

الخصائص الميكروبية لحليب الأبقار المعامل بالأوزون والحرارة بهدف التعقيم

أيهم العلي⁽¹⁾ وحنان قربي⁽¹⁾ ومعن المخلف⁽²⁾ ولما عساف⁽¹⁾

(1). قسم علوم الأغذية، جامعة حلب، حلب، سورية

(2). أكاديمية الأسد للهندسة العسكرية، حلب، سورية.

(*) للمراسلة: أيهم العلي ، ayham.moh.alali@gmail.com، هاتف: 0943541790 .

تاريخ القبول: 2025/01/26

تاريخ الاستلام: 2024/09/30

الملخص

أجري البحث في مخبر الميكروبيولوجيا في قسم علوم الأغذية في كلية الهندسة الزراعية بجامعة حلب. ونفذ في الفترة الممتدة من شهر شباط إلى شهر آب لعام 2024. هدف البحث إلى دراسة الخصائص الميكروبية لحليب الأبقار المعامل بالأوزون والحرارة بهدف التعقيم، وتقييم تأثير كل من الأوزون والحرارة في بعض خصائص الجودة والعمر الافتراضي للحليب أثناء التخزين المبرد لفترات زمنية مختلفة. بينت النتائج الأثر الفعال للمعاملة بالأوزون والمعاملة بالحرارة في خفض الحمولة الميكروبية للحليب بعد المعاملة مباشرة وحتى بعد شهر من التخزين المبرد، وتحسين خصائص جودة الحليب، والقضاء على جراثيم السالمونيلا بشكل تام. وتفوقت المعاملة بالأوزون في القضاء على الخمائر والفطريات وفي الحفاظ على درجة pH الحليب أثناء فترات التخزين المبرد المختلفة على المعاملة بالتعقيم.

الكلمات المفتاحية: غاز الأوزون، التعقيم، الحليب، الحمولة الجرثومية.

المقدمة:

يعدّ الحليب غذاءً ذو قيمة غذائية عالية للإنسان والحيوان على حد سواء، وذلك لاحتوائه على أهم العناصر الضرورية للنمو، إلا أنه وفي نفس الوقت يعد وسطاً جيداً لنمو الأحياء الدقيقة (Moroni et. al., 2005). يحتوي الحليب على جميع العناصر الضرورية القابلة للهضم والبناء للحفاظ على جسم الإنسان والحيوان، ويشكل الماء حوالي 87% من تركيب الحليب، في حين تشكل البروتينات والكربوهيدرات والدهون والمعادن والفيتامينات حوالي 13% من تركيبه Grosch (Werner, 2008).

يمكن تعريف الحليب المعامل حرارياً بأنه حليب (متجانس) تم تسخينه لدرجة حرارة 100 درجة مئوية أو أعلى لفترات زمنية مختلفة، بحيث يظل صالحاً للاستهلاك البشري لمدة 7 أيام على الأقل في درجة حرارة الغرفة (De, 2001). ونتيجة للتطور العلمي المتسارع تم ادخال تقنية التعقيم بالأوزون لأنه يمتلك قدرة القضاء على الأحياء الدقيقة (Varga, 2016) and Szigeti, وتمت الموافقة على استخدامه في الغذاء من قبل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA). تمت معاملة العديد من الأغذية به بهدف خفض حمولتها الميكروبية (Adachi, 2001) ويعدّ الأوزون ثاني أقوى عامل مؤكسد بعد الفلور ولا يترك أي بقايا كيميائية ضارة خلفه (Guzel-Seydim et. al., 2004).

اكتشف الأوزون العالم Sch € onbein عام 1839 واستخدم لأول مرة تجارياً لمعاملة مياه الشرب في فرنسا منذ أكثر من قرن (Rubin, 2001)، والأوزون (O₃) هو أوكسجين ثلاثي الذرات يتكون من أوكسجين الجذور الحرة المضافة إلى الأوكسجين الجزيئي (O'Donnell *et. al.*, 2013)، ويتمتع الأوزون بالعديد من المزايا التي تجعل منه تقنية يجب أخذها بعين الاعتبار في الصناعات الغذائية، لأنه معقم قوي ويتحلل بسرعة إلى أوكسجين دون ترك أي آثار (Khadre *et. al.*, 2001).

