دراسة تغيُّر تعداد بكتريا *Streptococcus thermophilus* و*Lactobacillus bulgaricus* في اليوغورت المعبأ ضمن أنواع مختلفة من العبوات والمخزن عند درجتي حرارة 5°C و7°C

الدكتور علي سلطانة[1]

الدكتورة شيم سليمان[2]

المهندس عمار سلمان[3]

الملخص

تمت دراسة تأثير طريقة التغليف باستخدام ثلاثة أنواع مختلفة من العبوات (بوليستيرين، بولي بروبلين، زجاج) على تغير الحمولة الميكروبية لبكتريا حمض اللبن في اليوغورت، وذلك عند تخزين اليوغورت لمدة 21 يوماً على درجتي حرارة (5°C و7°C). أوضحت النتائج أن لنوع العبوة ودرجة الحرارة ومدة التخزين بالإضافة إلى التأثير المتبادل لهذه العوامل تأثيراً معنويّاً في تعداد بكتريا *Streptococcus thermophilus* و *Lactobacillus bulgaricus*، وتفوقت العبوات الزجاجية معنوياً على باقي العبوات بالنسبة لبكتريا *Streptococcus thermophilus* و*Lactobacillus bulgaricus*، ولكن تفوقت مدة التخزين لثلاثة أيام على باقي المدد الزمنية للتخزين بالنسبة لبكتريا *Streptococcus*، بينما تفوّقت مدة التخزين لسبعة أيام على باقي المدد الزمنية للتخزين بالنسبة لبكتريا *Lactobacillus*. كذلك ظهرت مستعمرات الخمائر عند اليوم الـ 21 من تخزين العبوات على حرارة 5°C، بينما ظهرت عند اليوم الـ 14 من تخزين العبوات على حرارة 7°C.

الكلمات المفتاحية: يوغورت، بكتريا حمض اللبن، عبوات التخزين.

---

[1] دكتور في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا.

[2] دكتورة في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا.

[3] طالب ماجستير في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا.

المقدمة:

يعتبر تخمير الحليب من أقدم الطرق التي مارسها الإنسان لحفظ الحليب لفترة زمنية أطول، ولكن تبقى المعرفة الدقيقة لنشأة تخمير الحليب غير واضحة (Weerathilake *et al*., 2014). ويُعتقد أن كلمة "yogurt" قد جاءت من الكلمة التركية "yoğurt"، والتي تعني التخثر أو التكثيف (Tamime and Deeth, 1980).

يعتبر اليوغورت من منتجات الألبان المتخمرة التي تحضر إمّا من حليب كامل الدسم عدّلت فيه نسبة الدهن، أو من حليب فرز طازج، ويمكن أن تتمّ زيادة تركيز المواد الصلبة، إما بتبخير جزء من ماء الحليب أو عن طريق إضافة حليب مجفف إليه (Guevarra and Barraquio, 2015).

يتم تصنيع اليوغورت وفق ثلاث مراحل رئيسية؛ المرحلة الأولى: تحضير المزيج وتطبيق المعاملات الفيزيائية اللاحقة مثل التجنيس والمعالجة الحرارية والتبريد وطرد الأوكسجين، تليها المرحلة الثانية المتمثلة بعملية التخمير التي تبدأ بالتلقيح بالبادئ الميكروبي، ويتم في المرحلة الثالثة إيقاف عملية التخمير والتعبئة والتبريد (Corrieu and Béal, 2016).

وتتم عملية التخمير لإنتاج اليوغورت باستخدام بادئ مختلط مكوّن من نوعين من بكتريا حمض اللبن، هما: *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus, Streptococcus thermophilus*
حيث تؤدي عملية التخمير هذه إلى زيادة حموضة الحليب وتخثره نتيجة إنتاج حمض اللبن، ما يسمح بزيادة العمر الافتراضي للمنتج (Corrieu and Béal, 2016).

أثناء عملية التخمير ينمو هذان النوعان ضمن علاقة تكافلية، حيث تتغير باستمرار نسبة النوع البكتيري *S. thermophilus* إلى النوع *L. bulgaricus*، ففي البداية ينمو النوع *S. thermophilus* بسرعة، وذلك من خلال تمثيل الأحماض الأمينية الأساسية التي ينتجها النوع *L. bulgaricus* وبدوره ينتج النوع *S. thermophilus* حمض اللاكتيك، مما يخفض رقم الـ pH إلى المستوى الأمثل لنمو النوع *L. bulgaricus*، إلى جانب إنتاجه كميات أقل من حمض النمل (الفورميك) الذي يحفز نمو *L. bulgaricus*. وبعد انخفاض رقم الـ pH يتباطأ نمو النوع *S. thermophilus*، بينما ينمو النوع *L. bulgaricus* بمعدل أكبر مؤدياً إلى تخفيض رقم الـ pH بشكل أكبر عن طريق إنتاجه لحمض اللاكتيك، حيث أنَّ كلا النوعين ينتجان حمض اللاكتيك كمنتج رئيسي لعملية التخمير (Hamann and Marth, 1984; Radke-Mitchell *et al*., 1986; Dimitrova, 2018).

ينتج النوع *S. thermophilus* بعض الداي أستيل، الذي يعطي اليوغورت نكهته المستساغة (Hamann and Marth, 1984)، بينما ينتج النوع *L. bulgaricus* الأسيت ألدهيد الذي يساعد على إعطاء اليوغورت نكهته الحادة المميزة (Hamann and Marth, 1984; Dimitrova, 2018). ولا بدّ من الإشارة أنه من أجل إعطاء النكهة المناسبة، يجب أن تكون نسبة النوع *S. thermophilus* إلى النوع *L. bulgaricus* تقع ضمن المجال 1: 1 إلى 3: 1. وتكون تركيبة اليوغورت مماثلة تقريباً لتكوين الحليب الذي صنع منه. ويتراوح رقم الـ pH لليوغورت التجاري بين 3.7 و4.3 (Hamann and Marth, 1984).

يمكن أن تختلف نكهة وقوام وطعم اليوغورت ومنتجات الألبان الأخرى بناءً على نوع البادئ ونوع الحليب وكمية دهن الحليب والمواد الصلبة غير الدهنية والمعاملة الحرارية ودرجة حرارة التحضين (Routray and Mishra, 2011).

تاريخياً، بدأت تعبئة الحليب السائل بداية القرن التاسع عشر مع اكتشاف إنتاج الحليب المكثف، حيث تم استخدام عبوات زجاجية. ففي العام 1932، تمّ استخدام أول عبوة حليب مصنّعة من البلاستيك المغلف بالكرتون (Ščetar *et al*., 2019).

