تصنيع لبن رائب وظيفي باستخدام الشوندر الأحمر ودراسة خصائصه

نادين علي[1] عمر زمار[2] محمد مصري[3]

الملخص

هدف هذا البحث إلى تعزيز الخصائص المضادة للأكسدة للبن الرائب بإضافة المستخلص المائي لجذور الشوندر الأحمر بسبب غناه بالمواد المضادة للأكسدة والمواد المغذية الأخرى، و تعزيز اللون كعامل جذب للمستهلكين. إذ تعتبر جذور الشوندر الأحمر المصدر الرئيسي لأصبغة البيتالين، وبناء عليه تم إضافة المستخلص المائي لجذور الشوندر الأحمر إلى اللبن الرائب وفق ثلاث تراكيز (10 و 15 و 20)%. ثم درست الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبية للبن الرائب الناتج خلال زمن التخزين لمدة 14 يوماً عند درجة حرارة 4°م . بينت النتائج أن محتوى العينات من الرماد والبروتين والدهن قد ازداد مع زيادة تركيز الإضافة وكان أكثر معنوية عند التركيز 20% أما بالنسبة لمحتوى العينات من المادة الصلبة الكلية والكربوهيدرات فقد انخفض وبشكل معنوي عند ($p<0.05$) مع زيادة تركيز الإضافة من مستخلص الشوندر الأحمر المائي. ولوحظ انخفاض جميع هذه المؤشرات خلال فترة التخزين المبرد. وانخفض الرقم الهيدروجيني pH وازدادت الحموضة القابلة للمعايرة في جميع العينات المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر وبشكل معنوي بالمقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد وكان التأثير الأكثر معنوية عند التركيز 20% من الإضافة.

(1) قسم الهندسة الغذائية–كلية الهندسة الكيميائية والبترولية– جامعة البعث–حمص.
(2) أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية–كلية الهندسة الزراعية–جامعة البعث–حمص.
(3) أستاذ في قسم علوم الأغذية–كلية الهندسة الزراعية–جامعة البعث–حمص.

وكذلك ازداد النشاط المضاد للأكسدة مع زيادة تركيز المستخلص بالمقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد.

تحسنت خصائص المنتج الفيزيائية مع الإضافة خلال زمن التخزين المبرد حيث انخفض انفصال المصل وانخفضت قيم النشاط المائي ولوحظ ذلك بشكل معنوي في عينة اللبن الرائب مع 10% من مستخلص الشوندر الأحمر المائي وذلك في اليوم الرابع عشر من التخزين المبرد.

وازدادت لزوجة العينات وبشكل معنوي بالمقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد ، وشكلت الإضافة وسطاً ملائماً لنمو بكتريا البادئ التي ازداد عددها وبشكل معنوي في عينات اللبن الرائب المعززة بإضافة مستخلص الشوندر الأحمر المائي واستمر العدد بالازدياد خلال فترة التخزين المبرد حتى اليوم الرابع عشر.

الكلمات المفتاحية: جذور الشوندر الأحمر، البيتالين، مضادات الأكسدة، اللبن الرائب، النشاط المائي.

Abstract

This research aimed to enhance the antioxidant properties of yoghurt by adding aqueous red beet extract due to the richness of red beet roots in antioxidants and other nutrients, while adding color as an attractive factor for consumers, as red beet roots are considered the main source of betalain pigments. Accordingly, the aqueous extract of red beet roots was added to the yoghurt according to three concentrations (10, 15, 20)%. The physical, chemical and microbial properties of the yogurt produced during a storage period of 14 days at a temperature of 4 °C were studied. The results showed that the content of the samples of ash, protein and fat increased with increasing concentration of the additive and was more significant at concentration 20 % As for the samples' content of total solids and carbohydrates, it decreased significantly at ($p<0.05$) with increasing concentration of the addition of aqueous red beetroot extract. A decrease in all these indicators was observed during the cold storage period. The pH decreased and the titratable acidity increased significantly in all samples supplemented with the extract compared to the control yoghurt sample. The effect was most significant at a concentration of 20% of the addition. The antioxidant activity of yoghurt also increased with increasing concentration of the extract compared to the control yoghurt sample. The physical properties of the product improved with the addition during the cold storage period, as whey separation decreased and water activity values decreased, and it was observed significantly and significantly in the yoghurt sample with 10% of aqueous red beet extract on the fourteenth day of cold storage. The viscosity of the samples increased significantly compared to the control yoghurt sample The addition formed a suitable medium for the growth of starter bacteria, the number of which increased significantly in yogurt samples enriched with the addition of aqueous red beet extract, and the number continued to increase during the cold storage period until the fourteenth day.

Keywords: red beet root, betalain, antioxidants, yoghurt, water activity.

1-المقدمة والدراسة المرجعية:

يدل مصطلح الأغذية الوظيفية Functional Food إلى الأغذية المصنعة والتي تحتوي على مكونات تساعد في وظائف جسدية محددة بالإضافة إلى أنها تكون مغذية [18]. والتي تم تطويرها خصيصاً لتعزيز الصحة أو تقليل مخاطر الإصابة بالأمراض ومن أمثلة الأطعمة الوظيفية الأطعمة التي تحتوي على المعادن ، والفيتامينات، والأحماض الدهنية ، والألياف الغذائية والأطعمة التي تحتوي على مواد نشطة بيولوجياً وتندرج البادئات الميكروبية ضمن هذه الفئة [24]. مما دفع بالأبحاث الحديثة إلى التركيز بالتنوع في المكونات الموجودة في منتجات الألبان وخاصة منتجات الألبان المخمرة التي تتمتع بإمكانية كافية لتطويرها والأكثر طلباً من قبل المستهلكين هو اللبن الرائب [22]. و اللبن الرائب منتج معروف ومستهلك في جميع أنحاء العالم تقريبًا. ومن المعروف تقليديا أنه يتم الحصول عليه عن طريق إضافة سلالات شائعة من العصيات اللبنية وسلالات البكتيريا العقدية إلى الحليب الخام [34]. وهو المنتج الأكثر شعبية من بين منتجات الحليب المتخمرة ، يستهلك في جميع أنحاء العالم بسبب الخصائص الحسية الممتازة ، فضلاً عن النسب العالية للمواد المغذية والقيم العلاجية لها. ومن جهة ثانية تنتمي الخضراوات إلى مجموعة المنتجات الغذائية الغنية بمضادات الأكسدة على سبيل المثال (فيتامين C، الكاروتينات، التوكوفيرولات والبوليفينولات). والتي يقلل الاستهلاك المنتظم منها من خطر الإصابة بالعديد من الأمراض بما في ذلك أمراض السرطان وأمراض القلب والأوعية الدموية [23].

يعد الشوندر الأحمر مصدراً غنياً بالألياف وكذلك بالسكريات، ويعتبر مصدراً ممتازاً للحديد، الذي يساهم في تجديد وإعادة تنشيط خلايا الدم الحمراء وإمداد الجسم بالأكسجين الطازج ، وملیناً، وعلاجاً جيداً لرائحة الفم الكريهة، والسعال، والصداع وحتى كمنشط جنسي. و هو مصدر ممتاز لحمض الفوليك ومصدر جيد للمنغنيز، ويحتوي على

البيتينات التي قد تعمل على تقليل تركيز الهوموسيستين، التي قد تكون منتشرة بمستويات ضارة بالأوعية الدموية وبالتالي المساهمة في تطور أمراض القلب أو السكتة الدماغية و أمراض الأوعية الدموية، ومن المعروف أن الشوندر الأحمر يحتوي على كميات كبيرة من الألياف القابلة للذوبان والفلافونويد والبيتسيانين. مما يساعد على تقليل أكسدة الكولسترول LDL ولا يسمح لها بالترسب على جدران الشرايين. وهذا يحمي القلب من الهجمات المحتملة والسكتات الدماغية مما يقلل من الحاجة إلى الدواء [34].

قام الباحثون بدراسة مدى معقولية إضافة مسحوق الشوندر الأحمر بمستويات تركيز مختلفة (0، 6، 8، 10) % إلى حليب الجاموس لإنتاج اللبن الرائب المنكه والملون . خزنت عينات اللبن الرائب عند درجة حرارة 4°م ولمدة 7 أيام في المختبر. ولقد أظهرت نتائج التقييم الحسي أن اللبن الرائب ذو التركيز 8% حظي بقبول جيد وكان مرغوباً في جميع الصفات الحسية وبشكل عام صنفت العينات من جيدة إلى جيدة جداً [34].

لمنع نقص الفولات في الجسم، قام الباحثون بدراسة الطرائق المبتكرة لزيادة تركيز الفولات في الأغذية من مصادر طبيعية، وبحثوا التدعيم الحيوي من حمض الفوليك في اللبن الرائب باستعمال الشوندر الأحمر كطريقة مبتكرة لزيادة مستويات الفولات من مصادر طبيعية بإضافة نسب (0، 5، 10، 20) % من مسحوق الشوندر الأحمر. لوحظ زيادة المحتوى من الفولات مع زيادة مسحوق الشوندر المضاف [27].

تم تقييم خصائص الجودة للبن الرائب المنتج من حليب الماعز والمضاف له عصير الشوندر الأحمر، عينات اللبن المنتجة تم تخزينها لمدة 21 يوم على درجة حرارة 4°م وتم تقييمها كل 7 أيام. فوجد أن إضافة عصير الشوندر الأحمر إلى حليب الماعز قد زاد من محتوى الرطوبة وخفض محتوى المواد الصلبة الكلية، بينما لم يلاحظ تغيرات معنوية في محتوى الدهون والبروتينات و الرماد خلال مدة التخزين. و انخفض محتوى الحموضة الكلية و ارتفع المحتوى الميكروبي بعد 14 يوم من التخزين، وأظهر التقييم الحسي أن نسبة الإضافة 4 % كانت الأفضل من 6 و 8 % [9].

أهداف البحث

- إنتاج لبن رائب وظيفي يضمن تزويد الجسم بالعناصر الغذائية الضرورية لقيام الجسم بوظائفه الحيوية بالإضافة إلى الجانب الصحي في الوقاية من كثير من الأمراض.
- دراسة تأثير مستخلص مسحوق الشوندر الأحمر في نشاط بكتريا حمض اللبن.
- دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية والنشاط المضاد للأكسدة لعينات اللبن الرائب المصنعة خلال التخزين المبرد.

2- المواد وطرائق البحث

2-1- المواد المستخدمة في البحث:

- جذور الشوندر الأحمر: تم شراء جذور الشوندر الأحمر من السوق المحلية لمدينة حمص.
- الحليب: تم استخدام الحليب البقري الخام كامل الدسم والذي تم شراؤه من مزرعة صغيرة خاصة في ريف مصياف.

الجدول (1) التركيب التقريبي للحليب البقري الخام المستخدم في البحث

المؤشر	القيمة
المادة الصلبة الكلية%	12.46
الرماد%	0.77
الحموضة المعايرة%	0.22
pH	6.5
البروتين%	3.16
الدسم%	3.7
اللاكتوز %	4.83

- بادئ اللبن: تم استخدام بكتريا حمض اللبن المجفدة –حمص– حسياء الصناعية.

Streptococcus thermophilus ,Lactobacillus delbrueckii spp. bulgaricus

- العبوات :استخدمت عبوات مصنوعة من البولي ايتيلين ومزودة بغطاء لتعبئة عينات اللبن المحضرة. تم شراؤها من متجر خاص في السوق المحلية في مدينة حمص أيضاً.
- تم تنفيذ التجارب والتحاليل في:

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

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

2-2– طرائق البحث:

2-2-1- تحضير مسحوق الشوندر الأحمر :

تم تحضير المسحوق الجاف للشوندر الأحمر وفق الخطوات التالية [34]:

- ❖ غسيل الجذور جيدًا بالماء
- ❖ التقشير
- ❖ التقطيع إلى شرائح رقيقة جدًا
- ❖ التجفيف في فرن التجفيف المخبري (50°م لمدة 48 ساعة)
- ❖ الطحن باستخدام مطحنة مخبرية
- ❖ النخل (منخل ذو فتحات ناعمة لتجانس أبعاد الحبيبات)
- ❖ التعبئة في عبوات معتمة
- ❖ الحفظ المبرد (عند الدرجة 4 °م إلى حين الاستخدام)

2-2-2- تحضير مستخلص الشوندر الأحمر المائي :

تم مزج مسحوق الشوندر الأحمر مع الحليب البقري المبستر المستخدم في البحث (بدلاً من الماء لتجنب إضافة الماء إلى عينات اللبن الرائب المراد تحضيرها) بنسبة 10% (w/v) مع التحريك والتقليب المستمر لمدة عشرة دقائق تقريباً، بعدها تم الترشيح باستخدام قطعة قماش للحصول على المستخلص واستبعاد الألياف، ثم تم بسترة المستخلص الناتج عند الدرجة 85°م لمدة 15 دقيقة ثم حفظ المستخلص الناتج في عبوة معتمة محكمة الإغلاق مع التبريد عند الدرجة 4 °م [27].