أكدت دراسة أجريت في البرازيل إمكانية استخدام الأوزون كمضاد للميكروبات في صناعة الألبان بهدف تحسين الخصائص الميكروبية، وأنه تقنية واحدة وفعالة وتزداد فاعليتها أكثر بزيادة زمن المعاملة (Afonso *et. al.*, 2021). وفي دراسة حول تأثير معاملة الحليب بالأوزون على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبية للحليب، أوضحت النتائج أن استخدام تراكيز مختلفة من الأوزون في معاملة الحليب أدى إلى تخفيف الحمولة الميكروبية بشكل كبير، بالإضافة إلى التكلفة الاقتصادية المنخفضة للمعاملة (Sert and Mercan, 2021).

أظهرت نتائج دراسة أجريت بهدف تقييم استخدام الأوزون في معاملة الحليب الخام لزيادة فترة حفظه بالتبريد أن مدة حفظ النماذج المعاملة بالأوزون كانت أطول من نموذج الشاهد، والتأثير الواضح للمعاملة بالأوزون في الحد من نمو الأحياء الدقيقة، وزيادة هذا التأثير مع زيادة فترة المعاملة ولغاية 30 دقيقة، ولوحظ انخفاض في رقم الحموضة مع زيادة مدة الحفظ بالتبريد (Azhar *et. al.*, 2019).

كما تمت دراسة تأثير استخدام الأوزون على بعض الخصائص الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية لعينات من الحليب الخام وحليب ملقح بجراثيم ممرضة بالمقارنة مع حليب معاملة بالمعاملة الحرارية التقليدية، واستنتج البحث عدم حدوث أي تغيرات معنوية في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحليب المعالج بالأوزون حتى 30 دقيقة، وأن معاملة الحليب الخام أو الحليب الملحق بالجراثيم الممرضة بالأوزون بمعدل 400 mg/L لمدة 21 دقيقة قد حسن معنوياً من الجودة الميكروبية وأدى لخفض التعداد الكلي للأحياء الدقيقة، وزاد من العمر الافتراضي للحليب (Farida *et. al.*, 2019).

أهداف البحث ومبرراته:

إن التكلفة العالية للمعاملات الحرارية والتي تعتبر الإجراء الشائع المطبق للتحكم في الحمولة الميكروبية في الحليب، بالإضافة إلى تسببها في العديد من التغيرات الحسية والخسائر التغذوية في المنتج النهائي لا سيما إذا كان الحليب رديء الجودة دفع الباحثين لإيجاد طرق بديلة تعمل على تثبيط الأحياء الدقيقة دون التأثير في سلامة الحليب وجودته. ووجد أن المعاملة بالأوزون تفي بمعايير صناعة الأغذية الحديثة، وتحقق شروط ومتطلبات منظمات سلامة الأغذية المختلفة، بالإضافة إلى قبول المستهلك لها. لذا تم التوجه للمعاملة بالأوزون لأنه مصدر آمن وصديق للبيئة وذو تكلفة منخفضة، بالإضافة إلى أنه لا يترك أي أثر خلفه كونه سريع التحلل عند ملاسته للسطوح. لذا كان الهدف من هذا البحث:

- المقارنة بين تأثير المعاملة بالأوزون والحرارة على الحمولة الميكروبية.
- المقارنة بين تأثير المعاملة بالأوزون والحرارة على بعض خصائص الجودة
- دراسة تأثير المعاملة بالأوزون والحرارة على العمر الافتراضي للحليب الخام بعد عدة فترات من التخزين المبرد.