عند اختيار مواد التعبئة والتغليف لمنتجات الألبان، يجب مراعاة العديد من العوامل الهامة. حيث يجب أن تكون المادة ملائمة للمنتَج، ومقاومة للصدمات، وغير نفوذه للضوء والرائحة، وخاملة كيميائياً، ومناسبة من ناحية متطلبات الشكل والوزن وجاذبية التسويق وقابلية الطباعة عليها، والتكلفة الاقتصادية (Karaman *et al*., 2015). فإذا كان المنتج عرضة للأكسدة كالزبدة مثلاً، يجب اختيار المادة بحيث تكون غير نفوذه للأوكسجين من أجل المحافظة على المنتج بأفضل حالاته خلال فترة الصلاحية المحددة، وإذا كان منتج الحليب بحاجة إلى معاملة حرارية بعد تعبئته، يجب أن تكون المادة المختارة متحمِّلة للحرارة (Ščetar *et al*., 2019).

2. أهمية البحث وأهدافه:

نظراً لأن المستهلك يطلب منتَجاً بمواصفات عالية، خصوصاً من ناحية سلامة المنتج من الناحية الميكروبية وجودته من الناحية الحسيّة والفيزيائية والكيميائيّة، فإنّه من المهم دراسة كل العوامل المؤثرة في جودة هذا المنتج بهدف تحديد الشروط المثلى للحصول على منتج يلبي رغبات المستهلك. ومن أهم هذه العوامل طريقة التغليف ودرجة حرارة التخزين اللذان يؤثران على خواص اليوغورت الفيزيائية والكيميائية والميكروبية والحسية والريولوجية خلال فترة التخزين وصولاً إلى الاستهلاك.

ويهدف البحث إلى:

1- دراسة تأثير طريقة التغليف بمقارنة ثلاث أنواع مختلفة من مواد التغليف (البوليسترين، البولي بروبلين، الزجاج) في تغير الحمولة الميكروبية لبكتريا حمض اللبن في اليوغورت المصنّع مخبريّاً بالطريقة التقليدية.

2- دراسة تأثير تغير درجة حرارة حفظ اليوغورت في تغير الحمولة الميكروبية لبكتريا حمض اللبن في اليوغورت المصنّع مخبريّاً بالطريقة التقليدية، وذلك عند حفظ اليوغورت المعبأ بالعبوات السابقة عند درجة حرارة 5 و7 درجة مئوية.

3- تحديد طريقة التغليف التي تعطي أفضل خواص ميكروبية لليوغورت المصنّع مخبريّاً بالطريقة التقليدية.

3. مواد البحث وطرائقه:

1.3. مواد البحث:

1.1.3. الحليب المستخدم لتصنيع اليوغورت:

تم استخدام حليب معقم بدرجة حرارة فائقة Ultra-High-Temperature (UHT)، ذو خواص كيميائية وفيزيائية وميكروبية جيدة، كما تمّ استخدام حليب خالي الدسم معقم بـ UHT من أجل تحضير المزرعة الأم.

2.1.3. البادئ:

تم استخدام بادئ تجاري مجفّد ومحدد التركيب الميكروبي نوع CH-1، وهو عبارة عن خليط بكتيري يضمّ النوع *Streptococcus thermophilus* وتحت النوع *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* المستخدمة في تصنيع اليوغورت في معامل الألبان (Dharaiya *et al*., 2012).

3.1.3 العبوات المستخدمة بتخزين اليوغورت:

استخدمت عبوات بلاستيكية سعة 500 mL مصنَّعة من البوليستيرين Polystyrene (PS)، والبولي بروبيلين Polypropylene (PP)، وتم استخدام عبوات زجاجية Glass سعة 500 mL كشاهد (Saint-Eve *et al*., 2008). تم تحضير العبوات بغسلها بالماء والصابون جيداً مع ضمان عدم بقاء أيّ أثر للصابون، ثم غسلت العبوات جيداً بمحلول NaOH 3%، ثم غسلت بالماء الساخن 50° C ثم بالماء البارد للتخلص من NaOH، بعد ذلك وضعت العبوات في فرن التجفيف عند حرارة 50° C لتجفيفها والتخلص من آثار الرطوبة المتبقية فيها.

4.1.3. تحضير اليوغورت:

تمّ في البداية تحضير المزرعة الأم من البادئ الميكروبي مع مراعاة شروط النظافة والتعقيم، حيث أضيف 0.08 g من البادئ المجفد نوع CH-1 إلى100 mL حليب خالي الدسم (Vargas *et al*., 2008)، وحضنت عند حرارة 42.5°C حتى وصول رقم الـ pH إلى 4.6، ثم أخرجت المزرعة الأم من الحاضنة ووضعت على درجة حرارة الغرفة حوالي 20 دقيقة، ثم وضعت بالبراد عند حرارة 5°C حتى اليوم التالي.

في اليوم التالي، تم تحضين الحليب المستخدم لتصنيع اليوغورت عند حرارة 42.5°C للوصول إلى الحرارة المطلوبة لتلقيح الحليب بالبادئ، وتم إخراج المزرعة الأم من البراد ووضعها على حرارة الغرفة لمدة 20 دقيقة، وتم تعبئة الحليب بعبوات حجم 500 mL، ثم أضيف لها البادئ الميكروبي بظروف معقمة قرب اللهب بمعدل 2.5% (Hill *et al*., 2017) وذلك بعد مزج المزرعة الأم جيداً قبل عملية إضافة البادئ الميكروبي.

حضنت عبوات الحليب بعد إضافة البادئ الميكروبي عند حرارة 42.5°C حتى وصول رقم الـ pH إلى 4.6، ثمّ وضعت العبوات على درجة حرارة الغرفة حوالي 20 دقيقة، ثم وضعت في البراد عند حرارة 5°C في التجربة الأولى وعند درجة حرارة 7°C في التجربة الثانية، وذلك لمدة 21 يوماً. وأجريت التحاليل الفيزيائية والكيميائية والميكروبية في اليوم الأول والثالث والسابع والرابع عشر والحادي والعشرين من التخزين.

2.3. طرائق البحث:

1.2.3. تحضير العينة للتحليل:

تُركَت عينة اليوغورت على درجة حرارة الغرفة لفترة زمنية حوالي 20-25 دقيقة، ثم تمّ فتح العبوة بجانب اللهب بظروف معقمة، بعد ذلك مزجت العينة بعناية باستخدام ملعقة عادية أو ملعقة مسطحة معقمة وبحركة دورانية تمر من الطبقات السفلية إلى الطبقات السطحية للعينة لضمان مجانستها وخلطها بشكل جيد.