2-2-3- تحضير عينات اللبن الرائب :

حضرت عينات اللبن الرائب وفق الخطوات التالية [27].

- تصفية الحليب البقري الطازج للتخلص من الملوثات الفيزيائية والأوساخ العالقة فيه
- البسترة عند الدرجة 85°م لمدة 15 دقيقة
- برد الحليب بسرعة حتى الدرجة 43°م
- توزيع الحليب في عبوات نظيفة مصنوعة من البولي ايتيلين ومزودة بغطاء سعة 150مل (حسب الجدول رقم (1)).
- إضافة بادئ اللبن الرائب بعد تنشيطه باستخدام حليب بودرة خالي الدسم وبنسبة 3 % (w/v) مع التحريك
- ثم أضيف المستخلص المحضر بثلاث تراكيز مختلفة (10، 15 ، 20) % بالإضافة إلى عينة شاهد وفق الجدول (1).
- الخلط الجيد للعينات
- التحضين عند الدرجة 43°م لمدة (3-4) ساعات حتى قيمة pH=4.6
- التخزين المبرد للعينات عند الدرجة 4°م

وتم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والميكروبية على العينات المحضرة في اليوم الأول واليوم السابع واليوم الرابع عشر من التخزين المبرد حيث تم تحضير 12عينة وتم تقسيمها على أيام إجراء التحاليل.

الجدول (2) تحضير عينات اللبن الرائب المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر وفق ثلاث تراكيز

شاهد	مستخلص الشوندر الأحمر			
رمز العينة	A	B	C	D
حليب (مل)	150	135	127.5	120
مستخلص (مل)	0	15	22.5	30
بادئ (غ)	4.5	4.5	4.5	4.5

A: عينة لبن رائب بدون إضافة (عينة شاهد)

B: عينة لبن رائب مع إضافة 10% من مستخلص الشوندر الأحمر

C: عينة لبن رائب مع إضافة 15% من مستخلص الشوندر الأحمر

D: عينة لبن رائب مع إضافة 20% من مستخلص الشوندر الأحمر

3- تحليل عينات اللبن الرائب المصنع

3-1-الإختبارات الكيميائية

3-1-1- تقدير المادة الصلبة الكلية TS (%)

تم تقدير محتوى المادة الصلبة الكلية في عينات اللبن الرائب المصنعة باستخدام فرن تجفيف موديل (Memmert Ule400) على درجة حرارة 2±105°م لمدة 3 ساعة حسب [2] وتحسب النسبة المئوية للمادة الصلبة من العلاقة.

$$\%TS=(m_1-m)/(m_2-m)\times 100$$

TS: المادة الصلبة الكلية (%)

m_1 : وزن البوتقة مع العينة بعد التجفيف (غ)

m_2 : وزن البوتقة مع العينة قبل التجفيف (غ)

m : وزن البوتقة فارغة (غ)

3-1-2- تقدير البروتين الخام (%)

حدد محتوى البروتين الخام في عينات اللبن الرائب المختلفة كنسبة مئوية حسب طريقة كلداهل [2] باستخدام العامل 6.25 للحصول على % للبروتين وتم تطبيق الخطوات وفق مايلي: يوزن(1) غرام من عينة اللبن الرائب على ورق سيلوفان وتنقل إلى أنبوب كلداهل، ثم نضيف(15) مل من حمض الكبريت المركز لهضم العينة مع إضافة حبة الهضم (كبريتات البوتاسيوم والسيلينيوم) كعوامل مساعدة لتسريع الهضم. ثم توضع الأنابيب في جهاز الهضم (وهو عبارة عن جهاز تسخين على الدرجة 250°م) ينتهي الهضم عند انقلاب اللون من اللون الأسود إلى اللون الشفاف الرائق. بعد ذلك تنقل الأنابيب إلى وحدة التقطير باستخدام ماءات الصوديوم التي تفكك كبريتات الأمونيوم ويتم استقبال النشادر في حوجلة تحتوي على (10) مل من محلول حمض البوريك 4% الحاوي على مشعر كلداهل ذو اللون الزهري وتتشكل بورات الأمونيوم التي تتشرد في الوسط وفي نهاية عملية التقطير يصبح لون المشعر أزرق. بعد ذلك يتم معايرة شوارد البورات في الوسط باستخدام حمض كلور الماء (0.1 N) وتنتهي المعايرة عند انقلاب اللون وظهور اللون الزهري ونسجل الحجم المستهلك من حمض كلور الماء ويتم الحساب باستخدام المعادلات

$$\%\text{للأزوت} = (V \times N_{Hcl} \times 0.014) \times 100 / g$$

% للبروتين=% للأزوت×6.25

N: نظامية محلول حمض كلور الماء المستخدم للمعايرة

V: حجم محلول حمض كلور الماء المستهلك للمعايرة (مل)

g: وزن عينة اللبن الرائب (غ)

3-1-3- تقدير الدهن الخام (%)

قدر محتوى الدهن في عينات اللبن الرائب المختلفة باستخدام أنبوبة جربر بحسب [2] وفق الخطوات التالية، يوضع في أنبوبة جربر على التسلسل (10) مل من اللبن الرائب و(10) مل من حمض الكبريت المركز ذو الكثافة (1.825)غ/مل ثم يوضع (1) مل من الكحول الإيزوميلي، ثم يغلق الأنبوب بالسدادة الخاصة به ويحرك جيدا مع الرج المستمر

ثم يوضع في حمام مائي ساخن حتى تمام الهضم حيث يصبح لون المزيج متجانس، ثم يوضع بعد ذلك في المثقلة بسرعة (1100) دورة في الدقيقة عند درجة حرارة (67)°م لمدة (5) دقائق ، ثم يقرأ ارتفاع عمود الدسم وهو يمثل نسبة الدهن الموجود في العينة.

3-1-4- تقدير محتوى الرماد (%)

قدرت نسبة الرماد في عينات اللبن الرائب في فرن الترميد على 550°م لمدة (7-5) ساعات ثم تم تبريد العينات في مجفف Desiccator قبل وزنها [2].

%للرماد=[وزن الرماد/ وزن العينة] ×100

3-1-5-حساب الكربوهيدرات (%)

حددت عن طريق الحساب [27].

% Carbohydrates=%TS-%(Ash+Protein+Fat)

3-1-6- تقدير الحموضة المعايرة TA (%)

حددت الحموضة القابلة للمعايرة وفق الآتي [1]:

تم أخذ حوالي 20غ من اللبن الرائب و تخلط مع 20 غ من الماء المقطر (1:2 w/v) ونقلت إلى دورق ثم أضفنا 3 نقاط من دليل الفينول فتالين phenolphthalein indicator ثم عايرنا ب ماءات الصوديوم (NaoH) ذو العيارية (0.1) حتى الوصول إلى اللون الزهري وثباته لمدة 30 ثانية (pH= 8.1) باستخدام جهاز pH meter وذلك عند درجة حرارة 20 °م، وتم التعبير عنها كنسبة مئوية من حمض اللاكتيك وتحسب من المعادلة التالية:

% Lactic acid=volume NaoH×0.009×100/weight yoghurt

ويعبر عن النتيجة (مول حمض لكل 100غ عينة).

3-1-7- تقدير درجة الـ pH

تم تحديد الرقم الهيدروجيني بأخذ 20 غ من عينة اللبن الرائب وتمزج مع 100 مل ماء مقطر وذلك باستخدام جهاز قياس درجة الحموضة المخبري (pH-meter) موديل England jenway 3510 المزود بقطب كهربائي زجاجي حساس لقياس درجة الحرارة وذلك بعد معايرته باستخدام المحاليل النظامية الخاصة فيه .تم أخذ ثلاث قراءات لكل عينة [26].

3-1-8- تقدير النشاط المضاد للأكسدة RSA (%)

تم تحضير محلول العينة وفق مايلي: تم أخذ 50 مل من اللبن الرائب خضعت لعملية طرد مركزي خلال جهاز (10000 rpm لمدة 30 دقيقة مع التبريد عند درجة حرارة 4°م). قدر النشاط المضاد للأكسدة في العينات بأخذ 0.1 مل من محلول العينة يخلط مع 2.9 مل من محلول الجذور الحرة DPPH المحضر بتركيز 60 ميكرومول في محلول الميتانول (0.0024 غرام من DPPH في 100 مل ميتانول) ذو اللون الأرجواني يترك مزيج التفاعل في الظلام لمدة 30 دقيقة ثم يقاس عند طول موجة 517 نانوميتر باستخدام جهاز المطياف الضوئي spectrophotometer [5]. يتم تصفير الجهاز بعينة تحتوي على الميثانول ويتم تحضير عينة شاهد (0.1 ماء مقطر تخلط مع 2.9 مل من محلول الDPPH) والتي من المفترض أن تمتلك أعلى قيمة للامتصاصية عند طول موجة 517 نانومتر. النشاط المضاد للأكسدة يعبر كنسبة مئوية من كمية الصبغة المختزلة حيث يتم قياس قدرة مستخلص الشوندر على تبييض محلول ال DPPH ذو اللون الأرجواني ويحدد من المعادلة:

$$\%RSA=((A_{control}-A_{sample})/ A_{control}) \times 100$$

A_{contro}: قيمة الامتصاصية لعينة الشاهد أو البلانك عند طول موجة 517 نانومتر

A_{sample}: قيمة الامتصاصية لعينة اللبن المختبرة عند طول موجة 517 نانومتر

3-1-9- تحديد محتوى الفينولات الكلية (TPC)

حدد المحتوى الكلي من المواد الفينولية في عينات اللبن الرائب بواسطة طريقة Folin-Ciocalteau بحسب [20] مع تعديل بسيط. يتم وزن 2 غرام من عينة اللبن الرائب وتمزج مع 100 مل ميتانول (80%) ثم ترشح، ثم يؤخذ 0.5 مل من الرشاحة مع 5 مل من كاشف FC مخفف بنسبة (1:10) بالماء المقطر وتترك لمدة 5 دقائق وبعد ذلك يتم إضافة 4 مل من محلول كربونات الصوديوم 7% وتترك في الظلام لمدة 90 دقيقة ثم تقاس الإمتصاصية عند طول موجة 765 nm باستخدام جهاز Spectrophotometer. تم إنشاء منحني قياسي من حمض الغاليك بوزن 0.5 غ من حمض الغاليك وتذويبه مع 100 مل من الميتانول (50%) ونجري التخفيفات المطلوبة لرسم المنحني(50، 100، 150، 200) مغ/ل0 يؤخذ 0.5 مل من كل تركيز ونضيف إليها 0.5 مل من كاشف FC و9 مل ماء مقطر وتترك لمدة 5 دقائق ثم نضيف 5 مل من محلول كربونات الصوديوم ثم تترك في الظلام لمدة 90 دقيقة ويتم قياس الامتصاصية. يعبر عن النتائج مغ مكافئ حمض الغاليك/غ

3-2- التحاليل الفيزيائية

3-2-1- تقدير النشاط المائي

قدر النشاط المائي بقياس ضغط بخار الماء المحيط بالغذاء وتقسيمه على ضغط بخار الماء النقي عند نفس الشروط ليعطي قيمة تتراوح بين(0 و1) و ذلك باستخدام جهاز aW meter [7].

Novasina labmaster (model CH-8853, Novasina AG Switzerland) عند درجة حرارة 25°م لمدة نصف ساعة.