مواد البحث وطرائقه:

أ- مواد البحث:

- عينات من حليب أبقار الهولشتاين فريزيان بعمر سنة ونصف سليمة وغير مصابة بأمراض من أرياف محافظة حلب (السفيرة، تل عرن)، تم تعبئتها في عبوات زجاجية معقمة ونقلت بحافظات مبردة إلى المختبر.
- الأوساط الزرعية المستخدمة:
 - NA (Nutrient Agar) وسط لتقدير التعداد الكلي للجراثيم (Sigma-Aldrich).
 - PDA (Potato Dextrose Agar) وسط لتقدير تعداد الخمائر والفطريات (Merck).
 - SSA (Salmonella Shigella Agar) وسط للكشف عن جراثيم السالمونيلا (Merck).
 - WPB (Water Peptone Buffer) وسط غير انتقائي لتنشيط الجراثيم.
 - SC (Selenit Broth) وسط انتقائي لتنشيط جراثيم السالمونيلا.

ب- طرائق البحث:

تم اعتماد مصدرين للحصول على الحليب، وقسمت كمية الحليب لكل مصدر إلى قسمين، القسم الأول تمت معاملته بالأوزنة باستخدام أجهزة الأوزون المبينة في الأشكال (1، 2) حيث تم ضخ الأوزون بتركيز 0.5 غ/ساعة ولمدة 35 دقيقة. أما القسم الثاني فتم معاملته بالتعقيم (التندلة) عند درجة حرارة 100م لمدة 15 دقيقة ثم حصّنت العينات عند درجة حرارة 37م لمدة 24 ساعة، وأثناء فترة التحضين تنمو الأبواغ وتتحول إلى خلايا خضرية، وطبقت نفس المعاملة الحرارية في اليوم الثاني وبذلك تم القضاء على الخلايا الخضرية الجديدة النامية من الأبواغ وفي اليوم الثالث طبقت المعاملة الحرارية من جديد فتم القضاء على الخلايا الخضرية المتبقية وأصبحت العينات معقمة بالكامل. ثم حفظت عينات الحليب بعد كلا المعاملتين بالتبريد حتى إجراء الاختبارات عليها.



الشكل(1): جهاز توليد الأوزون بتركيز 200 ملغ/سا انتاج شركة G.G.S طراز L-06A



الشكل(2): جهاز توليد الأوزون بتركيز 300 ملغ/ساعة انتاج شركة G.G.S طراز L900

تم قياس درجة الـ pH بعد المعاملة مباشرة وبعد التخزين بدرجة حرارة التبريد 4 م° لمدة أسبوع وشهر وشهرين وثلاثة أشهر وستة أشهر ومقارنة النتائج مع الشاهد لكل مصدر (AOAC, 2000).

-حضرت الأوساط الزرعية وعقمت بالأوتوكلاف عند درجة حرارة 121 م° مدة 15 دقيقة، واستخدم ماء الببتون Peptone water لإجراء التخفيفات العشرية للمزارع البكتيرية. أجريت الاختبارات الميكروبية على كل من الحليب الخام والحليب المعامل بالأوزون والمعامل بالحرارة خلال فترات التخزين لتقييم الجودة الميكروبية للحليب بتقدير التعداد الكلي للجراثيم باستخدام وسط الآغار المغذي Nutrient Agar والتحصين عند 31 م° مدة 48 ساعة، وتم الكشف عن وجود جراثيم السالمونيلا بنقل 25 مل من كل من عينة الحليب الخام والحليب المعامل بالأوزون والحليب المعامل بالحرارة إلى 325 مل من وسط (Selenit Broth) وحضنت عند درجة حرارة 37 م° لمدة 24 ساعة بهدف التنشيط، ثم نقل 1 مل من الوسط السائل إلى أطباق بتري حاوية بيئة (SSA) وحضنت عند درجة حرارة 37 م° ولمدة 48 ساعة، وإن نمو مستعمرات سوداء يدل على وجود جراثيم *Salmonella spp.* (Anderson, 1992). وقد رت أعداد الخمائر والفطريات باستخدام وسط (PDA) بعد تحضين الأطباق عند درجة حرارة 27 م° لمدة 5 أيام بعد المستعمرات النامية (AOAC, 2000).