2.2.3. الاختبارات الميكروبية:

أ- الكشف عن وجود بكتريا تابعة للجنس *Pseudomonas*:

لإجراء هذا الاختبار تم استخدام بيئة Pseudomonas Agar Base، حضرت البيئة وفق الخطوات والشروط الموضوعة من قبل الشركة المصنِّعة، وعقمت في الأوتوكلاف عند حرارة 121°C لمدة عشرين دقيقة، وتم تحضير تخفيفات (10^{-1}، 10^{-2}) من اليوغورت في ظروف معقمة وبالقرب من اللهب باستخدام ماصات 1 mL معقمة وأنابيب اختبار تحوي 9 mL من الماء المقطر المعقم، بعد تحضير البيئة وتبريدها حتى حرارة 45°C باستخدام حمام مائي، تم صب حوالي 15–20 mL من البيئة بأطباق البتري مضاف لها 1 mL من التخفيفات المحضرة سابقاً وحركت الأطباق حركة رحوية لضمان التوزع المتجانس للقاح في البيئة، وتركت حتى تتصلّب ثم وضعت بشكل مقلوب في الحاضنة عند حرارة 35° C، وبعد 48 ساعة فحصت الأطباق لملاحظة وجود مستعمرات نامية فيها وعدها إن وجدت.

ب- تعداد الفطريات والخمائر:

لإجراء هذا الاختبار تم استخدام بيئة آغار الدكستروز والبطاطا (PDA)، حيث تم تحضير البيئة وفق الخطوات والشروط الموضوعة من قبل الشركة الصانعة، وعقمت في الأوتوكلاف عند حرارة 121°C لمدة عشرين دقيقة، وتم تحضير تخفيفات (10^{-1}، 10^{-2}، 10^{-3}) من اليوغورت، بعد تحضير البيئة وتبريدها حتى حرارة 45°C باستخدام حمام مائي، تم صب حوالي 15–20 mL من البيئة بأطباق البتري المضاف لها 1 mL من التخفيفات المحضرة سابقاً وحركت الأطباق حركة رحوية لضمان التوزع المتجانس للقاح بالبيئة، وتركت أطباق الآغار حتى تتصلّب ثم وضعت الأطباق بشكل مقلوب في الحاضنة عند حرارة 27°C، وبعد 48 ساعة تم عدّ المستعمرات النامية في الأطباق.

ت- تعداد بكتريا حمض اللبن:

لإجراء هذا الاختبار تم استخدام بيئة De Man, Rogosa and Sharpe (MRS) لتنمية بكتريا *Lactobacillus* وبيئة Streptococcus Thermophilus Isolation Agar لتنمية بكتريا *Streptococcus*، حيث تم تحضير البيئات وفق الخطوات والشروط الموضوعة من قبل الشركة المُصنِّعة، بعد ذلك تم نقل البيئات إلى الأوتوكلاف للتعقيم عند حرارة 121°C لمدة عشرين دقيقة، وتم تحضير تخفيفات 10^{-} (^{1}، 10^{-2}، 10^{-3}، 10^{-4}، 10^{-5}، 10^{-6}، 10^{-7}،10^{-8}) من اليوغورت، بعد تحضير البيئات وتبريدها حتى حرارة 45°C باستخدام حمام مائي، تم صب حوالي 15–20 mL من كل بيئة بأطباق البتري المضاف لها 1 mL من التخفيفات المحضرة سابقاً وحركت الأطباق حركة رحوية لضمان التوزع المتجانس للقاح بالبيئة، وتركت أطباق

الآغار حتى تتصلّب ثم وضعت الأطباق بشكل مقلوب بالحاضنة عند حرارة 37°C، وبعد 48 ساعة تم عد المستعمرات النامية في الأطباق.

3.3. التحليل الإحصائي للتجربة:

تم استخدم برنامج Excel وبرنامج SPSS النسخة 17.0 في معالجة البيانات. واستخدم في البحث الاختبارات الآتية:

- اختبار Kolmogorov - Smirnov للتحقق من مطابقة البيانات للتوزيع الطبيعي.
- اختبار Levene's Test للتحقق من تجانس البيانات.
- اختبار تحليل التباين في *N* اتجاه لمعرفة مدى تأثير كل من درجة الحرارة، ونوع العبوة (PS، PP و GS)، ومدة التخزين (1، 3، 7، 14 و 21 يوم) وكذلك التأثير المتبادل لهذه المتغيرات المستقلة على المتغير التابع، وذلك عند مستوى المعنوية $\alpha = 0.05$. نُسلِّم بأنّ هناك دلالة إحصائية عندما تكون *p-value* أقل من 5% ويقابلها درجة ثقة 95%.

4. النتائج والمناقشة:

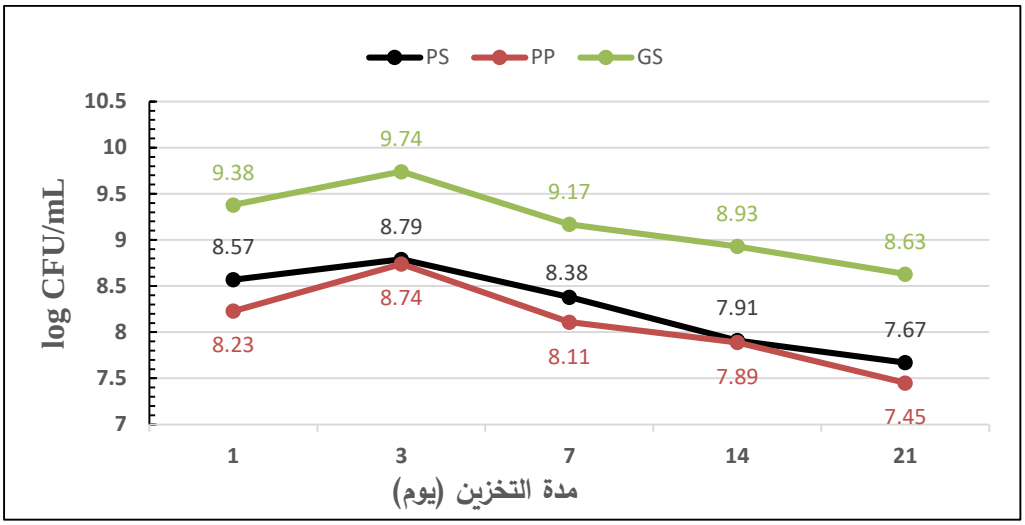
1.4. التعداد الميكروبي لبكتريا *Streptococcus thermophilus* (log CFU/mL) عند تخزين العبوات على حرارة 5°C و7°C:

نلاحظ من الشكل رقم /1/ والشكل رقم /2/ سواء عند حرارة 5°C أو 7°C أن تعداد بكتريا *Streptococcus thermophilus* استمرّ في الزيادة حتى اليوم الثالث، ثم بدأ بالتناقص حتى نهاية فترة التخزين. وكان التعداد عند درجتي الحرارة أعلى بالعبوات الزجاجية ثم بعبوات البولي استرين وأخيراً بعبوات البولي بروبلين، ويعود السبب بذلك إلى كون عبوات البولي بروبلين تمتلك مساحة تلامس أكبر مع الهواء (مجمعة بين سطح المنتج وغطاء العبوة) فيما يتعلق بالحجم مقارنة بأنواع العبوات الأخرى (Kudelka, 2010)، وهذا يؤثر على نشاط بكتريا البادئ المنتج للحموضة كون بكتريا البادئ لاهوائية اختيارياً.

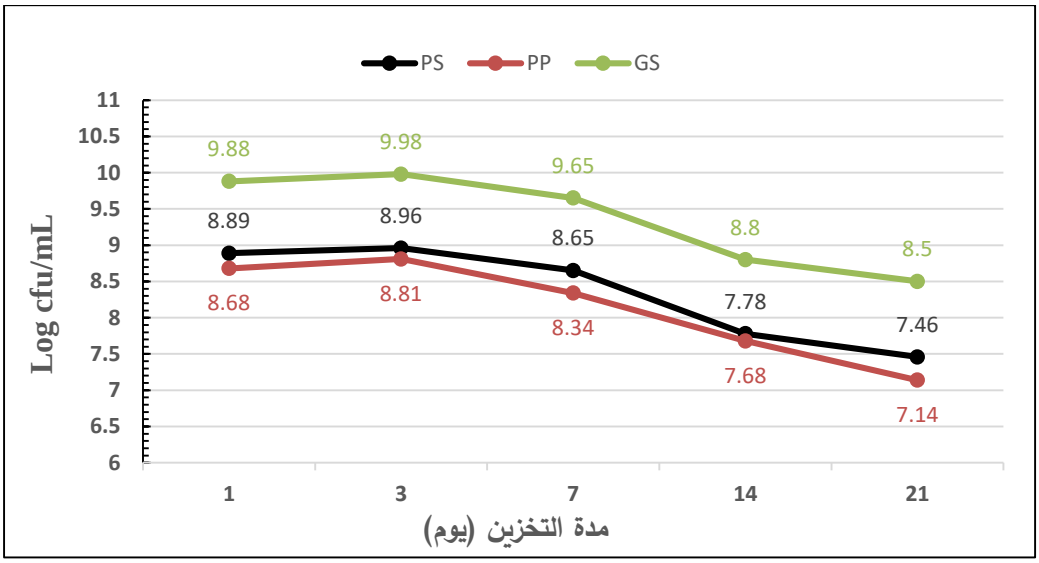
وكان معدل نمو بكتريا *Streptococcus thermophilus* في اليوغورت المخزن عند حرارة 7°C أعلى بالمقارنة مع اليوغورت المخزن عند حرارة 5°C وهذا يتوافق مع Memiši (2014) الذي بيّنَت نتائجه حصول ارتفاع في تعداد البكتريا وانخفاض رقم الـ pH باستمرار ارتفاع درجة الحرارة.

وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي (عند مستوى معنوية 5%) أن لنوع العبوة ومدة التخزين ودرجة الحرارة، وكذلك التأثير المتبادل بين هذه العوامل تأثيراً معنوياً في تعداد بكتريا *Streptococcus thermophiles* حيث أنّ قيمة p-value كانت أقل من 5%.

وتفوقت عبوة الـ GS معنوياً على باقي العبوات، كما تفوقت مدة التخزين لثلاثة أيام على باقي المدد الزمنية للتخزين.



الشكل رقم /1/: تغير تعداد بكتريا *Streptococcus thermophilus* في اليوغورت المخزن في عبوات مختلفة (البوليستيرين، البولي بروبلين، الزجاج) خلال 21 يوم عند حرارة 5°C ورطوبة 62%.



الشكل رقم /2/: تغير تعداد بكتريا *Streptococcus thermophilus* في اليوغورت المخزن في عبوات مختلفة (البوليستيرين، البولي بروبلين، الزجاج) خلال 21 يوم عند حرارة 7°C ورطوبة 60%.

2.4. التعداد الميكروبي لبكتريا *Lactobacillus bulgaricus* (log CFU/mL) عند تخزين العبوات على حرارة 5°C و7°C:

نلاحظ من الشكل رقم /3/ والشكل رقم /4/ أن تعداد بكتريا *Lactobacillus bulgaricus* عند حرارة 5°C ارتفع في جميع العبوات من بداية التخزين حتى وصل إلى أعلى قيمة عند اليوم الـ 14، حيث وصل إلى log 9.9 CFU/mL و8.95 log CFU/mL و8.87 log CFU/mL في عبوات الزجاج والبوليستيرين والبولي بروبلين على التوالي، ثم تناقص التعداد عند نهاية فترة التخزين، بينما عند حرارة 7°C ارتفع التعداد من بداية التخزين حتى اليوم السابع، ثم بدأ بالتناقص. ويرجع ذلك إلى نمو الخمائر بأعداد وصلت حتى 10^4 CFU/mL في دراستنا وهذا يتوافق مع Gul (2015).

كما كان معدل نمو بكتريا *Lactobacillus bulgaricus* عند درجتي الحرارة أعلى في العبوات الزجاجية ثم في عبوات البوليسترين وأخيراً في عبوات البولي بروبلين، وذلك أيضاً يعزى إلى أن عبوات البولي بروبلين تمتلك مساحة تلامس أكبر مع الهواء مقارنة بأنواع العبوات الأخرى.