3-2-2- تقدير كمية المصل المنفصل

حددت كمية المصل المنفصل في عينات اللبن الرائب المختلفة بأخذ 100 مل من العينة و وضعها في قمع يحتوي على ورق ترشيح لمدة 6 ساعات من الترشيح [4] وبعد ذلك تم قياس حجم المصل المنفصل والقابلية للانفصال يتم تحديدها بالمعادلة التالية:

القابلية للإنفصال % =100× (V1/V2)

V1= حجم المصل المجموع بعد الترشيح (مل)

V2=حجم عينة اللبن الأولية (مل)

3-2-3- تقدير اللزوجة

تم تقدير اللزوجة الظاهرية (apparent viscosity) في عينات اللبن الرائب المختلفة المصنعة بجهاز قياس اللزوجة Thermo Haake550 عند درجة حرارة الغرفة باستخدام كأس MV والمغزل الدوار نوع (MV DIN) حيث تم غمر المغزل في كل عينة للسماح بالتوازن الحراري في العينة ثم تم إجراء القياس وتجميع النقاط لكل عينة [11]. حيث تم تسجيل إجهاد القص shear stress (Pa) لمعدلات قص shear rate تتراوح من 0.123(1/s) وحتى 300.1(1/s) ومن 300.1(1/s) حتى 0.123(1/s) وثم تم حساب اللزوجة من العلاقة (اللزوجة =إجهاد القص/معدل القص).

3-3- التحليل الميكروبي

تم إجراء جميع التحاليل الميكروبيولوجية على عينات مختلفة من اللبن الرائب المخزن عند الدرجة 4 °م بفترات زمنية مختلفة (اليوم الأول ،اليوم السابع ،اليوم الرابع عشر) من التخزين المبرد بأخذ (1) مل من عينة اللبن الرائب (منتج نصف سائل) ثم أضيف لها (9) مل من محلول التخفيف المعقم ماء الببتون فيتم الحصول على التخفيف الأول (1/10) ثم تم أخذ (1) مل من التخفيف الأول إلى أنبوب ثاني يحوي على (9) مل ماء ببتون للحصول على التخفيف الثاني (1/100) وتم تكرار نفس الطريقة للحصول

على التخفيف الثالث (1/1000) وتم الزرع في الأوساط المغذية بأخذ (0.25) مل من التخفيف الثالث والتحضين عند درجة الحرارة المناسبة [12].

وتم عد المستعمرات المتشكلة على البيئات المغذية بعد انقضاء فترة التحضين على درجة الحرارة المناسبة لكل منها وضربت بعامل التحفيف وتم التعبير عن النتيجة كوحدة تشكيل مستعمرة لكل مليلتر cfu/ml.

- تم استخدم وسط الآغار المغذي Nutrient agar من أجل التعداد العام (Total plate counts) باتباع طريقة الزرع العميق وحضنت الأطباق على الدرجة 37°م لمدة 48 ساعة.
- تعداد بكتريا حمض اللاكتيك *Lactobacillus Bulgaricus* : تم استخدم بيئة MRS آغار (MRS agar) باتباع طريقة الزرع السطحي وحضنت الأطباق على الدرجة 37°م لمدة 48 ساعة في ظروف لا هوائية.
- تعداد بكتريا الكوليفورم *Coliform bacteria*: تم استخدم وسط ماكونكي أغار MacConkey agar وحضنت الأطباق بدرجة حرارة 37°م لمدة 48 ساعة.
- تعداد الفطريات والخمائر: تم استخدم بيئة آغار ديكستروز البطاطا Potato dextrose agar باستخدام طريقة الزرع السطحي وحضنت الأطباق بدرجة حرارة 25°م لمدة 5 أيام.

3-4- التقييم الحسي :

تم إجراء التقييم الحسي لسبع عينات من اللبن الرائب في مخبر علوم الأغذية كلية الهندسة الزراعية في جامعة البعث حيث قام بتذوق العينات حوالي 12 شخص من أعضاء الهيئة التدريسية وطلاب دراسات عليا، و قيموا العينات وفق بطاقة التحكيم المقدمة لهم والتي تتضمن تقييم كل من الصفات الحسية الرئيسية التالية: (اللون ,color الطعم– ,taste – والقوام texture (الشعور بالفم) وثم القبول العام overall acceptability واستخدام مقياس المتعة hedonic scale المكون من 9 نقاط (1=الحد الأدنى) و(9=الحد الأقصى) حسب [27] . وتم تقديم الماء لتنظيف الفم بعد كل تذوق.

عزيزي المتذوق أمامك 7 عينات من اللبن الرائب يرجى تقييمها حسياً من حيث القوام والتركيب(9-1)، الطعم والنكهة (9-1)، اللون والمظهر (9-1)، القبول العام كمنتج (9-1) وفقاً لـ**Hedonic Scale** .

الجدول(3) التقييم الحسي لعينات اللبن الرائب المدروسة

رقم العينة	اللون والمظهر	الطعم والنكهة	القوام والتركيب	القبول العام
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

3-5- التحليل الاحصائي:

تم تحليل البيانات لعينات اللبن الرائب المصنعة خلال فترة التخزين المبرد احصائياً باستخدام Minitab 19 حيث تم إجراء ثلاث مكررات لكل اختبار حيث تم تحليل التباين بواسطة "One wayANOVA" عند مستوى معنوية $P< 0.05$ للمقارنة بين المتوسطات.

4- النتائج والمناقشة

4-1- التحليل الكيميائي لعينات اللبن الرائب

4-1-1- المادة الصلبة الكلية (%)

يوضح الجدول (4) محتوى المادة الصلبة الكلية في عينات اللبن الرائب المختلفة ، حيث اختلفت القيم بين مختلف العينات بشكل كبير ومعنوي عند($p<0.05$). و يلاحظ انخفاض القيم مع زيادة تركيز المستخلص بالمقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد (13.41)%.أما بالنسبة لعينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي كانت القيم في العينات حسب التركيز(10، 15، 20)% هي على التوالي (12.95، 12.68 ، 12.33)%. وهذه النتائج تتفق مع [27] حيث انخفض محتوى عينات اللبن الرائب من المادة الصلبة الكلية نتيجة زيادة محتوى العينات من الرطوبة مع زيادة تركيز مستخلص الشوندر الأحمر. أيضا ذكر الباحثون أن إضافة عصير الشوندر في حليب الماعز يزيد من محتوى الرطوبة ويخفض إجمالي محتوى المواد الصلبة في عينات اللبن الرائب وكان محتوى المادة الصلبة مرتفع وبشكل معنوي في عينة اللبن الرائب الشاهد بالمقارنة مع باقي العينات وهذا يمكن أن يعود إلى ارتفاع كمية اللاكتوز الموجودة في عينة الشاهد، بالإضافة إلى أن عصير الشوندر الأحمر يحتوي على نسبة من المياه أعلى من نسبة المادة الصلبة مما يساهم في انخفاض محتوى المادة الصلبة الكلية في عينات اللبن الرائب [9]. يظهر الجدول (2) أن محتوى المادة الصلبة الكلية انخفض وبشكل معنوي عند($p<0.05$) في عينات اللبن الرائب خلال فترة التخزين المبرد حتى اليوم السابع حيث كانت القيمة في عينة البن الرائب الشاهد (12.15)%، أما في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت القيم في العينات حسب التركيز(10، 15، 20)% هي (11.72 ، 11.51،11.00)% على التوالي ، واستمر المحتوى من المادة الصلبة الكلية بالانخفاض حتى اليوم الرابع عشر من التخزين المبرد، حيث كانت القيمة في عينة اللبن الرائب الشاهد (11.08)%، و في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت القيم في العينات

حسب التركيز(10، 15، 20)% هي (10.66، 10.1، 9.93)% على التوالي. وهذا يتوافق مع [12] حيث انخفض محتوى المادة الصلبة الكلية في عينات اللبن الرائب المدعمة بعصير الجزر خلال فترة التخزين المبرد.

الجدول (4) محتوى المادة الصلبة الكلية (%) في عينات اللبن الرائب المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر بتراكيز مختلفة خلال فترة التخزين المبرد.

نسبة الإضافة من مستخلص الشوندر الحمر(%)	فترة التخزين(يوم)		
	1	7	14
شاهد (0)	13.41 ± 0.5^{Aa}	12.15 ± 0.23^{Ab}	11.08 ± 0.24^{Ac}
10	12.95 ± 0.3^{ABa}	11.72 ± 0.38^{ABb}	10.66 ± 0.30^{ABc}
15	12.68 ± 0.5^{Ba}	11.51 ± 0.33^{BCb}	10.10 ± 0.25^{CDc}
20	12.33 ± 0.23^{BCa}	11.00 ± 0.4^{CDb}	9.93 ± 0.27^{Dc}

تدل الأحرف الكبيرة المختلفة في العمود الواحد على وجود فروق معنوية(باختلاف التركيز)، بينما تدل الأحرف الصغيرة على وجود فروق معنوية في السطر الواحد (باختلاف فترة التخزين)،عند مستوى معنوية 5%

4-1-2- محتوى الرماد (%)

يظهر الجدول (5) محتوى عينات اللبن الرائب المختلفة من الرماد. ويظهر أن محتوى الرماد قد ازداد وبشكل طفيف وغير معنوي عند($p<0.05$) مع إضافة مستخلص الشوندر الأحمر المائي بالمقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد حيث كانت نسبة الرماد فيها (0.89)%، أما في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت القيم في العينات حسب التركيز(10، 15، 20)% هي على التوالي (0.91، 0.92 ، 0.94)% وذلك في اليوم الأول من التخزين المبرد وهذا يعود ربما إلى انخفاض نسبة الرماد في المستخلص المائي للشوندر الأحمر، وهذا يتفق مع [27]. وبشكل مماثل

ذكر الباحثون أنه عند تدعيم اللبن الرائب ببعض الخضار المختارة لا توجد اختلافات كبيرة في الرماد بين جميع العينات [23]. يظهر الجدول أن محتوى الرماد قد انخفض في جميع عينات اللبن الرائب بشكل غير معنوي عند ($p<0.05$) حيث كانت نسبة الرماد في عينة البن الرائب الشاهد (0.87)%، أما في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت القيم في العينات حسب التركيز(10، 15، 20)% هي على التوالي (0.89، 0.90، 0.91)%. وذلك في اليوم السابع من التخزين المبرد. أما في اليوم الرابع عشر من التخزين المبرد فكانت قيمة الرماد في عينة الشاهد (0.82)%، أما في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت القيم في العينات حسب التركيز (10، 15،20)% هي على التوالي (0.85، 0.86،0.87)%. وهذا يتفق مع [12] حيث انخفض محتوى الرماد في جميع عينات اللبن الرائب المختلفة خلال فترة التخزين المبرد حتى 15 يوم، وهذا التناقص يمكن أن يعزى إلى عمل الكائنات الحية الدقيقة المخمرة والتي تستخدم بعضاً من المعادن في غذائها.

الجدول (5) محتوى الرماد (%) في عينات اللبن المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر بتراكيز مختلفة خلال فترة التخزين المبرد.