-أجري البحث بأخذ المتوسط لثلاث مكررات من كل معاملة وحللت النتائج باستخدام برنامج SPSS عند معنوية 5%.

النتائج والمناقشة:

1-نتائج التعداد الكلي للأحياء المجهرية لعينات الحليب المعاملة بالأوزون والحرارة بعد فترات مختلفة من التخزين المبرد:

لوحظ من الجدول رقم (1) وجود فروق معنوية بين الشاهدين وبين مصدري الحليب المعامل بالأوزون والحرارة، ووجد أن المعاملة بالحرارة أفضل من ناحية خفض التعداد العام للجراثيم بعد المعاملة مباشرة، ولوحظ أيضاً ازدياد التعداد الكلي للجراثيم في كل من عينات الحليب المعامل بالأوزون والحرارة مع مرور فترة الحفظ نتيجة لنمو الجراثيم المحبة للبرودة، ويعزى ذلك إلى تدهور صفات الحليب وخاصة الحموضة وبالتالي يصبح وسط ملائم لنمو معظم الأحياء الدقيقة. وهذا يتوافق مع (Farida et al., 2019) التي أكدت على أن معاملة الحليب بالأوزون يحسن معنوياً من الجودة الميكروبية للحليب المعامل، ويتوافق مع (Cavalcante et al., 2013) الذي أكد على أن المعاملة الحرارية لأكثر من 5 دقائق تؤدي إلى تحسين الجودة الميكروبية وتخفض أعداد الأحياء الدقيقة في الحليب المعامل.

الجدول (1): التعداد الكلي للأحياء المجهرية لعينات الحليب المعاملة بالأوزون والحرارة بعد فترات مختلفة من التخزين المبرد

متوسط المعاملات	180 يوم	90 يوم	60 يوم	30 يوم	7 يوم	0 يوم	فترات التخزين المعاملة
70 ± 0.72 e	70 ± 0.82 t	70 ± 0.82 t	70 ± 0.82 t	70 ± 0.82 t	70 ± 0.82 t	70 ± 0.82 t	الشاهد 1
75 ± 0.72 f	75 ± 0.82 u	75 ± 0.82 u	75 ± 0.82 u	75 ± 0.82 u	75 ± 0.82 u	75 ± 0.82 u	الشاهد 2
24.67 ± 20.58 a	60 ± 0.82 q	40 ± 0.82 l	25 ± 0.82 i	15 ± 0.82 f	5 ± 0.82 b	3 ± 0 a	التعقيم مصدر 1
28.33 ± 22.13 b	65 ± 0.82 s	46 ± 0.82 n	30 ± 0.82 j	18 ± 0.82 g	7 ± 0.82 c	4 ± 0 ab	التعقيم مصدر 2
29.63 ± 17.39 c	58 ± 0.82 p	44 ± 0.82 m	30.75 ± 5.19 j	20 ± 0.82 h	16 ± 0.82 f	9 ± 0.82 d	الأوزنة مصدر 1
33.67 ± 18.07 d	63 ± 0.82 r	48 ± 0.82 o	36 ± 0.82 k	25 ± 0.82 i	19 ± 0.82 gh	11 ± 0.82 e	الأوزنة مصدر 2
	65.17 ± 5.98 f	53.83 ± 13.81 e	44.46 ± 20.66 d	37.17 ± 25.75 c	32 ± 29.71 b	28.67 ± 31.82 a	متوسط الزمن
Time*Treatment			Treatment		Time		l.s.d. 5%
1.1288			0.4608		0.4608		

المتوسطات المشتركة بحرف واحد على الأقل بين متوسطات الزمن أو متوسطات المعاملات أو متوسطات الأثر المشترك ليس بينها فروق معنوية وفق اختبار LSD عند مستوى 5%.