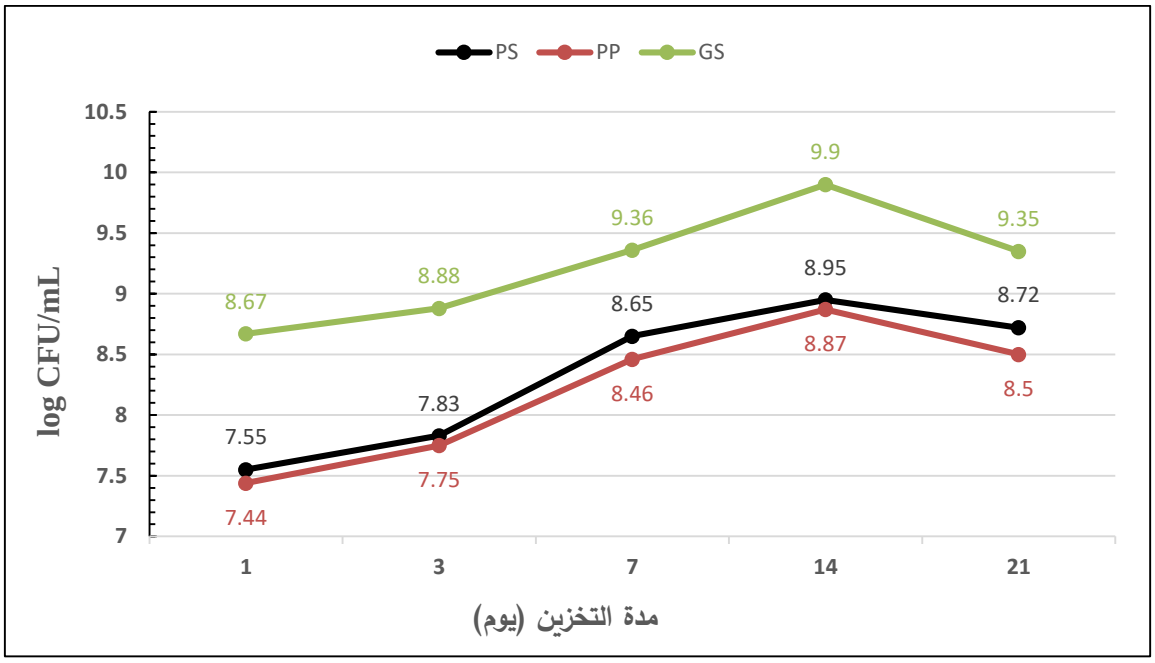
وكذلك كان معدل نمو بكتريا *Lactobacillus bulgaricus* عند تخزين عبوات اليوغورت على حرارة 7°C أعلى بالمقارنة مع العبوات التي تم تخزينها عند 5°C وهذا يتوافق مع Memiši (2014) الذي استنتج ارتفاع تعداد البكتريا وانخفاض رقم الـ pH بارتفاع درجة الحرارة.

وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي (عند مستوى معنوية 5%) أن لنوع العبوة ومدة التخزين ودرجة الحرارة، وكذلك التأثير المتبادل بين هذه العوامل تأثيراً معنوياً في تعداد بكتريا *Lactobacillus bulgaricus* حيث أنّ قيمة p-value كانت أقل من 5%.

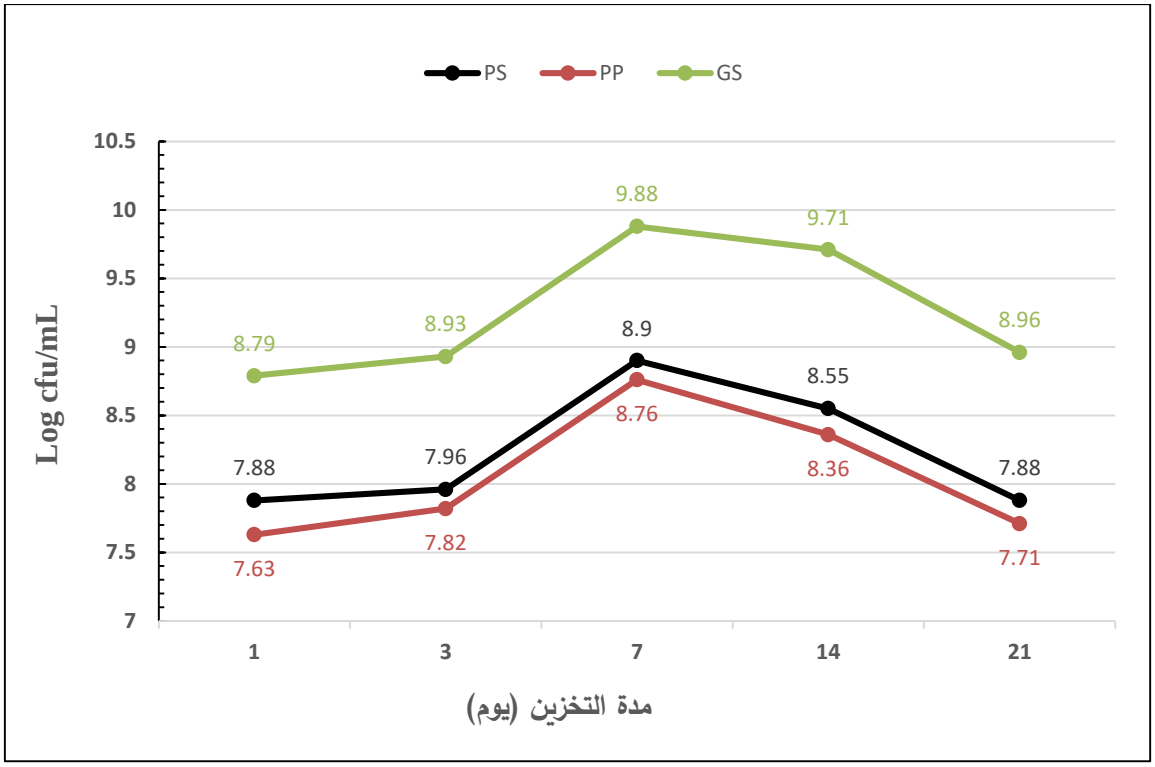
وتفوقت عبوة الـ GS معنوياً على باقي العبوات، كما تفوقت مدة التخزين لسبعة أيام على باقي المدد الزمنية للتخزين.

وبالمقارنة بين معدل نمو بكتريا *Lactobacillus bulgaricus* و *Streptococcus thermophilus*، نلاحظ أنه بعد يوم واحد وحتى اليوم الثالث من تخزين العبوات سواء عند حرارة 5°C أو عند حرارة 7°C كان تعداد بكتريا *Streptococcus thermophiles* أعلى من تعداد بكتريا *Lactobacillus bulgaricus* وهذا يتوافق مع نتائج Mani-López (2014)، ولكن عند اليوم السابع بدأت أعداد بكتريا *Streptococcus thermophilus* بالتناقص وأصبح تعداد بكتريا *Lactobacillus bulgaricus* أعلى واستمر ذلك حتى نهاية فترة التخزين وهذا يتوافق مع نتائج Hamann (1984).