نسبة الإضافة من مستخلص الشوندر الأحمر (%)	فترة التخزين(يوم)		
	1	7	14
شاهد (0)	0.89 ± 0.03^{Ba}	0.87 ± 0.01^{Aa}	0.82 ± 0.01^{Db}
10	0.91 ± 0.01^{ABa}	0.89 ± 0.03^{Aa}	0.85 ± 0.004^{Cb}
15	0.92 ± 0.04^{Ba}	0.90 ± 0.03^{Aab}	0.86 ± 0.004^{Bb}
20	0.94 ± 0.01^{Aa}	0.91 ± 0.04^{Aab}	0.87 ± 0.005^{Ab}

تدل الأحرف الكبيرة المختلفة في العمود الواحد على وجود فروق معنوية(باختلاف التركيز)، بينما تدل الأحرف الصغيرة على وجود فروق معنوية في السطر الواحد (باختلاف فترة التخزين)،عند مستوى معنوية 5%

4-1-3- البروتين (%)

يظهر الجدول (6) محتوى البروتين في عينات اللبن الرائب المختلفة. ويبين الجدول أن محتوى البروتين قد ازداد وبشكل معنوي عند ($p<0.05$) عند إضافة مستخلص الشوندر الأحمر المائي إلى عينات اللبن الرائب بالمقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد وبشكل خاص عند التركيز(20)% من مستخلص الشوندر الأحمر. حيث كان محتوى البروتين في عينة اللبن الرائب الشاهد (3.73)%، أما في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت القيم في العينات حسب التركيز(10، 15،20)% هي على التوالي (3.87، 4.02، 4.06)% وذلك في اليوم الأول من التخزين المبرد. وهذا يتفق مع [27] حيث أن إضافة (20)% من مستخلص الشوندر الأحمر رفع محتوى البروتين وبشكل معنوي في عينات اللبن الرائب المدعمة بنسب إضافة مختلفة. إن محتوى البروتين في الشوندر الأحمر يختلف حسب النوع والطرق المستخدمة في المعالجة وهي تتراوح بين (9.60–12.87)% حسب [9]. ومع ذلك كان محتوى البروتين في الدراسة الحالية عالي بما يكفي لزيادة محتوى البروتين في عينات اللبن الرائب المدروسة. يبين الجدول أن محتوى البروتين في عينات اللبن الرائب انخفض وبشكل معنوي عند ($p<0.05$) حتى اليوم السابع من التخزين المبرد، حيث كان محتوى البروتين في عينة اللبن الرائب الشاهد (3.02)%، أما في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت القيم في العينات حسب التركيز(10، 15، 20)% هي على التوالي (3.26، 3.44، 3.55)%. وهذا يتفق مع [34] انخفاض نسبة البروتين مع التخزين قد يكون بسبب بكتريا البادئ والتي كانت أكثر تحليلا للبروتين من الميكروبات الأخرى. انخفض محتوى البروتين وبشكل غير معنوي عند ($p<0.05$) حتى اليوم الرابع عشر من التخزين المبرد. حيث كان محتوى البروتين في عينة اللبن الرائب الشاهد (2.92)%،

أما في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت القيم في العينات حسب التركيز(10، 15، 20)% هي على التوالي (3.19، 3.21، 3.23)%. وهذا يتفق مع [12] حيث انخفض محتوى البروتين في عينات اللبن الرائب المدعمة بعصير الجزر حتى اليوم الخامس عشر من التخزين المبرد بسبب نشاط البكتريا المحبة للبرودة والتي تهاجم البروتين في عينات اللبن الرائب المحضرة.

الجدول (6) محتوى البروتين (%) في عينات اللبن الرائب الوظيفي المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر بتراكيز مختلفة خلال فترة التخزين المبرد

نسبة الإضافة من مستخلص الشوندر الأحمر (%)	فترة التخزين(يوم)		
	1	7	14
شاهد(0)	3.73 ± 0.13^{Ca}	3.02 ± 0.11^{Cb}	2.92 ± 0.10^{Cc}
10	3.87 ± 0.12^{BCa}	3.26 ± 0.13^{BCb}	3.19 ± 0.22^{Bb}
15	4.02 ± 0.14^{Aba}	3.44 ± 0.14^{Bb}	3.21 ± 0.14^{BCb}
20	4.06 ± 0.11^{Aba}	3.55 ± 0.20^{ABb}	3.23 ± 0.12^{Bb}

تدل الأحرف الكبيرة المختلفة في العمود الواحد على وجود فروق معنوية(باختلاف التركيز)، بينما تدل الأحرف الصغيرة على وجود فروق معنوية في السطر الواحد (باختلاف فترة التخزين)،عند مستوى معنوية 5%

4-1-4- محتوى الدهن (%)

يظهر الجدول (7) محتوى الدهن في عينات اللبن الرائب المختلفة. ويبين الجدول أن محتوى الدهن قد ازداد وبشكل غير معنوي عند($p<0.05$) عند إضافة مستخلص الشوندر الأحمر المائي إلى عينات اللبن الرائب بالمقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد (3.85)%. أما في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت القيم في العينات حسب التركيز(10، 15، 20)% هي على التوالي (3.90، 4، 4.02)%. وذلك في اليوم الأول من التخزين المبرد ويعود السبب في ذلك إلى انخفاض نسبة الدهن في المستخلص المائي للشوندر الأحمر. وهذا يتفق مع [27] حيث

أن إضافة مستخلص الشوندر الأحمر إلى عينات اللبن الرائب لم يكن لها تأثير معنوي على زيادة محتوى الدهن في العينات. و ذلك كون الشوندر الأحمر من الخضار قليلة الدسم [9]. يبين الجدول أن محتوى الدهن في عينات اللبن الرائب قد انخفض بشكل غير معنوي عند ($p<0.05$) خلال فترة التخزين المبرد، حيث كان محتوى الدهن في عينة اللبن الرائب الشاهد (3.61)%، أما في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت القيم في العينات حسب التركيز (10، 15، 20)% هي على التوالي (3.85، 3.95، 4.15)%، وذلك في اليوم السابع من التخزين المبرد. واستمرت القيم بالانخفاض بشكل طفيف حتى اليوم الرابع عشر من التخزين المبرد، حيث كان محتوى الدهن في عينة اللبن الرائب الشاهد (3.40)%، أما في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت القيم في العينات حسب التركيز(10، 15، 20)% هي على التوالي (3.75، 3.85، 3.95)%. وهذا يتفق مع [12] حيث انخفض محتوى الدهن في عينات اللبن الرائب المدعمة بعصير الجزر حتى اليوم الخامس عشر من التخزين المبرد بسبب نشاط البكتريا المحبة للبرودة والتي تهاجم الدهن في عينات اللبن الرائب المحضرة.

الجدول (7) محتوى الدهن (%) في عينات اللبن الرائب الوظيفي والمدعم بمستخلص الشوندر الأحمر بتراكيز مختلفة خلال فترة التخزين المبرد

نسبة الإضافة من مستخلص الشوندر الأحمر(%)	فترة التخزين(يوم)		
	1	7	14
شاهد(0)	3.85 ± 0.11^{Ba}	3.61 ± 0.11^{Bb}	3.40 ± 0.13^{Cb}
10	3.90 ± 0.12^{Ba}	3.85 ± 0.21^{Aa}	3.75 ± 0.18^{Aba}
15	4.00 ± 0.12^{ABa}	3.95 ± 0.13^{Aa}	3.85 ± 0.11^{Aba}
20	4.20 ± 0.11^{Aa}	4.15 ± 0.13^{Aa}	3.95 ± 0.11^{Aa}

تدل الأحرف الكبيرة المختلفة في العمود الواحد على وجود فروق معنوية(باختلاف التركيز)، بينما تدل الأحرف الصغيرة على وجود فروق معنوية في السطر الواحد (باختلاف فترة التخزين)،عند مستوى معنوية 5%

4-1-5- محتوى الكربوهيدرات (%)

يظهر الجدول (8) محتوى الكربوهيدرات في عينات اللبن الرائب المختلفة. ويبين الجدول أن محتوى الكربوهيدرات قد انخفض وبشكل ملحوظ ومعنوي عند ($p<0.05$) عند إضافة مستخلص الشوندر الأحمر المائي إلى عينات اللبن الرائب بالمقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد (4.93)% ، والتناقص الأكثر معنوية كان في عينات اللبن الرائب بنسبة إضافة (20)% من مستخلص الشوندر الأحمر المائي. حيث كان محتوى الكربوهيدرات في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي حسب التركيز(10، 15، 20)% هي على التوالي (4.27، 3.74، 3.13)%، وذلك في اليوم الأول من التخزين المبرد وهذا يتفق مع [27] حيث انخفض محتوى الكربوهيدرات في عينات اللبن الرائب عند إضافة مستخلص الشوندر الأحمر بالمقارنة مع عينة الشاهد. يبين الجدول بأن محتوى الكربوهيدرات قد انخفض وبشكل كبير ومعنوي عند($p<0.05$) خلال فترة التخزين المبرد، حيث كان محتوى الكربوهيدرات في عينة اللبن الرائب الشاهد (4.65)%، أما في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت القيم في العينات حسب التركيز(10، 15، 20)% هي على التوالي (3.72، 3.22، 2.39)%، وذلك في اليوم السابع من التخزين المبرد. واستمرت القيم بالإنخفاض و بشكل معنوي حتى اليوم الرابع عشر من التخزين المبرد، حيث كان محتوى الكربوهيدرات في عينة اللبن الرائب الشاهد (3.94)%، أما في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت القيم في العينات حسب التركيز(10، 15، 20)% هي على التوالي (2.97، 2.33، 2.23)% . وهذا ما فسره الباحثون بأن الزيادة في الحموضة القابلة للمعايرة وانخفاض إجمالي الكربوهيدرات يدل على أن معظم اللاكتوز قد تم تحويله إلى حمض اللبن نتيجة زيادة نشاط بكتريا البادئ في العينات المدعمة بالمضافات بالمقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد [27].

الجدول (8) محتوى الكربوهيدرات (%) في عينات اللبن الرائب الوظيفي المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر بتراكيز مختلفة خلال فترة التخزين

نسبة الإضافة من مستخلص الشوندر الأحمر(%)	فترة التخزين(يوم)		
	1	7	14
شاهد(0)	4.93 ± 0.23^{Aa}	4.65 ± 0.13^{Aa}	3.94 ± 0.13^{Ab}
10	4.27 ± 0.05^{Ba}	3.72 ± 0.11^{Bb}	2.97 ± 0.05^{Bc}
15	3.74 ± 0.2^{CDa}	3.22 ± 0.03^{Cb}	2.33 ± 0.07^{Dc}
20	3.13 ± 0.03^{Ea}	2.39 ± 0.03^{Eb}	2.23 ± 0.05^{Dec}

تدل الأحرف الكبيرة المختلفة في العمود الواحد على وجود فروق معنوية(باختلاف التركيز)، بينما تدل الأحرف الصغيرة على وجود فروق معنوية في السطر الواحد (باختلاف فترة التخزين)،عند مستوى معنوية 5%

4-1-6- قيم الpH والحموضة القابلة للمعايرة TA(%)

يظهر الجدول رقم (9) والجدول رقم (10) قيم ال pH والحموضة القابلة للمعايرة في عينات اللبن الرائب المختلفة خلال فترة التخزين المبرد. يبين الجدولين (7 و8) أن أعلى قيمة للرقم الهيدروجيني وأخفض قيمة للحموضة كانت في عينة اللبن الرائب الشاهد وذلك في اليوم الأول من التخزين (pH =4.68 ،0.7763 =%TA) وانخفض الرقم الهيدروجيني وازدادت قيم الحموضة المعايرة وبشكل معنوي ($P< 0.05$)عند إضافة مستخلص الشوندر الأحمر المائي إلى عينات اللبن الرائب ، حيث كانت قيم الpH حسب التركيز(10، 15، 20)% بالترتيب هي (4.6، 4.4، 4.2) وقيم الTA% كانت بالترتيب (0.8138، 0.8487، 0.9253)%. وهذا يتفق مع [27] حيث انخفضت قيم الpH مع زيادة تركيز مستخلص الشوندر الأحمر في العينات ولوحظ التأثير الأكثر أهمية في العينة التي تحتوي على 20% من مستخلص الشوندر الأحمر، وهذا

الانخفاض يعود إلى الطبيعة الحمضية للشوندر الأحمر وأيضا إلى زيادة نمو بكتريا البادئ بوجود الشوندر الأحمر. حيث إن النمو المرتفع والنشاط العالي للبادئ قد يكون في عصير الشوندر الأحمر المخمر ببادئ حمض اللبن [25]. أيضا يوضح كلا الجدولين انخفاض الرقم الهيدروجيني وزيادة الحموضة المعايرة طول فترة التخزين المبرد لمدة 14 يوم، حيث كانت قيم الpH في عينات اللبن الرائب المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر المائي حسب التركيز (10، 15، 20)% بالترتيب هي (4.01 ، 3.96، 3.92) وقيم الTA% كانت بالترتيب (0.9969، 1.0910، 1.0931). أما عينة اللبن الرائب الشاهد (pH= 4.1 ،TA%= 0.8832) وذلك في اليوم الرابع عشر من التخزين المبرد. وهذا يتفق مع [34] وذلك بسبب نمو البكتريا التي تحول اللاكتوز إلى حمض اللاكتيك. المصدر الغني للسكر الذي يؤمنه وجود بودرة الشوندر الأحمر هو بمثابة ركيزة مناسبة لنمو الميكروبات مما يزيد من حموضة اللبن الرائب [9].

