of Mozzarella cheese from different milk types. **Alexandria Science Exchange Journal**, 35(JULY-SEPTEMBER), 162-177.

18. Fasale, Abhijeet & Patil, Vaibhav & Bornare, D. T. (2017). Process Optimization for Mozzarella Cheese from Cow and Buffalo Milk. **International Journal of Food and Fermentation Technology**. 7. 165. 10.5958/2277-9396.2017.00018.6.

19. Emam, A. O., & Nasser, S. A. (2019). Effect of salting technique on shreddability, texture profile and microstructure of the pre-acidified Cow's Mozzarella Cheese. **Adv Dairy Res**, 7(3), 230-248.

20. AOAC Official Methods of Analysis (1999). 17th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc. USA.

21. Ma, X., James, B., Balaban, M. O., Zhang, L., & Emanuelsson-Patterson, E. A. (2013). Quantifying blistering and browning properties of Mozzarella cheese. Part II: Cheese with different salt and moisture contents. **Food Research International,** 54(1), 917-921.

22. Guinee, T. P. (2002). The functionality of cheese as an ingredient: a review. **Australian Journal Of Dairy Technology**, 57(2), 79.

23. Mulvaney, S., Barbano, D. M., & Yun, J. J. (1997). Systems analysis of the plasticization and extrusion processing of mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, 80.3030–3039.

24. Xue-xing, Z. (2013). Effect of stretching process on functionality of Mozzarella cheese. **Food Science and Technology International**.

25. Gonçalves MC, Cardarelli HR.(2019). Changes in water mobility and protein stabilization of mozzarella cheese made under diff erent stretching temperatures. **Lebensm Wiss Technol**. 104:16–23.nology.

26. Baskaran, D. (2015). functional and cooking properties of mozzarella cheese with selective starter cultures. **International Journal of Agricultural**,5(4):369-376.

27. Dave RI, Sharma P, Muthukumarappan K.(2003).Effects of starter culture and coagulating enzymes on viscoelastic behavior and melt of Mozzarella cheese. **J Food Sci**. 2003; 68:1404–1410. doi: 10.1111/j.1365-2621. 2003. Tb 09657.x.

28. Aziz, Abd & abo-srea, Metwaly. (2014). the effect of direct acidification by different acidulants on the properties of mozzarella cheese.**Journal of Food and Dairy Sciences**, Mansoura University Vol.5 No. (1): 7-13 , 201.

29. Jooyandeh, Hossein & Majid, Nooshkam & Davari, Amir. (2016). Effects of Different Manufacturing Methods on Yield, Physicochemical and Sensory Properties of Mozzarella Cheese. **Iranian Food Science and Technology Research Journal**. 12. 371-381.