منذ اليوم الأول لتخزين عبوات اليوغورت وحتى نهاية فترة التخزين عند اليوم الـ 21، لم تقل أعداد كل نوع مفرد من البكتريا التابعة لجنس *Streptococcus thermophilus* وجنس *Lactobacillus bulgaricus* عن الـ 10^6 CFU/mL، ولم يقلّ تعداد الجنسين مجتمعين عن الـ 10^7 CFU/mL، وقد توافقت نتائجنا هذه مع الشروط المطلوبة لتعريف اليوغورت والتي تقول بأنه يجب ألا تقل أعداد كل نوع من بكتريا حمض اللبن المحبة للحرارة عن الـ 10^6 CFU/mL ويجب أن تتواجد مع بعضها البعض بتعداد كلي لا يقل عن الـ 10^7 CFU/mL في المنتج النهائي طوال فترة الصلاحية المحددة (Tirloni *et al*., 2015).



الشكل رقم /3/: تغير تعداد بكتريا *Lactobacillus bulgaricus* في اليوغورت المخزن في عبوات مختلفة (البوليسترين، البولي بروبلين، الزجاج) خلال 21 يوم عند حرارة 5°C ورطوبة 62%.



الشكل رقم /4/ تغير تعداد بكتريا *Lactobacillus bulgaricus* في اليوغورت المخزن في عبوات مختلفة (البوليسترين، البولي بروبلين، الزجاج) خلال 21 يوم عند حرارة 7°C ورطوبة نسبية 60%.

3.4. تعداد الفطريات والخمائر (Log cfu/mL) في اليوغورت عند تخزينه على حرارة 5°C و7°C في أنواع عبوات مختلفة:

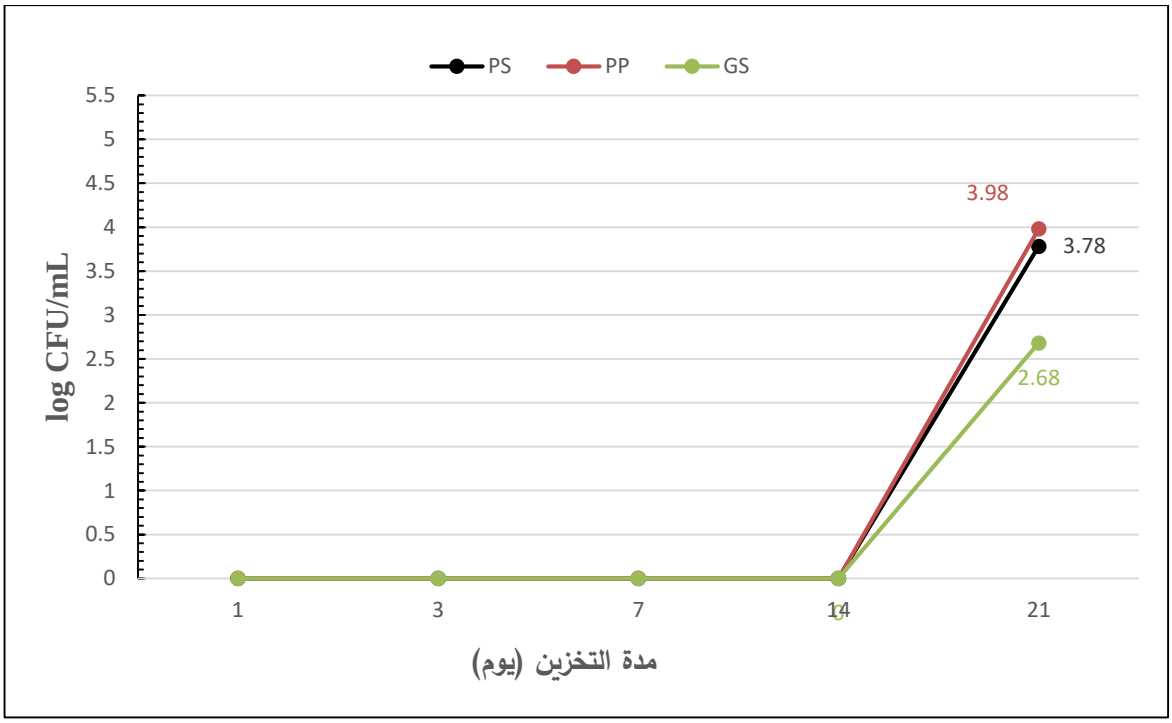
نلاحظ من الشكل رقم /5/ والشكل رقم /6/ أن الخمائر بدأت بالظهور عند اليوم الـ 21 واليوم 14 من تخزين عبوات اليوغورت عند حرارة 5°C و 7°C على التوالي، وأن أعلى تعداد للخمائر كان بعبوات البولي بروبلين، والأقل بالعبوات الزجاجية.

وصل تعداد الخمائر لـ 10^4 CFU/mL، وتعتبر الخمائر المسبب الرئيسي لفساد اليوغورت من خلال إنتاج أنزيمات محللة للدهن والبروتين (Mataragas *et al.*, 2011; Tirloni *et al.*, 2015)، ويبدأ التلف بالوضوح عندما يصل تعداد الخمائر لـ $10^5 - 10^6$ CFU/g (Fleet, 1990; Tirloni *et al.*, 2015).