الجدول رقم (9) قيم الpH في عينات اللبن الرائب الوظيفي المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر بنسب مختلفة خلال فترة التخزين المبرد

نسبة الإضافة من مستخلص الشوندر الأحمر(%)	فترة التخزين(يوم)		
	1	7	14
شاهد(0)	4.68 ± 0.01^{Aa}	4.36 ± 0.05^{Ab}	4.1 ± 0.00^{Ac}
10	4.6 ± 0.02^{Ba}	4.34 ± 0.01^{Ab}	4.01 ± 0.01^{Bc}
15	4.4 ± 0.01^{Ca}	4.08 ± 0.01^{Bb}	3.96 ± 0.01^{Cc}
20	4.2 ± 0.04^{Da}	4.00 ± 0.01^{Cb}	3.92 ± 0.01^{Dc}

تدل الأحرف الكبيرة المختلفة في العمود الواحدعلى وجود فروق معنوية، بينما تدل الأحرف الصغيرة على وجود فروق معنوية في السطر الواحد،عند مستوى معنوية 5%

الجدول رقم (10) قيم الحموضة القابلة للمعايرة (%) في عينات اللبن الرائب الوظيفي المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر بنسب مختلفة خلال فترة التخزين المبرد

نسبة الإضافة من مستخلص الشوندر الأحمر(%)	فترة التخزين(يوم)		
	1	7	14
شاهد(0)	0.7763 ± 0.0025^{Gc}	0.8318 ± 0.0002^{Gb}	0.8832 ± 0.0029^{Ga}
10	0.8138 ± 0.0002^{Fc}	0.8534 ± 0.0003^{Fb}	0.9969 ± 0.0008^{Da}
15	0.8487 ± 0.0023^{Ec}	0.9196 ± 0.0005^{Ea}	1.0910 ± 0.0003^{Eb}
20	0.9253 ± 0.0004^{Db}	1.0148 ± 0.0007^{Da}	1.0931 ± 0.0006^{Fc}

تدل الأحرف الكبيرة المختلفة في العمود الواحدعلى وجود فروق معنوية، بينما تدل الأحرف الصغيرة على وجود فروق معنوية في السطر الواحد،عند مستوى معنوية 5%

4-1-7- النشاط المضاد للأكسدة (%)

تشير القيم في الجدول (11) إلى زيادة النشاط المضاد للأكسدة في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي بشكل معنوي عند ($P< 0.05$) مقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد والتي كانت قيمة النشاط المضاد للأكسدة فيها 22.16%، في حين أن إضافة مستخلص الشوندر الأحمر حسن وبشكل ملحوظ من قدرة اللبن الرائب على التخلص من الجذور الحرة ، وكانت القيم في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي على الترتيب حسب التركيز(10، 15، 20)% هي على التوالي (37.18، 38.10، 41.20)%، وهذا يتفق مع [31] عند إضافة المستخلصات المائية لجوزة الطيب والفلفل الأسود والفلفل الأبيض إلى اللبن الرائب عزز وبشكل كبير من قدرة اللبن الرائب على التخلص من الجذور مقارنة مع عينة الشاهد. أيضا قيَم الباحثون تأثير إضافة مستخلص الشوندر الأحمر(السائل والمغلف) على النشاط المضاد للأكسدة في اللبن الرائب ووجد أن إضافة مستخلص الشوندر الأحمر أدى إلى زيادة النشاط المضاد للأكسدة بشكل ملحوظ حيث أن البيتالين هي المركبات الرئيسية المسؤولة عن هذا النشاط الحيوي بالإضافة إلى مركبات البوليفينول الموجودة في التركيب الكيميائي للشوندر الأحمر [14]. من ناحية أخرى ازداد النشاط المضاد للأكسدة في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي خلال فترة التخزين

المبرد حيث كانت الزيادة في اليوم السابع من التخزين المبرد غير معنوية عند (0.05 >P) في حين ازداد النشاط المضاد للأكسدة وبشكل معنوي في اليوم الرابع عشر من التخزين المبرد وكانت القيم في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي على الترتيب حسب التركيز(10، 15، 20)% هي على التوالي (42.04، 45.84،48.25)%، وذلك في اليوم الرابع عشر .وهذا يتفق مع [3] حيث أن اللبن الرائب الذي يحتوي على لب اليقطين بنسبة 15% أعلى نشاط مضاد للأكسدة من عينة اللبن الرائب الشاهد وهذا النشاط ازداد خلال فترة التخزين ويعود السبب في ارتفاع قيم النشاط المضاد للأكسدة في عينات اللبن الرائب المخلوط مع لب اليقطين خلال التخزين إلى محتوى المواد الكيميائية النباتية في اليقطين ونشاط الأيض الميكروبي الذي يطلق بعض المواد النشطة بيولوجيا. وبشكل مماثل وجد الباحثون أن أعلى قيمة للنشاط المضاد للأكسدة كان في عينة اللبن الرائب مع عصير الشوندر الأحمر بعد 14 يوم من التخزين مقارنة مع باقي المعاملات وفسر هذا السلوك بسبب المركبات ذات النشاط المضاد للأكسدة العالي التي تكونت خلال التخزين نتيجة تفاعل بعض المكونات في العينة مع الأوكسجين أو مع مكونات أخرى في العينة بالإضافة إلى ذلك فإن التخزين والنشاط المائي العالي ينتجان نشاطا مضادا للأكسدة أكبر لإطفاء الجذور [14].

الجدول رقم (11) النشاط المضاد للأكسدة (%) في عينات اللبن الرائب الوظيفي المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر ومستخلص البروكلي بنسب مختلفة خلال فترة التخزين المبرد.

نسبة الإضافة من مستخلص الشوندر الأحمر(%)	فترة التخزين(يوم)		
	1	7	14
شاهد(0)	22.16 ± 1.2^{Da}	19.21 ± 1.1^{Da}	18.24 ± 1.8^{Eb}
10	37.180 ± 1.2^{Cb}	37.186 ± 1.5^{Cb}	42.04 ± 1.74^{Da}
15	38.10 ± 1.8^{Cb}	40.33 ± 1.2^{Bb}	45.84 ± 1.92^{Ca}
20	41.20 ± 1.6^{Bb}	41.32 ± 1.2^{Bb}	48.25 ± 1.27^{BCa}

تدل الأحرف الكبيرة المختلفة في العمود الواحدعلى وجود فروق معنوية، بينما تدل الأحرف الصغيرة على وجود فروق معنوية في السطر الواحد،عند مستوى معنوية 5%

4-1-8- المحتوى الكلي من المواد الفينولية (مغ مكافئ حمض الغاليك /غ):

يظهر الجدول (12) المحتوى الكلي من المواد البوليفينولية (TPC) في عينات اللبن الرائب المختلفة. ازداد المحتوى الكلي من المواد الفينولية في جميع عينات اللبن الرائب المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر المائي مع زيادة نسبة الإضافة (10، 15، 20)% زيادة معنوية عند($P<0.05$) مقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد والتي كانت قيمة TPC لها مساوية0.97 مغ مكافئ حمض الغاليك /غ ، أما بالنسبة لعينات اللبن الرائب المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر المائي كانت القيم حسب التركيز (10، 15، 20)% هي على التوالي (2.85، 3.85، 4.21) مغ مكافئ حمض الغاليك /غ ، وذلك في اليوم الأول من التخزين المبرد. وهذا يتفق مع [8] حيث درست خصائص الجودة للبن الرائب المعزز بالمستخلصات المائية لأربعة أنواع من الأعشاب البرية بأربع مستويات لكل منها(0.25، 0.50، 0.75، 1)% حيث ازداد المحتوى الكلي من المواد الفينولية مع زيادة تركيز المستخلص وتباينت القيم اعتمادا على نوع مستخلص الأعشاب المستخدم وتم الحصول على أفضل النتائج لTPC عند استخدام خلاصة البردقوش. وتعود هذه الزيادة إلى ارتفاع محتوى المواد الفينولية في التركيب الكيميائي لتلك الخضار والأعشاب.

واستمرت هذه الزيادة في محتوى TPC خلال فترة التخزين حتى اليوم السابع بشكل معنوي عند ($P<0.05$) في جميع عينات اللبن الرائب المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر المائي حيث كان محتوى TPC في تلك العينات حسب التركيز(10، 15، 20)% هي على التوالي (3.06، 3.67، 4.44) مغ مكافئ حمض الغاليك /غ. وهذا الإرتفاع في محتوى TPC في عينات اللبن الرائب المدعم بالمستخلص استمر حتى اليوم الرابع عشر من التخزين المبرد عند الدرجة 4 °م بشكل معنوي عند ($P<0.05$) وكانت قيم محتوى TPC بالترتيب حسب التركيز(10، 15 و20)% هي على التوالي (3.33، 3.94، 4.61) مغ مكافئ حمض الغاليك /غ. وهذا يتفق مع [8]. وبشكل مماثل لوحظ ارتفاع في المحتوى الكلي للمواد الفينولية في عينات اللبن الرائب العشبي بعد 7 و14 يوم من التخزين المبرد وهذا بسبب تحلل بروتينات الحليب بواسطة بكتريا حمض اللبن

LAB مما يؤدي إلى إطلاق بعض المركبات الفينولية [31]. أما بالنسبة لعينة اللبن الرائب الشاهد انخفض المحتوى الكلي من المواد الفينولية بشكل معنوي ($P<0.05$) خلال فترة التخزين حتى اليوم السابع واليوم الرابع عشر حيث بلغت القيم بالترتيب (0.90، 0.88) مع مكافئ حمض الغاليك/غ. وهذا يمكن تفسيره بحسب [31] بأن كميةTPC الموجودة في اللبن الرائب العادي ترتبط بالمركبات الغير فينولية متل السكريات والبروتينات والأحماض الأمينية والببتيدات الصغيرة التي فد تتداخل مع قياس ال TPC.

الجدول رقم (12) المحتوى الكلي من المواد الفينوليةTPC (مغ مكافئ حمض الغاليك/غ) في عينات اللبن الرائب الوظيفي المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر بتراكيز مختلفة خلال فترة التخزين المبرد.

نسبة الإضافة من مستخلص الشوندر الأحمر المائي(%)	فترة التخزين(يوم)		
	1	7	14
شاهد(0)	0.97 ± 0.02^{Ga}	0.90 ± 0.01^{Gb}	0.88 ± 0.02^{Gb}
10	2.85 ± 0.02^{Fc}	3.06 ± 0.01^{Fb}	3.33 ± 0.01^{Fa}
15	3.58 ± 0.01^{Ec}	3.67 ± 0.01^{Eb}	3.94 ± 0.01^{Ea}
20	4.21 ± 0.02^{Bc}	4.44 ± 0.02^{Cb}	4.61 ± 0.01^{Ca}

تدل الأحرف الكبيرة المختلفة في العمود الواحدعلى وجود فروق معنوية، بينما تدل الأحرف الصغيرة على وجود فروق معنوية في السطر الواحد،عند مستوى معنوية 5%

4-2- التحليل الفيزيائي لعينات اللبن الرائب:

4-2-1- قيم النشاط المائي aw في العينات :

يفيد تحديد النشاط المائي للمنتجات الغذائية في معرفة مدى إتاحة ماء المنتج للميكروبات، ويمكن استخدام معامل النشاط المائي لتحديد مسار التفاعلات الكيميائية الحيوية، واستقرار الخصائص الحسية للأغذية، وتطور الكائنات الحية الدقيقة ، وقبل كل شيء تحديد مدى ثباتية المنتجات الغذائية أثناء التخزين [6]. يظهر الجدول (13) قيم النشاط المائي في عينات اللبن الرائب المختلفة خلال فترة التخزين المبرد، حيث تباينت