2- نتائج تعداد جراثيم السالمونيلا لعينات الحليب المعاملة بالأوزون والحرارة بعد فترات مختلفة من التخزين المبرد:

نلاحظ من الجدول رقم (2) وجود جراثيم السالمونيلا في كلا الشاهدين ولم تتواجد في بقية المعاملات، مما يؤكد على أن المعاملة بالأوزون والحرارة لها القدرة على تثبيط نمو جراثيم السالمونيلا خلال فترات التخزين الطويلة، وكذلك لأن السالمونيلا جراثيم غير متبوعة وهذا يتوافق مع ما ذكره (Azhar et. al. (2019 الذي أكد أن المعاملة بالأوزون لمدة تفوق 5 دقائق بتركيز 0.5 غ/ساعة يؤدي إلى القضاء بشكل كامل على جراثيم السالمونيلا.

الجدول (2): التعداد الكلي لجراثيم السالمونيلا لعينات الحليب المعاملة بالأوزون والتعقيم بعد فترات مختلفة من التخزين المبرد

180 يوم	90 يوم	60 يوم	30 يوم	7 يوم	0 يوم	فترات التخزين المعاملة
3cfu\ml	3cfu\ml	3cfu\ml	3cfu\ml	3cfu\ml	3cfu\ml	الشاهد 1
4cfu\ml	4cfu\ml	4cfu\ml	4cfu\ml	4cfu\ml	4cfu\ml	الشاهد 2
Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	التعقيم مصدر 1
Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	التعقيم مصدر 2
Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	الأوزنة مصدر 1
Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	الأوزنة مصدر 2

Cfu\ml وحدة تشكيل مستعمرة في الملليتر من الحليب

3- نتائج التعداد الكلي للخمائر والفطور لعينات الحليب المعاملة بالأوزون والحرارة بعد فترات مختلفة من التخزين المبرد:

لوحظ من الجدول رقم (3) وجود فروق معنوية بين عينات الشاهد والعينات المعاملة بالأوزون والحرارة، ويبين وجود فروق معنوية بين عينات الحليب المعامل بالأوزون والحرارة بالنسبة للخمائر والفطور حيث أن المعاملة بالأوزون ولفترات حفظ طويلة لم تظهر أي نمو للخمائر والفطور، بينما ظهرت نموات الخمائر والفطور في العينات التي تمت معاملتها بالحرارة بعد شهر من الحفظ المبرد. وهذا يعود للأثر الفعال للأوزون في تثبيط نمو الخمائر والفطريات بشكل تام وهذا ما أكدته (Farida et al. (2019 و Almosawy et al. (2019 فكلهما أكد أن للأوزون تأثير في تثبيط نمو الفطريات والخمائر بشكل كامل خلال فترات التخزين المبردة وبشكل أكبر من الحرارة.

الجدول (3): التعداد الكلي للخمائر والفطور لعينات الحليب المعاملة بالأوزون والتعقيم بعد فترات مختلفة من التخزين المبرد.

فترات التخزين المعاملة	0 يوم	7 يوم	30 يوم	60 يوم	90 يوم	180 يوم
الشاهد 1	2*10 ¹ Cfu/ml	—	—	—	—	—
الشاهد 2	2*10 ¹ Cfu/ml	—	—	—	—	—
التعقيم مصدر 1	Non-detective	Non-detective	1 cfu/ml	2 cfu/ml	4 cfu/ml	5 cfu/ml
التعقيم مصدر 2	Non-detective	Non-detective	1 cfu/ml	2 cfu/ml	4 cfu/ml	5 cfu/ml
الأوزنة مصدر 1	Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective
الأوزنة مصدر 2	Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective	Non-detective

4- نتائج درجة pH لعينات الحليب المعاملة بالأوزون والتعقيم بعد فترات مختلفة من التخزين المبرد:

لوحظ من الجدول رقم (4) أن رقم pH في بداية المعاملات كان متشابه بين كل من عينات الحليب الخام والعينات المعاملة بالأوزون وبنسبة قريبة للعينات المعاملة بالحرارة، ومع التخزين كان الانخفاض في قيمة pH في العينات المعاملة بالحرارة أكبر من العينات المعاملة بالأوزون ويعود ذلك لقدرة الأوزون على تثبيط البكتيريا المخمرة لسكر اللاكتوز مما يؤدي إلى التقليل من إنتاج حمض اللاكتيك والذي ينعكس بدوره على قيمة الأس الهيدروجيني (Almosawy et al., 2019)، وحافظت العينات المعاملة بالأوزون على قيمة pH مع مرور فترات التخزين بدرجة أعلى من العينات المعاملة بالحرارة وهذا يتوافق مع Al-Saadi and Deeth. (2008) الذي أكد أن الأس الهيدروجيني للحليب المعامل بالحرارة ينخفض بشكل أكبر عما هو عليه في الحليب المعامل بالأوزون ويعود ذلك لقدرة الأوزون على الحفاظ على قيمة الأس الهيدروجيني ثابتاً.

الجدول (4): درجة pH لعينات الحليب المعاملة بالأوزون والتعقيم بعد فترات مختلفة من التخزين المبرد

فترات التخزين المعاملة	0 يوم	7 يوم	30 يوم	60 يوم	90 يوم	180 يوم
الشاهد 1	6.7	—	—	—	—	—
الشاهد 2	6.7	—	—	—	—	—
التعقيم مصدر 1	6.8	6.2	5.7	5.2	4.9	4
التعقيم مصدر 2	6.8	6.2	5.7	5.2	4.9	4
الأوزنة مصدر 1	6.7	6.1	5.8	5.5	5.2	4.2
الأوزنة مصدر 2	6.7	6.1	5.8	5.5	5.2	4.2

الاستنتاجات:

- المعاملة بالأوزون والمعاملة الحرارية فعالة في خفض التعداد المجهري للأحياء الدقيقة بعد المعاملة مباشرة وحتى بعد شهر من التخزين المبرد.
- كان لكل من المعاملة بالأوزون والمعاملة الحرارية الأثر ذاته في القضاء على جراثيم السالمونيلا بشكل تام أثناء فترات التخزين المبرد المختلفة.
- المعاملة بالأوزون أكثر فاعلية من المعاملة الحرارية في القضاء على الخمائر والفطريات أثناء فترات التخزين المبرد المختلفة.
- المعاملة بالأوزون أكثر فاعلية من المعاملة الحرارية في الحفاظ على درجة الـ pH أثناء فترات التخزين المبرد المختلفة.

التوصيات:

- دراسة تأثير المعاملة بالأوزون على مشتقات الحليب المصنعة.
- التوسع في دراسة تأثير الأوزون على مواد غذائية أخرى
- العمل على دراسة تأثير الأوزون كمادة حافظة في حفظ المنتجات الغذائية

الشكر:

الشكر الجزيل لرئاسة جامعة حلب على الجهد المبذول في تأمين مستلزمات البحث وتمويله كما يخص الباحثين بالشكر لكل مخبريين مخبر ميكروبيولوجيا الأغذية في كلية الزراعة بجامعة حلب والشكر الجزيل لرئيس القسم الدكتور سهى حبيب على تعاونها في العمل.

المراجع:

- Adachi D., 2001- Virus Inactivation by Ozone (Toronto: University of Toronto) Chapter 2 14–25.
- Afonso R., B., R. Moreira R., H. and Almeida P. L. R. de. 2021- Can ozone be used as antimicrobial in the dairy industry? A systematic review, Dairy Sci. 105 <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20900>.
- Al-Saadi J, Deeth HC (2008) Cross-linking of proteins and other changes in UHT milk during storage at different temperatures. Aust J Dairy Technol 63:93–99
- Anderson P., 1992- "Microbiologia Alimentaria" in "Metodologia analitica para alimentos" Y bebidas Ed. Diaz De Santos, S.A. Juan Bravo, A, 28006, Madrid (Espania).
- AOAC., 2000- Association of the Official Agriculture Chemists, Official Methods of Analysis, 16 The Ed, International, third Revision, Virginia.
- Azhar J. ALmosawy, Ebtisam F, and Shaymaa R. 2019- USE OF OZONE GAS TO LENGTHEN THE STORAGE PERIOD OF RAW MILK. 9 th International Conference for Sustainable Agricultural Development 4-6 March 2019 Fayoum J. Agric. Res, & Dev., Vol. 33 No. 1(B) March, 2019
- Cavalcante D A, Leite Júnior B R C, Tribst A A L and Cristianini. 2013- Improvement of the raw milk microbiological quality by ozone treatment Inter. Food Res. J. 20(4) 2017–21.
- Center for Food and Chemistry.
- Center for Food and Chemistry.
- De S., 2001- Special Milks. In: Outlines of Technology. Chapter 2. 1st Ed., Oxford University Press- New Delhi. pp 90-93.

- Farida I.; Younis1.; Fayed2 A.; El-Batawy2 O.; El-Sisi1 A., 2019- COMPARISON BETWEEN OZONATION AND THERMAL PROCESS IN RELATION TO COW'S MILK ATTRIBUTES WITH EMPHASIS ON PATHOGENS. 27(5), 2593-2600, 2019.
- Grosch Werner .,2008- milk and dairy products, Germany Research
- Guzel-Seydim Z.; Greene A .; Seydim A ., 2004- Use of ozone in the food industry. LWT - Food Science and Technology 37.453–460.
- Khadre M.A., Yousef A.E. and Kim J.G. ,2001- Microbiological aspects of ozone applications in food: A review. J. Food Sci., 66, 1242-1251.
- Moroni P.; Pisoni G.; Vimercati C.; Rinaldi M.; Castiglioni B.; Cremonesi P.; Boettcher P., 2005- Characterization of Staphylococcus aureus isolation from chronically infected dairy goats. J Dairy Sci.;88:3500 – 3509
- O'Donnell C.;Tiwari B .; Cullen P .; Rice R., 2013- Ozone in Food Processing (Oxford, UK: Wiley-Blackwell) pp i–xii.
- Rubin M ., 2001- The history of ozone: the Schœnbein period, 1839-1868. Bulletin for the History of Chemistry 26 40–56.
- Sert D. and Mercan E. 2021- Effects of ozone treatment to milk and whey concentrates on degradation of antibiotics and aflatoxin and pHysicochemical and microbiological characteristics, LWT 144 (2021) 111226.
- Varga L. and Szigeti J., 2016-“Use of Ozone in the Dairy Industry: A Review.” International Journal of Dairy Technology 69 (2): 157–68. doi:10.1111/1471-0307.12302.

Microbial properties of ozone and heat-treated cow's milk for sterilization

Ayham Al-Ali^{(1)*}, Hanan Qarbi⁽¹⁾ Maan Al-Mukhle⁽²⁾ Lama Asaf⁽¹⁾

(1) .Department of Food Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, University of Aleppo, Aleppo, Syria

(2). Al-Assad Academy for Military Engineering in Aleppo ,Aleppo ,Syria

(*Corresponding author: Ayham Alali , E-mail: ayham.moh.alali@gmail.com 0943541790)

Received:30/09/2024

Accepted: 26/01/2025

Abstract

The research was conducted in the Microbiology Laboratory in the Department of Food Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, University of Aleppo. It was implemented during the period from February to August 2024. The research aimed to study the microbial properties of ozone and heat-treated cow's milk for sterilization, and to evaluate the effect of both ozone and heat on some quality characteristics and shelf life of milk during refrigerated storage for different periods of time. The results showed the effective effect of ozone and heat treatment in reducing the microbial load of milk immediately after treatment and even after a month of refrigerated storage, improving the quality characteristics of milk, and completely eliminating Salmonella germs. Ozone treatment was superior in eliminating yeasts and fungi and maintaining the pH of milk during different refrigerated storage periods over sterilization treatment. Keywords: Ozone gas, sterilization, milk, microbial load.