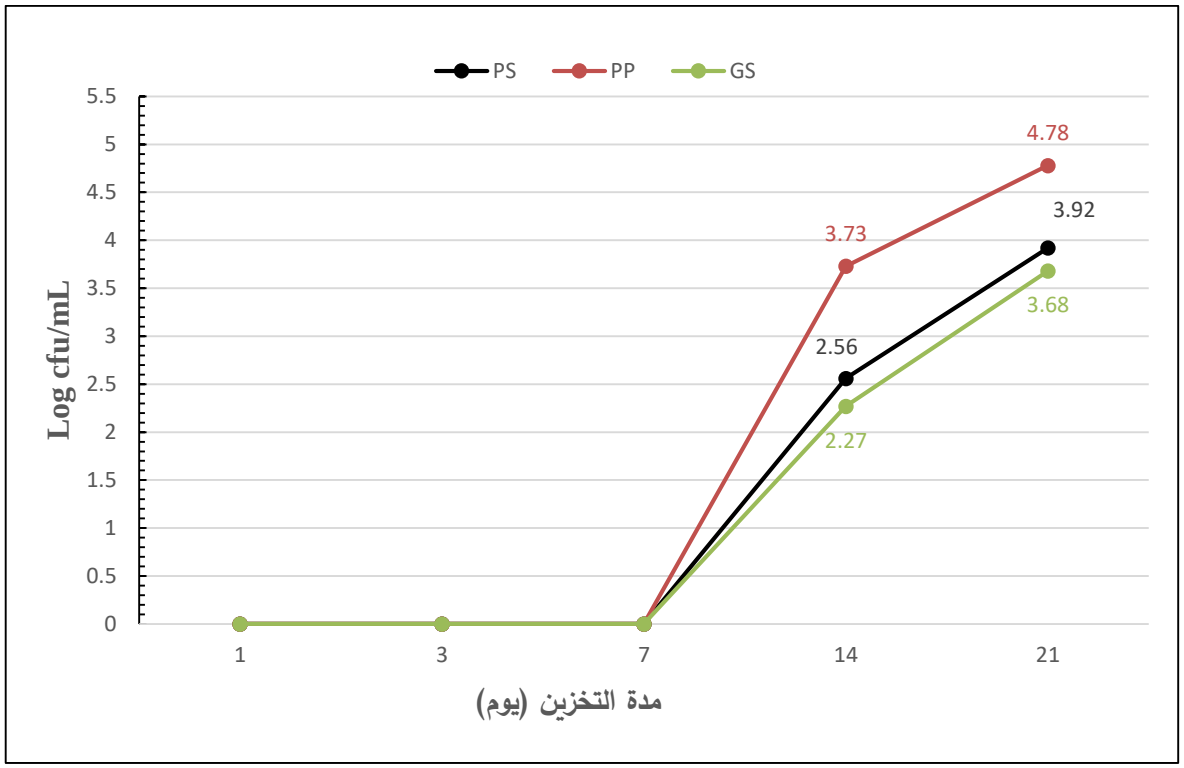
من الشكل رقم /7/ والشكل رقم /8/ نلاحظ أن أنواع الخميرة التي ظهرت عند تخزين عبوات اليوغورت على حرارة 7°C تختلف عن الأنوع الذي ظهرت عند تخزينها على حرارة 5°C ويتضح ذلك من شكل المستعمرات على الطبق.

وتشير الدراسات المرجعية إلى أن الأنواع التالية من الخمائر هي المرتبطة بفساد اليوغورت (Fleet and Mian, 1987; Viljoen, 2001; Tirloni *et al.*, 2015):

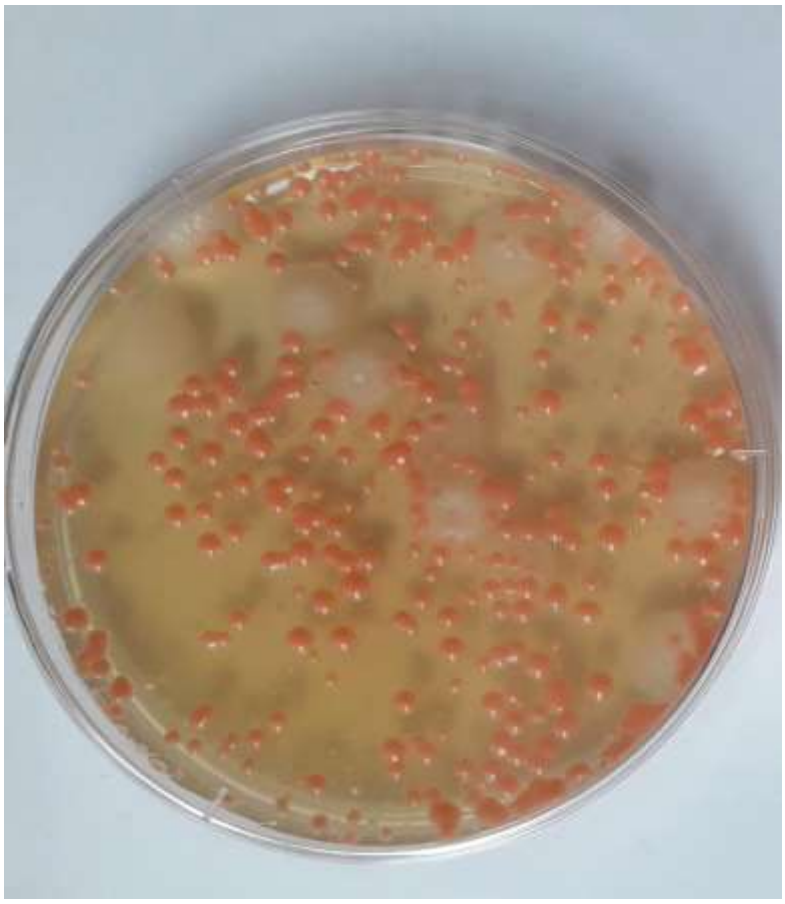
Saccharomyces cerevisiae, Candida diffluens, Candida famata, Debaryomyces hansenii,Kluyveromyces marxianus, Yarrowia lipolytica, Rhodotorula mucilaginosa, Rhodotorula rubra, Rhodotorula glutinis,



الشكل رقم /6/: تغير تعداد الفطريات والخمائر في اليوغورت المخزن في عبوات مختلفة (البوليسترين، البولي بروبلين، الزجاج) خلال 21 يوم عند حرارة 5°C ورطوبة نسبية 62 %.



الشكل رقم /6/: تغير تعداد الفطريات والخمائر في اليوغورت المخزن في عبوات مختلفة (البوليسترين، البولي بروبلين، الزجاج) خلال 21 يوم على حرارة 7°C ورطوبة نسبية 60 %.



الشكل رقم /7/: مستعمرات الخميرة عند تخزين عبوات اليوغورت عند حرارة 7°C.

الشكل رقم /8/: مستعمرات الخميرة عند تخزين عبوات اليوغورت عند حرارة 5°C.

5. الاستنتاجات:

- كان لنوع العبوة ومدة التخزين ودرجة الحرارة، وكذلك التأثير المتبادل بين هذه العوامل تأثيراً معنوياً في تعداد بكتريا *Streptococcus thermophilus* و *Lactobacillus bulgaricus*، وتفوقت عبوة الـ GS معنوياً على باقي العبوات.
- بالنسبة لبكتريا *Streptococcus thermophilus* تفوقت مدة التخزين لثلاث أيام على باقي المدد الزمنية للتخزين، بينما بالنسبة لبكتريا *Lactobacillus bulgaricus* تفوقت مدة التخزين لسبعة أيام على باقي المدد الزمنية للتخزين.
- كان معدل نمو بكتريا *Streptococcus thermophilus* و*Lactobacillus bulgaricus* أعلى عند تخزين عبوات اليوغورت على حرارة 7°C منه على حرارة 5°C.
- أعلى تعداد للخمائر كان بعبوات البولي بروبلين، والأقل بالعبوات الزجاجية.
- إن أنواع الخميرة التي ظهرت عند التخزين على حرارة 7°C تختلف عن الأنواع التي ظهرت عند التخزين على حرارة 5°C.
- لم يلاحظ نمو بكتريا *Pseudomonas* في أي نوع من العبوات المستخدمة لتعبئة اليوغورت خلال 21 يوم من تخزينها على حرارة 5°C و 7°C.