القيم في اليوم الأول من التخزين وتباين الإتجاه حيث كانت أعلى قيمة aw في عينة اللبن الرائب المدعم بتركيز (10%) من مستخلص الشوندر الأحمر المائي (0.916) وأدنى قيمة كانت في عينة اللبن الرائب المدعم بتركيز (20%) من مستخلص الشوندر الأحمر المائي (0.909) أما عينة الشاهد فكانت قيمة الaw (0.915) حيث كان الإتجاه انخفاض قيمة الaw مع زيادة التركيز من المستخلص. ويمكن تفسير هذا التباين في قيم الaw إلى اختلاف نسب وطبيعة المواد الموجودة في المستخلص والتي تزداد بزيادة التركيز .انخفضت قيمة الaw في جمع العينات حتى اليوم السابع مع التخزين المبرد وبشكل معنوي عند ($P<0.05$) ،حيث كانت القيمة في عينة اللبن الرائب الشاهد (0.913) ،أما في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت قيمة الaw حسب التركيز بالترتيب (10، 15، 20)% هي (0.904، 0.903،0.895) مع الحفاظ على نفس الإتجاه انخفاض مع زيادة التركيز. استمر الإنخفاض في قيمة الaw حتى اليوم الرابع عشر من التخزين المبرد وبشكل معنوي عند ($P<0.05$) ،حيث كانت القيمة في عينة اللبن الرائب الشاهد (0.912) ،أما في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي فكانت قيمة ال awحسب التركيز بالترتيب (10، 15، 20)% هي (0.864، 0.894، 0.899) لكن اختلف الإتجاه لتزداد قيمة الaw مع زيادة التركيز. ويمكن تفسير هذا الإنخفاض في قيمة الaw مع التخزين المبرد بالإعتماد على الدراسة التي أجراها الباحثون لمعرفة مدى تأثير إضافة مسحوق القهوة الخضراء (GCP) ومسحوق الشاي الأخضر(GTP) على سلوك انفصال المصل في اللبن الرائب و وجدوا أن إضافة (1 و 2)% من GCP أدى إلى انخفاض معدل انفصال المصل وكان معنويا عند التركيز(2%)، أما بالنسبة لإضافة GTP فلقد انخفض معدل انخفاض المصل عند إضافته بنسبة (0.02 %) ولكنها تسببت في زيادة انفصال المصل عند إضافته بنسبة (2 %) وفسر هذا السلوك

بالإعتماد على نموذج التفاعل بين البروتين والبوليفينول [32] الذي اعتمد على تحديد عدد مواقع ربط البوليفينول لجزيئات البروتين، وعدد الفينولات التي تؤدي إلى خلق أقفاص جديدة يمكن أن تحد من إطلاق المصل من شبكة الهلام. عند إضافة ال (GCP) بنسبة(2%) كان تركيز البوليفينول جيدا بما فيه الكفاية لتقوية البنية الهلامية للبن الرائب مما أدى إلى انخفاض معدل انفصال المصل بشكل معنوي. على العكس تماما عند إضافة ال(GTP) بنسبة (2%) أدى إلى زيادة معدل انفصال المصل نتيجة زيادة تركيز مادة البوليفينول في الشاي الأخضر الذي أدى إلى زيادة عدد الأقفاص ولكن انخفض حجمها مما قلل من زمن الاحتفاظ بالمصل في مصفوفة الجل [10]. بالمقارنة مع الدراسة الحالية ازدادت نسبة المواد الفينولية في العينات مع زيادة فترة التخزين وهذه الزيادة أدت إلى تشكل أقفاص جديدة وحجز الماء بشكل أفضل مما يعني انخفاض النشاط المائي ، والسبب في تغير اتجاه الإنخفاض في اليوم الرابع عشر ربما يكون نتيجة زيادة الحموضة في تلك العينات.

الجدول رقم (13) النشاط المائي في عينات اللبن الرائب الوظيفي المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر بتراكيز مختلفة خلال فترة التخزين المبرد.

نسبة الإضافة من مستخلص الشوندر الأحمر (%)	فترة التخزين(يوم)		
	1	7	14
شاهد(0)	0.915 ± 0.002^{Ba}	0.913 ± 0.001^{Aab}	0.912 ± 0.001^{Ab}
10	0.916 ± 0.001^{Ba}	0.904 ± 0.001^{Cb}	0.864 ± 0.001^{Ec}
15	0.915 ± 0.001^{Ba}	0.903 ± 0.002^{Cb}	0.894 ± 0.001^{Dc}
20	0.909 ± 0.001^{Ca}	0.895 ± 0.002^{Dc}	0.899 ± 0.002^{Cb}

تدل الأحرف الكبيرة المختلفة في العمود الواحدعلى وجود فروق معنوية، بينما تدل الأحرف الصغيرة على وجود فروق معنوية في السطر الواحد عند مستوى معنوية 5%

4-2-2- انفصال المصل (%):

انفصال المصل هو فقدان السائل من اللبن الرائب ، ويعد انفصال المصل أحد معايير الجودة الأساسية للبن الرائب، و زيادة انفصال المصل تظهر أن اللبن الرائب منخفض الجودة [20]. يظهر الجدول (14) بأن انفصال المصل تأثر بكل من نسبة الإضافة وفترة التخزين، حيث تباينت قيم انفصال المصل في اليوم الأول من التخزين المبرد بين جميع العينات حيث كانت القيمة في عينة الشاهد (39.73%) لترتفع عند إضافة مستخلص الشوندر الأحمر المائي بنسبة (10%) وبشكل معنوي عند ($P<0.05$) لتكون القيمة (43.4%) وتنخفض القيم وبشكل معنوي عند($P<0.05$) مع زيادة تركيز مستخلص الشوندر الأحمر المائي بالمقارنة مع عينة الشاهد لتكون القيم حسب التركيز(15، 20)% بالترتيب هي (37.2 ، 36.08)% ويمكن تفسير هذا الإنخفاض في درجة انفصال المصل في عينات اللبن الرائب بعد الإضافة إلى وجود الألياف والسكريات والمواد الفينولية في المستخلص والتي تزداد بزيادة التركيز من المستخلص والتي لها دور في ربط الماء وخفض انفصال المصل. وهذه النتائج تتفق مع [21] حيث انخفض انفصال المصل وبشكل معنوي مع إضافة لب الفاكهة (الموز والسابوتا) إلى عينات اللبن الرائب بالمقارنة مع عينة الشاهد. يظهر الجدول (12) بأن انفصال المصل انخفض في جميع عينات اللبن الرائب وبشكل معنوي عند ($P<0.05$) مع زيادة فترة التخزين المبرد .كانت نسبة انفصال المصل في عينة اللبن الرائب الشاهد في اليوم السابع واليوم الرابع عشر من التخزين المبرد على التوالي (35.32 ، 34.24)%. أما بالنسبة لعينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي كانت قيم انفصال المصل أقل بالمقارنة مع عينة الشاهد حسب التركيز(10، 15، 20)% بالترتيب (33.88، 32.48 ،31.76)%، وذلك في اليوم السابع من التخزين المبرد. و انخفض انفصال المصل في اليوم الرابع عشر لتكون النسبة في عينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي حسب التركيز(10، 15، 20)% بالترتيب (29.92،28.02، 30.32)% وهذا يتفق مع [20 , 21] حيث انخفض انفصال المصل في جميع عينات اللبن الرائب خلال فترة التخزين المبرد لمدة 14 يوم.

الجدول رقم (14) انفصال المصل(%) في عينات اللبن الرائب الوظيفي المبرد في عينات اللبن الرائب الوظيفي المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر بتراكيز مختلفة خلال فترة التخزين المبرد.

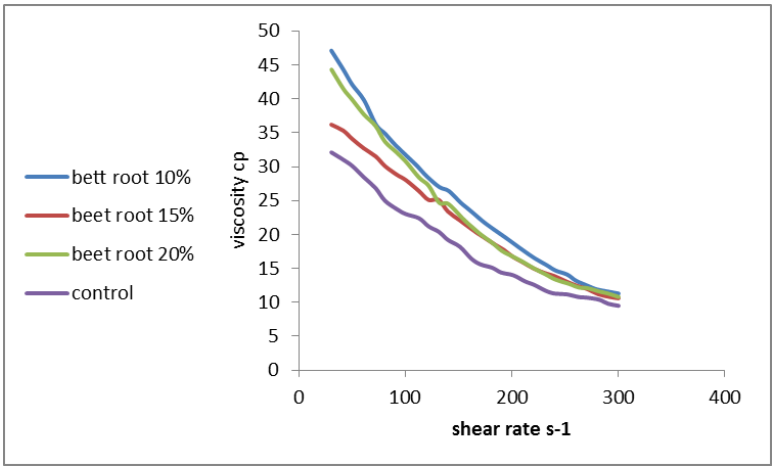
نسبة الإضافة من مستخلص الشوندر الأحمر (%)	فترة التخزين(يوم)		
	1	7	14
شاهد(0)	39.73 ± 0.1^{Ca}	35.32 ± 0.2^{Ab}	34.24 ± 0.2^{Ac}
10	43.4 ± 0.1^{Ba}	33.88 ± 0.10^{Bb}	28.02 ± 0.2^{Fc}
15	37.2 ± 0.1^{Da}	32.48 ± 0.1^{Db}	29.92 ± 0.1^{Dc}
20	36.08 ± 0.3^{Fa}	31.76 ± 0.10^{Eb}	30.32 ± 0.1^{Cc}

تدل الأحرف الكبيرة المختلفة في العمود الواحدعلى وجود فروق معنوية باختلاف التركيز، بينما تدل الأحرف الصغيرة على وجود فروق معنوية في السطر الواحد باختلاف فترة التخزين ،عند مستوى معنوية 5%

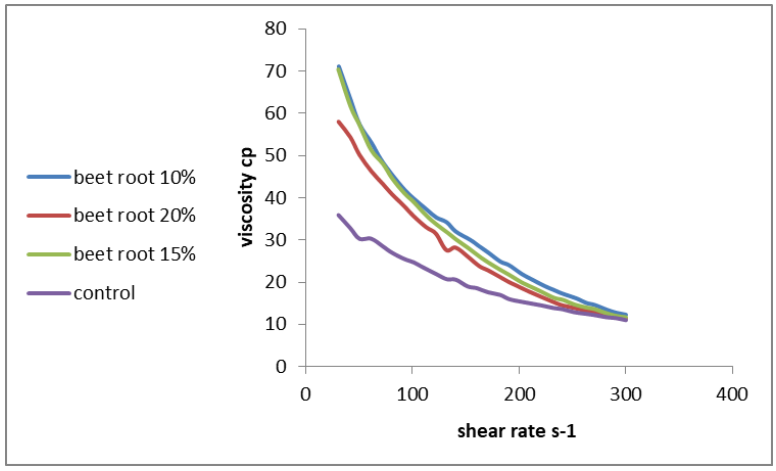
4-2-3- اللزوجة (cp)

الخصائص الريولوجية للغذاء هي دراسة تشوه وتدفق المواد الغذائية [17]. وتتأثر لزوجة اللبن الرائب بتركيب الحليب، ووقت المعالجة الحرارية، ونوع وكمية المزرعة البادئ المستخدمة لتلقيح الحليب، والتخمير، ودرجة حرارة وظروف تخزين المنتج النهائي [29]. تظهر الأشكال(1 ، 2، 3) أن اللزوجة الظاهرية لعينات اللبن الرائب المختلفة انخفضت مع زيادة معدل القص، ويمكن تفسير ذلك بسبب التدمير المادي للروابط الضعيفة بين جزيئات المنتج وبسبب انخفاض طاقة التفاعل بينها [19]. تبين النتائج أن اللزوجة الظاهرية تأثرت بتركيز الإضافة ووقت التخزين، حيث انخفضت اللزوجة في العينات المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر مع زيادة التركيز من الإضافة، وكانت لزوجة عينة اللبن الرائب الشاهد هي أقل من لزوجة عينات اللبن الرائب المدعمة بالإضافة وذلك في اليوم الأول من التخزين المبرد. وهذا يفسر بقدرة المكونات الموجودة في تركيب المستخلص المائي للشوندر الأحمر (مواد فينولية وكربوهيدرات) على تحسين النسيج وزيادة اللزوجة. وهذه النتائج تتفق مع [16] حيث تحسنت اللزوجة عند إضافة مسحوق

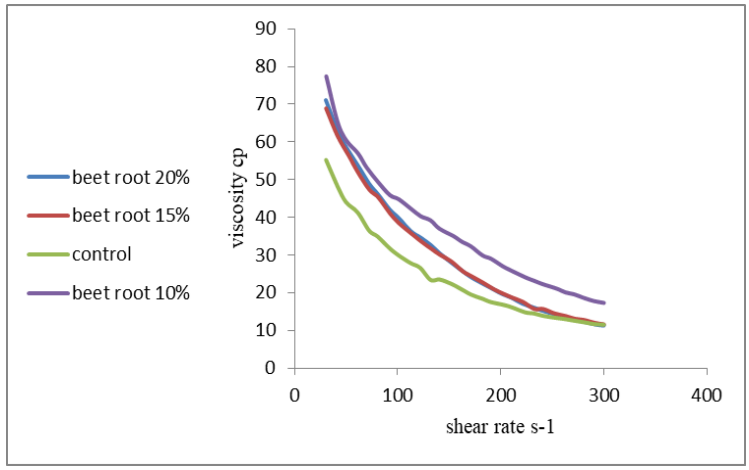
Lotus leaf (LL) إلى اللبن الرائب وبشكل معنوي عند ($p<0.05$) وكانت لزوجة عينة اللبن الرائب مع نسبة (0.2%) أعلى بالمقارنة مع لزوجة باقي العينات مع النسب من الإضافة(0.5، 1)%، وقد لوحظت لزوجة أعلى بمقدار 4 أضعاف على الأقل في عينات اللبن الرائب LL مقارنةً بعينة اللبن الرائب الشاهد أثناء التخزين ، وهذا ما فسره بأنه يمكن أن ترتبط مادة البوليفينول الموجودة في مسحوقLL مع بروتينات الحليب مثل الكازئين وتشكل مجمعات بروتين– بوليفينول مما أدى إلى لزوجة أعلى من تلك الموجودة في عينة اللبن الرائب الشاهد. تبين النتائج أن اللزوجة الظاهرية ازدادت في جميع عينات اللبن الرائب مع زيادة فترة التخزين المبرد حتى اليوم السابع واستمرت بالزيادة حتى اليوم الرابع عشر. ذكر الباحثون أن اللزوجة الظاهرية للعينات ازدادت خلال فترة التخزين حتى اليوم السابع وهذا ما فسره بالإعتماد على دراسة العديد من الباحثين نتيجة لتحمض المنتج مما يعزز من شبكة البروتين. حيث تزداد نسبة عوامل التركيب التي تفرزها *S. thermophilus* في الوسط خارج الخلية والتي تسمى السكريات الخارجية التي قد تتفاعل مع محتوى البروتين في الحليب وتزيد من اللزوجة والجودة الريولوجية للمنتجات [11].



الشكل(1) سلوك اللزوجة (cp) في عينات اللبن الرائب الوظيفي المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر في اليوم الأول من التخزين المبرد.



الشكل (2) سلوك اللزوجة (cp) لعينات اللبن الرائب الوظيفي المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر المائي في اليوم السابع من التخزين المبرد.



الشكل(3) سلوك اللزوجة(cp) لعينات اللبن الرائب الوظيفي المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر المائي في اليوم الرابع عشر من التخزين المبرد.

4-3- المحتوى الميكروبي:

يظهر الجدول (15) التعداد العام للبكتريا (cfu/ml) في عينات اللبن الرائب المختلفة خلال فترة التخزين المبرد على الدرجة 4°م وتبين من خلاله مايلي: ازداد العدد الإجمالي للبكتريا في جميع عينات اللبن الرائب المدعمة وبشكل معنوي عند ($p<0.05$) في اليوم الأول من التخزين المبرد مع زيادة تركيز المستخلص في عينات اللبن الرائب المدعمة بنسب مختلفة من مستخلص الشوندر الأحمر المائي (10 ،15 ،20)% بالمقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد كما هو موضح في العمود الأول من الجدول. واستمر هذا العدد في الزيادة وبشكل معنوي في اليوم السابع من التخزين المبرد حتى اليوم الرابع عشر حيث بلغ التعداد العام لعينة الشاهد 3.32×10^6 cfu/ml ولعينات اللبن الرائب مع مستخلص الشوندر الأحمر بالترتيب حسب التركيز(6.1×10^6 ،7.15×10^6 ،5.59×10^6) وحدة تشكيل مستعمرة في ال مل (cfu/ml). وهذا يتفق مع [9] بأن بيانات العدد الكلي للميكروبات ازداد بشكل معنوي عند ($p<0.0$) خلال اليومين 7 و14 من التخزين المبرد وذروة العدد الإجمالي للميكروبات تمت ملاحظته عند اليوم 14 من التخزين حيث شكل مستخلص الشوندر الأحمر ركيزة مناسبة لنمو البكتريا. بالنتيجة بقي التعداد العام للبكتريا في نهاية فترة التخزين 14 يوم ضمن الحدود المرغوبة والمطلوبة كمنتج حيوي. وفقاً لمنظمة FAW/WHO 2001 (منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية) يجب أن يصل عدد بكتريا البروبيوتيك في المنتجات الغذائية إلى مستوى 10^7 cfu/ml لتوفير أقصى قدر من الفوائد للمستهلكين [15].

بالنسبة لبكتريا حمض اللبن العصوية *Lactobacillus Bulgaricus* يمكن قراءة البيانات كما هو موضح في الجدول (16) بالنسبة لعينة اللبن الرائب الشاهد تناقص العدد الإجمالي لبكتريا حمض اللبن مع التخزين المبرد حتى 14 يوم بشكل غير معنوي حيث كان العدد في اليوم الأول 8.4×10^5cfu/ml و وبلغ في اليوم الرابع عشر 8.2×10^5cfu/ml حيث أن إنتاج كميات كبيرة من الحمض بواسطة بكتريا حمض اللبن وعدم وجود مركبات محفزة على النمو من أسباب حدوث هذا الإنخفاض في عينة الشاهد [28]. بالنسبة لعينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر ازداد عدد بكتريا

حمض اللبن بشكل معنوي مع زيادة تركيز المستخلص في العينات وازدادت بشكل معنوي أيضاً مع زيادة فترة التخزين المبرد حتى 14 يوم. ذكر الباحثون بأن عصير الشوندر الأحمر الذي يحتوي في تركيبه الكيميائي 57.8 غ/لتر سكروز شكل ركيزة مناسبة لنمو بكتريا حمض اللبن [35]. أيضاً بحسب [33] وجدوا أن إضافة السكروز بنسبة 12% يزيد من تركيز حمض اللبن وبكتريا حمض اللبن بشكل ملحوظ. بالمقابل لم يلاحظ أي نمو لبكتريا الكوليفورم في جميع عينات اللبن الرائب خلال فترات التخزين المختلفة وهذا ما يؤكد اتباع تدابير صحية مناسبة أثناء التعامل مع الحليب واللبن الرائب .وحسب [12] غياب البكتريا القولونية بالإضافة إلى التدابير الصحية قد يكون بسبب التأثير المثبط للجزر والحموضة على الكائنات القولونية.

تعداد الخمائر والفطور: لم يحدث نمو للخمائر والفطور في جميع عينات اللبن الرائب خلال فترة التخزين المبرد. حيث أشار العديد من الباحثين إلى خلو اللبن الرائب من أي نموات للخمائر والفطور خلال فترة التخزين المبرد وهذا يعود إلى التدابير الصحية المتبعة في تصنيع اللبن الرائب تبدأ من غلي الحليب لفترة زمنية كافية، وبسترة المستخلصات المضافة، وتعقيم الأدوات والعبوات المستخدمة إما بوضعها في الماء المغلي أو تعريضها لبخار الماء، وحفظ المنتج في درجة حرارة التبريد، وإغلاق عبوات اللبن الرائب وعدم تعرضها للهواء خلال فترة التخزين المبرد. ذكر الباحثون خلو اللبن الرائب المحضر بإضافة gundelia tournefortii من الخمائر والفطور وهذا يعود بالإضافة إلى التدابير الصحية، إلى التأثير المثبط لهذه الفاكهة على نمو الخمائر والفطور والبكتريا القولونية، وهذا التأثير قد يعود إلى وجود المواد الفينولية الموجودة بشكل طبيعي في جونديليا تورنيفورتي، وكما هو معروف تمتلك المواد الفينولية النباتية فعالية مضادة للفيروسات وللأورام، ومضاد حيوي، ونشاط مضاد للأكسدة وهذا يعني أن وجود البوليفينول يسبب إطالة العمر الافتراضي للمنتج. ،أيضا يسبب انخفاض الرقم الهيدروجيني وارتفاع الحموضة في اللبن الرائب إبطاء تطور العفن في المنتج [11].

الجدول (15) التعداد الكلي للبكتريا (cfu/ml) في عينات اللبن الرائب الوظيفي المدعم بمستخلص الشوندر الاحمر بتراكيز مختلفة خلال فترة التخزين المبرد

(cfu/ml)×10^6			
نسبة الإضافة من مستخلص الشوندر الأحمر (%)	فترة التخزين(يوم)		
	1	7	14
شاهد(0)	3.25 ± 0.02^{Eb}	3.2 ± 0.01^{Gc}	3.32 ± 0.03^{Ga}
10	3.52 ± 0.02^{Cc}	5.6 ± 0.06^{Eb}	6.1 ± 0.01^{Ea}
15	3.86 ± 0.04^{Bc}	6.7 ± 0.03^{Db}	7.15 ± 0.02^{Da}
20	4.1 ± 0.05^{Ac}	14.5 ± 0.02^{Ab}	15.59 ± 0.04^{Aa}

تدل الأحرف الكبيرة المختلفة في العمود الواحدعلى وجود فروق معنوية، بينما تدل الأحرف الصغيرة على وجود فروق معنوية في السطر الواحد عند مستوى معنوية 5%

الجدول(16) تعداد بكتريا حمض اللبن العصوية (cfu/ml) *Lactobacillus Bulgaricus* في عينات اللبن الرائب الوظيفي المدعم بمستخلص الشوندر الأحمر بتراكيز مختلفة خلال فترة التخزين المبرد

(cfu/ml)×10^5			
نسبة الإضافة من مستخلص الشوندر الاحمر (%)	فترة التخزين(يوم)		
	1	7	14
شاهد(0)	8.4 ± 0.2^{Ga}	8.5 ± 0.5^{Ga}	8.2 ± 0.1^{Fa}
10	13.6 ± 0.1^{Dc}	16.5 ± 0.1^{Cb}	18 ± 0.2^{Ca}
15	18 ± 0.2^{Bc}	23.2 ± 0.2^{Bb}	26.1 ± 0.1^{Ba}
20	19.6 ± 0.1^{Ac}	31 ± 0.1^{Ab}	35.7 ± 0.5^{Aa}

تدل الأحرف الكبيرة المختلفة في العمود الواحد على وجود فروق معنوية، بينما تدل الأحرف الصغيرة على وجود فروق معنوية في السطر عند مستوى معنوية 5%

4-4- التقييم الحسي:

أجري التقييم الحسي في اليوم الأول من التخزين المبرد، وأظهرت نتائج التقييم الحسي لعينات اللبن الرائب كما هو موضح في الجدول (17) مايلي:

بالنسبة للون: بشكل عام حظيت جميع عينات اللبن الرائب على درجة قبول لوني عالية بالمقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد ولم يلاحظ أي فروق معنوية عند ($P<0.05$) باستثناء عينة اللبن الرائب ذات التركيز 10% من مستخلص الشوندر الأحمر المائي والتي حظيت بأعلى درجة قبول لوني وقدرت ب 8.417 أما عينة الشاهد فقد سجلت قيمة 7.583، وذلك في اليوم الأول من التخزين المبرد. وكان إضفاء اللون على المنتج إحدى الأهداف الرئيسية للبحث0

من حيث القوام والتركيب: كانت عينة اللبن الرائب ذات التركيز الأعلى 20 % أقل قبول من حيث القوام والتركيب بالمقابل لم يكن هناك فروق ذات دلالة إحصائية بالمقارنة مع عينة الشاهد عند ($P<0.05$) وهذا يتفق مع ما توصل إليه [27] بالنسبة لانخفاض درجة الملمس في عينات اللبن الرائب مع مستخلص الشوندر الأحمر وهذا يعود إلى اختلاف التركيب الكيميائي للبن الرائب مع زيادة تركيز الخلاصة من الشوندر الأحمر بالمقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد مما يؤثر على نسيج المنتج.

من حيث الطعم: لم يكن هناك فرق معنوي أو ملحوظ بين عينة اللبن الرائب الشاهد وعينات اللبن الرائب مع التركيز (10)% من كلا المستخلصين. حيث كان لعينة اللبن الرائب الشاهد أعلى درجة قبول للطعم (8.208) يليها عينة اللبن الرائب المدعم بتركيز (10)%من مستخلص الشوندر الأحمر (7.667). أما بالنسبة لعينات اللبن الرائب المدعم بالتراكيز (15 و 20%) سجلت فرق معنوي بشكل ملحوظ عند($P<0.05$) بالمقارنة مع عينة الشاهد وهذا يتفق مع ما توصل إليه [27] حيث أن هناك العديد من العوامل التي تؤثر على تكوين النكهة الشاملة للبن الرائب وإن إضافة الشوندر الأحمر يمكن أن يساهم في عملية إطلاق العديد من المركبات ومكونات النكهة الأخرى التي تضيف تعقيد إلى رائحة وطعم اللبن الرائب.

من حيث القبول العام للمنتج: تلعب الصفات الحسية (اللون والنكهة والقوام دوراً مهماً في تقبل المستهلك للمنتج بشكل عام. حظيت عينة اللبن الرائب الشاهد على أعلى درجة قبول للمنتج في حين وجدت فروق معنوية كبيرة عند ($P<0.05$) بالنسبة لعينات اللبن الرائب بالتركيز (20)% من كلا المستخلصين بالمقارنة مع عينة الشاهد. حيث أن اللبن الرائب المخلوط مع المستخلص منتج جديد والمستهلك ليس على دراية كافية بنكهة اللبن الرائب المخلوط بنكهة الشوندر [27]. وبصورة عامة حظيت عينة التركيز الأخفض 10% من مستخلص الشوندر الأحمر بشكل عام بقبول جيد من قبل المستهلك في جميع الخصائص بالمقارنة مع عينة اللبن الرائب الشاهد.

الجدول (17) التقييم الحسي لعينات اللبن الرائب المختلفة باختلاف التركيز في اليوم الأول من التخزين المبرد

العينة(%)		اللون والمظهر (9)	الطعم والنكهة (9)	القوام والتركيب (9)	القبول العام (9)
شاهد(0)		7.583 ± 0.9^{AB}	8.208 ± 0.940^{A}	7.917 ± 0.669^{A}	8.333 ± 0.651^{A}
مستخلص الشوندر الأحمر	10	8.417 ± 0.669^{A}	7.667 ± 1.231^{AB}	7.667 ± 1.557^{A}	7.933 ± 0.853^{AB}
	15	7.500 ± 0.905^{AB}	7.250 ± 1.357^{ABC}	7.333 ± 1.155^{AB}	7.580 ± 1.240^{AB}
	20	6.958 ± 1.815^{B}	7.000 ± 1.859^{ABCD}	6.750 ± 2.050^{AB}	6.917 ± 1.881^{ABC}

تدل الأحرف الكبيرة المختلفة في العمود الواحد على وجود فروق معنوية، بينما تدل الأحرف الصغيرة على وجود فروق معنوية في السطر عند مستوى معنوية 5%

5- الاستنتاجات

1-أظهرت نتائج التحليل لعينات اللبن الرائب المدعمة بمستخلص الشوندر الأحمر المائي ارتفاع في قيم نتائج التركيب الكيميائي للعينات المدعمة بالمقارنة مع عينة الشاهد باستثناء محتوى المادة الصلبة الكلية والكربوهيدرات الذي أظهر انخفاض مع زيادة التركيز وهذا ما تم ربطه بنشاط بكتريا البادئ ومحتوى اللاكتوز.

2- أدت إضافة المستخلصات إلى انخفاض في رقم الpH و زيادة في قيم درجة الحموضة القابلة للمعايرة مع زيادة التركيز، واستمرت هذه المؤشرات في نفس الاتجاه مع زيادة فترة التخزين المبرد.

3- ازداد المحتوى من المواد الفينولية وارتفع النشاط المضاد للأكسدة مع زيادة نسبة الإضافة من مستخلص الشوندر الأحمر واستمرت هذه الزيادة خلال فترة التخزين المبرد.

4- تحسنت الخصائص الفيزيائية لعينات اللبن الرائب مع الإضافة حيث انخفضت فعالية الماء وانخفض انفصال المصل وازدادت اللزوجة بالمقارنة مع عينة الشاهد.

5- ازداد التعداد العام للبكتريا وشكلت الإضافة وسط مناسب لنمو بكتريا البادئ وزيادة نشاطها.

6- بما أن انخفاض الدهن كان غير معنوي خلال فترة التخزين المبرد، وازدادت اللزوجة، وانخفضت فعالية الماء وبالتالي يمكن القول بأن الإضافة حافظت على ثباتية المنتج خلال التخزين.

6-التوصيات و المقترحات

1- يوصى بتدعيم اللبن الرائب بمستخلص الشوندر الأحمر بنسبة (10)% لإغناء اللبن الرائب و تحسين جودة اللبن الرائب من الناحية التغذوية والصحية والحسية بالإضافة إلى تحسين الخصائص الفيزيائية.

2- نقترح إجراء دراسات مستقبلية على اللبن الرائب بإضافة المسحوق الجاف أو عصير الشوندر الأحمر ، مع دراسة التركيب الكيميائي لنوع الإضافة، وتحديد نسب الإضافة الأمثل لها.

7- المراجع

[1] AOAC. (1995). Official analytical chemists, official methods of analysis. Edited by AOAC. 14th ed. Washingtone DC.

[2] AOAC. (2002). Official analytical chemists, official methods of analysis. Edited by AOAC. 16th ed. Volume. 2. Washingtone DC.

[3 Barakat, H and Hassan, M.F.Y.(2017). Chemical, nutritional, rheological, and organoleptical characterizations of stirred pumpkin-yoghurt. Food and Nutrition Sciences, volume 8, p. 746-759.

[4] Barkallah, M.; Dammak, M. and Louati, I. (2017). Effect of spirulina platensis fortification on physicochemical, textural, antioxidant and sensory properties of yogurt during fermentation and storage. LWT−Food Science and Technology, volume 84, p. 323–330.

[5] Brand−Williams, W.; Cuvelier, E. M. and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Science and Technology, volume 28, p. 25–30.

[6] Brodziak, A.; Król, J.; Barłowska, J.; Teter, A. and Florek, M.(2020). Changes in the physicochemical parameters of yoghurts with added whey protein in relation to the starter bacteria strains and storage time. Animals , volume 10, p. 1350.

[7] Cușmenco, T. and Bulgaru,V. (2020). Quality characteristics and antioxidant activity of goat milk yogurt with fruit. Ukrainian Food Journal, volume 9.

[8] Dabija, A.; Codină, G.G.; Ropciuc, S.; Gâtlan, A. and Rusu, L.(2018). Assessment of the antioxidant activity and quality attributes of yogurt enhanced with wild herbs extracts. Journal of Food Quality, volume 4, p.1-12

[9] Damunupola, D.A.P.R.; . Weerathila, W.A.D.V. and Sumanase, G.S (2014). Evaluation of quality characteristics of goat milk yogurt. International Journal of Scientific and Research Publications, volume 4, Issue 10.

[10] Dönmez, Ö.; Mogol,B. A. and Gökmen,V.(2017). Syneresis and rheological behaviors of set yogurt containing green tea and green coffee powders. J. Dairy Sciences, volume 100, p.901–907.

[11] Ebrahimi, A.; Sani, A.M. and Islami, M.H.(2015). Evaluation of rheological, physicochemical, and sensoryproperties of gundelia tournefortii yogurt. Bull. Env. Pharmacol. Life Sciences, volume 4, p. 146-159.

[12] Elhadi Sulieman, M.A.; Abdelrahman, M.M.; Elkhalifa,A.E.(2011). Quality evaluation yoghurt supplemented with carrot juice. Gezira Journal of Engineering and Applied Sciences. volume 6 No.1.

[13] Etienne, A.; Génard, M.; Lobit, P.; Mbeguié-A- Mbéguié, D. and Bugaud, C. (2013). What Controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. Journal of Experimental Botany, volume 64(6), p. 1451-1469.

[14] Flores-Mancha,M.A; Ruiz-Gutierrez,M.G; Sanchez-Vega,R; Santellano-Estrda,S and Chavez-Martinz,A. (2021). Effect of encapsulated beet extracts (*beta vulgaris*) added to yogurt on the physicochemical characteristics and antioxidant activity.Molecules, volume 26(16), p. 4768.

[15] Jayalalitha,V.; Elango, A.; Pugazhenth, T.R.and Balasundara,B.(2019). Yoghurt: Ideal vehicle for healthy ingredients: A review. International Journal of Chemical Studies, volume 7(4), p. 1139-1144.

[16] Kim,D.H.; Cho,W.Y.; Yeon, S.J.; Choi,S.H. and Lee,Ch.H.(2019). Effects of lotus (*nelumbo nucifera*) leaf on quality and antioxidant activity of yogurt during refrigerated storage. Food Sci Anim Resour, volume 39(5), p. 792–803.

[17] Lee, W.J. and Lucey, J.A. (2010). Formation and Physical Properties of Yogurt. Asian-Aust. J. Anim. Sciences, volume 23(9), p.1127-1132.

[18] Lourens-Hattingh A and Viljoen, B. (2001). Review: Yogurt as probiotic carrier food. International Dairy Journal, Volume 11, pp.1-17

[19] Mathias, T. R. S.; Carvalho Junior, I. C.; Carvalho, C. W. P. and Sérvulo, E. F. C. (2011). Rheological characterization of coffee-fl avored yogurt with different types of thickener. Alim. Nutr., Araraquara, volume 22(4) , p. 521-529.

[20] Matter, A.A.; Mahmoud,E.A.M. and Zidan, N.S.(2016). Fruit flavored Yoghurt: Chemical, Functional and Rheological Properties. International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJOEAR), volume 2, Issue-5.

[21] Meenakshi, V.; Suganya and Umamaheswari,T.(2018). Formulation of value enriched probiotic fruit yoghurt. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sciences, volume 7(3), p. 1440-1450.

[22] Mohamed, A.G.; Zayan, A.F and Shahein,M. (2014). Physiochemical and sensory evaluation of yoghurt fortified with dietary fiber and phenolic compounds. international Journal of Dairy Science, volume 10 (4), p.198-205.

[23] Najgebauer-Lejko, D.; Grega1, T. and Tabaszewska, M. (2014). Yoghurts with addition of selected vegetables: Acidity, antioxidant properties and sensory quality. Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria, volume 13(1), p.35-42.

[24] Ndife, J. and Abbo, E. (2009). Functional foods: prospects and challenges in Nigeria. Journal of Science &Technology. volume 5, p. 1-6.

[25] Nuraeni, E., Arief, I.I., and Soenarno, M.S.(2014). Characteristics of probiotic koumiss from goat milk with addition of roselle extract (hibiscus sabdariffa linn). Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture, volume 39(2), p. 117-125.

[26] Nyamete, A.F., Bennink, M., and Mugula, J.K. (2016). Potential of lactic acid fermentation in reducing aflatoxin B1 in Tanzania maize-based gruel. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, volume 16(3), p. 11139-11151.

[27] Nyamete,F.A. and Mongi, R.J.(2017). Folate contents, nutritional quality and consumer acceptability of yogurt fortified with red beetroot extract. Tanzania Journal of Agricultural Science, volume 16 (2), p.90-100.

[28] Sadeghi, A.R.; Pourahmad, R. and Mokhtare, M. (2017). Enrichment of probiotic yogurt with broccoli sprout extract and

its effect on helicobacter pylori. Applied Food Biotechnology, volume 4 (1), p.55-59.

[29] Sendra, E.; Kuri, V.; Ferna´ndez-Lopez ISayas-Barbera, J.; Navarro, C. and Pe´ rez-Alvarez, A . (2010). Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose. Size and thermal treatment Food Science and Technology, volume 43, p.708–714.

[30] Shalaby,S.M. and Amin,H.H.(2018). Red cabbage and turmeric extracts as potential natural colors and antioxidants additives in stirred yogurt. , Journal of Probiotics & Health , volume 6(2).

[31] Shori, A.B. **(**2022**).** Storage quality and antioxidant properties of yogurt fortified with polyphenol extract from nutmeg, black pepper, and white pepper.Electronic journal of Biotechnology, volume 57, p. 24-30.

[32] Siebert, K. J.; Troukhanova, N.V. and Lynn, P.Y. (1996). Nature of polyphenol-protein interactions.Journal. Agric. Food Chem, volume 44, p.80–85.

[33] Suharman.; Sutakwa, A. and Nadia,L.S.(2021). Effects of sucrose addition to lactic acid concentrations and lactic acid bacteria population of butterfly pea(clitoria ternatea l.) yogurt. Journal of Physics.: Conference.Series, volume 1823.

[34] Yadav, M.; Masih, D. and Sonkar, Ch.(2016). Development and quality evaluation of beetroot powder incorporated yogurt. International Journal of Science, Engineering and Technology,volume 4(4).

[35] Yoon, K.Y.;Woodams, E. E. and Hang,Y.D.(2005). Fermentation of beet juice by beneficial lactic acid bacteria. Lebensm.-Wiss. u.-Technol, volume 38, p. 73–75.