6. المراجع:

Corrieu, G. and Beal, C., 2016. *Yogurt: The Product and its Manufacture. The Encyclopedia of Food and Health, 5, 617-624. DOI: 10.1016*. B978-0-12-384947-2.00766-2.

Dharaiya, C.N., Rani, R., Singh, B. and Unnikrishnan, V., 2012. FACTORS AFFECTING SYNERESIS IN YOGHURT: A REVIEW. *ResearchGate*.

Dimitrova, K., 2018. Study of some technological properties of commercial strains Lactobacillus bulgaricus. *Applied Science Reports*, *21*, pp.43-49.

Fleet, G.H., 1990. A review: yeasts in dairy products. *J. Appl. Bacteriol*, *68*(3).

Fleet, G.H. and Mian, M.A., 1987. The occurrence and growth of yeasts in dairy products. *International Journal of Food Microbiology*, *4*(2), pp.145-155.

Guevarra, R.B. and Barraquio, V.L., 2015. Viable counts of lactic acid bacteria in philippine commercial yogurts. *Int J Dairy Sci Process*, *2*(5), pp.24-28.

Gul, O., Mortas, M., Atalar, I., Dervisoglu, M. and Kahyaoglu, T., 2015. Manufacture and characterization of kefir made from cow and buffalo milk, using kefir grain and starter culture. *Journal of dairy science*, *98*(3), pp.1517-1525.

Hamann, W.T. and Marth, E.H., 1984. Survival of Streptococcus thermophilus and Lactobacillus bulgaricus in commercial and experimental yogurts. *Journal of Food protection*, *47*(10), pp.781-786.

Hill, D., Ross, R.P., Arendt, E. and Stanton, C., 2017. Microbiology of yogurt and bio-yogurts containing probiotics and prebiotics. In *Yogurt in health and disease prevention* (pp. 69-85). Academic Press.

Karaman, A.D., Özer, B., Pascall, M.A. and Alvarez, V., 2015. Recent advances in dairy packaging. *Food Reviews International*, *31*(4), pp.295-318.

Kudelka, W., 2010. Impact of pasteurisation and type of packaging on probiotic bacteria in bio-yoghurts of goats' milk during storage. *Medycyna Weterynaryjna*, *66*(02), pp.109-112.

Mani-López, E., Palou, E. and López-Malo, A., 2014. Probiotic viability and storage stability of yogurts and fermented milks prepared with several mixtures of lactic acid bacteria. *Journal of Dairy Science*, *97*(5), pp.2578-2590.

Mataragas, M., Dimitriou, V., Skandamis, P.N. and Drosinos, E.H., 2011. Quantifying the spoilage and shelf-life of yoghurt with fruits. *Food Microbiology*, *28*(3), pp.611-616.

Memiši, N.R., Vesković-Moračanin, S.M., Škrinjar, M.M., Iličić, M.D. and Ač, M.Đ., 2014. Storage temperature: a factor of shelf life of dairy products. *Acta Periodica Technologica*, (45), pp.55-66.

Radke-Mitchell, L.C. and Sandine, W.E., 1986. Influence of temperature on associative growth of Streptococcus thermophilus and Lactobacillus bulgaricus. *Journal of dairy science*, *69*(10), pp.2558-2568.

Routray, W. and Mishra, H.N., 2011. Scientific and technical aspects of yogurt aroma and taste: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *10*(4), pp.208-220.

Saint-Eve, A., Lévy, C., Le Moigne, M., Ducruet, V. and Souchon, I., 2008. Quality changes in yogurt during storage in different packaging materials. *Food chemistry*, *110*(2), pp.285-293.

Ščetar, M., Barukčić, I., Kurek, M., Jakopović, K.L., Božanić, R. and Galić, K., 2019. Packaging perspective of milk and dairy products. *Mljekarstvo/Dairy*, *69*(1).

Tamime, A.Y. and Deeth, H.C., 1980. Yogurt: technology and biochemistry. *Journal of food protection*, *43*(12), pp.939-977.

Tirloni, E., Bernardi, C., Colombo, F. and Stella, S., 2015. Microbiological shelf life at different temperatures and fate of Listeria monocytogenes and Escherichia coli inoculated in unflavored and strawberry yogurts. *Journal of dairy science*, *98*(7), pp.4318-4327.

Vargas, M., Cháfer, M., Albors, A., Chiralt, A. and González-Martínez, C., 2008. Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cows' and goats' milk. *International Dairy Journal*, *18*(12), pp.1146-1152.

Viljoen, B.C., 2001. The interaction between yeasts and bacteria in dairy environments. *International Journal of Food Microbiology*, *69*(1-2), pp.37-44.

Weerathilake, W.A.D.V., Rasika, D.M.D., Ruwanmali, J.K.U. and Munasinghe, M.A.D.D., 2014. The evolution, processing, varieties and health benefits of yogurt. *International Journal of Scientific and Research Publications*, *4*(4), pp.1-10.

Studying the alteration in the load of *Streptococcus thermophilus and Lactobacillus bulgaricus* in Yogurt packaged with different types of packages and stored at 5 ° C and 7 ° C

Dr. Ali Sultaneh[1]

Dr. Sheiam Sulaeman[2]

Eng. Ammar Slman[3]

Abstract

We have studied the effect of packaging methods using three different types of packaging (polystyrene, polypropylene and glass) on the change of the microbial load of lactic acid bacteria in the yogurt when storing yogurt for 21 days at two different temperatures (5° C and 7° C). The results showed that the type of package, the temperature and the storage duration, as well as the mutual effect of these factors, had a significant effect on the counts of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*. The glass containers significantly exceeded the rest of the containers for *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*, but the storage period of three days exceeded the remaining periods of storage for *Streptococcus*, while the storage period of seven days exceeded the remaining periods of storage for *Lactobacillus*. Yeasts also appeared in the 21st day of storing the packages at 5 ° C, while they appeared on the 14th day of storing the containers at 7° C.

Key Words: Yogurt, lactic acid bacteria, storage

[1] Assistant Professor, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia.

[2] Assistant Professor, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia.

[3] Master Student, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia.