تأثير المعاملة بحمض الخل في بعض صفات جودة صدر الدجاج الطازج خلال التخزين المبرد

رانيا حرستاني[1] و عبد الحكيم عزيزية[2] و هدى حبال[3]

الملخَّص

هَدَفَ البحث إلى دراسة إمكانية إطالة مدة تخزين لحم صدر الدجاج عن طريق معاملته بحمض الخل وتعبئته مفرغاً من الهواء. غطست عينات صدر الدجاج بمحلول حمض الخل (1% و2%) لمدة ثلاثين ثانية، وعبئت بطريقتين: من دون تفريغ وبتفريغ من الهواء. حفظت العينات عند درجة حرارة 4±1 مْ مدة 21 يوماً. درس تأثير المعاملات المختلفة خلال مدد التخزين 0 و7 و14 و21 يوماً في الحمولة الميكروبية، بما فيها التعداد الكلي للبكتيريا، وتعداد كل من بكتيريا الكوليفورم، والسالمونيلا، والبكتيريا اللاهوائية، وبكتيريا الـ*Pseudomonas*، والتعداد الكلي للخمائر والفطريات. كما عينت بعض المؤشرات الكيميائية مدة الصلاحية تضمنت تحديد قيم الـpH والآزوت اللابروتيني، فضلاً عن تقييم بعض الصفات الحسية للحم كاللون والرائحة والقوام. وقد بيّنت النتائج أن التراكيز المستخدمة من حمض الخل (1% و2%) أثرت تأثيراً فعالاً في إطالة مدة حفظ لحم الدجاج وبقائه طازجاً مع امتلاكه صفات حسية جيدة مدة تزيد على 14 يوماً مقارنة بالشاهد الذي لم تتجاوز مدة حفظه 7 أيام. وقد أظهرت العينة المعاملة بحمض الخل بتركيز 2% والمحفوظة بالتفريغ أفضل صفات جودة خلال مدة التخزين.

الكلمات المفتاحية: صدر الدجاج، الحفظ بالتفريغ، حمض الخل، تخزين مبرد.

[1]طالبة ماجستير، [2]أستاذ، [3] مدرس، قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، ص.ب30621، دمشق، سورية.

Effect of acetic acid on some quality properties of chicken breast during refrigeration

Harastani, R.[1] A. Azizieh,[2] and H. Habbal H.[3]

Abstract

This study was conducted at the laboratories of Food Science Department at the Faculty of Agriculture, Damascus University in order to study the possibility of prolonging the shelf life of chicken breast by vacuum packaging and treating with acetic acid. Chicken breasts were immersed into a solution having 1% or 2% of acetic acid concentration for 30 sec. and packaged with vacuumed and not vacuumed sacs. Samples were preserved at 4±1 ºC for 21 days and examined after 0, 7, 14 and 21 days of refrigeration for microbiological, chemical and sensory properties. Microbiological analyses included determination of total count of bacteria, coliforms, *Salmonella*, anaerobic bacteria, *Pseudomonas*, yeasts and molds. Chemical analyses included determination of pH value and non-protein nitrogen. Sensory properties were evaluated for color, smell and texture. Results revealed that samples immersed into a solution with 1% and 2% of acetic acid concentration had affectively improved quality and sensory properties of chicken breast for more than 14 days compared with control samples and the samples treated by 2% of acetic acid with vacuum packaging had the best quality results.

Keywords: Chicken breast, Vacuum packaging, Acetic acid, Refrigeration.

[1] Master student, [2] Professor, [3] Assistant professor, Food Sci. Dep. Fac. Agr. P.O.Box 30621, Damascus Univ., Syria.

مقدمة

يعدُّ لحم الدجاج من المنتجات الحيوانية المهمة ذات الاستهلاك الواسع في معظم بلدان العالم. ويشكل إنتاجه نحو 33% من إجمالي اللحوم المنتجة في العالم، فقد وصل إلى نحو 80 مليون طن عام 2009، وقدرت حصة الفرد عالمياً بنحو 12 كغ في السنة. وفي سورية بلغ إنتاج لحم الدجاج 180 ألف طن عام 2009 وكانت حصة الفرد بحدود 8 كغ في السنة. ويعود هذا الإقبال الكبير على استهلاك لحم الدجاج بسبب ارتفاع قيمته الغذائية المتمثلة باحتوائه على الأحماض الأمينية الأساسية التي تصل نسبتها إلى 92%، وامتلاكه لغالبية الفيتامينات ولاسيّما مجموعة فيتامين B، وعلى العناصر المعدنية الأساسية ولاسيّما عنصر الفوسفور. كما يتميّز لحم الدجاج برخص ثمنه وبسهولة تحضيره وبطعمه المستساغ (عزيزية، 1996؛ FAO، 2010). تعدُّ لحوم الدواجن من أكثر اللحوم عرضة للفساد، بسبب تعرض ذبائح الدواجن إلى درجات حرارة مرتفعة ومتغيّرة أثناء عمليات الذبح والسلق وإزالة الريش، ما يؤدي إلى تضاعف أعداد الأحياء الدقيقة على سطحها (عزيزية، 1996).

تتجلى مظاهر فساد لحم الدجاج بنمو الميكروبات وتراكم نواتج عملياتها الأيضية التي قد تظهر على شكل ألوان وروائح غير مرغوب فيها فضلاً عن تغيّر ملمس السطح. وهناك كثير من أنواع الأحياء الدقيقة القادرة على إفساد لحوم الدجاج مثل البكتيريا المحبة للحرارة المتوسطة والمحبة للبرودة مثل *Enterobacteriaceae*، و*Cliform*، و*Micrococcaceae*، و*Brochothrix thermosphacta* وبكتيريا حمض اللبن و*Pseudomonas* فضلاً عن الخمائر والفطريات (Del Rio، 2007).

تعدُّ أنواع البكتيريا التابعة لعائلة *Enterobacteriaceae* ولاسيّما أجناس *Enterobacter* و*Serratia* و*Hafnia* مفسدة للحوم عند تخزينها تحت التفريغ، إذ تنتج هذه البكتيريا اللاهوائية اختيارياً أحماضاً عضويةً وكبريتيد الهيدروجين. كما تتكاثر بكتيريا حمض اللبن على سطح لحوم الدواجن المعبأة تحت التفريغ منتجة بالتالي غازات وأحماض عضوية مترافقة مع روائح حمضية غير مرغوب فيها فضلاً عن جعل ملمس سطح لحم الدجاج لزجاً (Doyle، 2007).

أجريت العديد من البحوث لإيجاد طرائق لزيادة مدة الحفظ المبرد للحوم الدجاج. ومنها إضافة مواد حافظة كيميائية أو مستخلصات عشبية أو أحماض عضوية أو زيوت عطرية، فضلاً عن حفظ هذه اللحوم في جو معدل أو مفرغ من الهواء (Gulmez وزملاؤه، 2006).

وتبين أنّ فعالية الأحماض العضوية في إطالة مدة حفظ اللحوم له تأثير كبير في خفض حمولة الأحياء الدقيقة في لحم الدجاج، وذلك بسبب قدرتها على تخفيض قيمة

الـpH ومن ثمَّ جعل أغشية الخلايا البكتيرية غير مستقرة (Luck وJager، 1997)، وتعدُّ الأحماض العضوية من المواد المضافة الآمنة Smulders GRAS) وGreer، 1988). كما أن المحاليل المخففة منها (عند تراكيز من 1-3%) ليس لها تأثير سلبي في الخواص الحسية المرغوب فيها للحم عند استخدامها كمطهرات للذبيحة (Goncalves وزملاؤه، 2005؛ Smulders وGreer، 1998).

تبين أن معاملة سطوح الذبائح بحمض الخل قد خفضت تعداد بكتيريا *Escherichia coli* O157:H7 بمقدار يراوح من 0.1-4.67 log CFU/g وبكتيريا *Salmonella typhimurium* بمقدار يراوح من 0.73-2.8 log CFU/g (Stivarius وزملاؤه، 2002). كما تعدُّ معاملة الذبائح الملوثة بحمض الخل من أفضل الطرائق المتبعة في زيادة مدة حفظها، حيث وجد أنَّ مدة صلاحية لحم البقر المعامل بحمض الخل قد زادت 16 يوماً مقارنة باللحم غير المعامل به(Anderson وزملاؤه، 1987). كما وجد أن رش أسطح اللحوم بتركيز 1% من حمض الخل ثم تخزينها تحت التفريغ يعمل على تخفيض نمو البكتيريا الهوائية (Naidu، 2000). ومن الجدير بالذكر أن منظمة الأغذية والأدوية الأمريكية تسمح باستخدام الأحماض العضوية بنسبة تراوح بين 1.5 و2.5% كمحاليل مطهرة لذبائح الدواجن (Del Rio وزملاؤه، 2007).

هدف هذا البحث إلى دراسة مدى تأثير معاملة صدر الدجاج بحمض الخل بتركيز 1% و2% وتأثير الحفظ بالتفريغ في بعض مؤشرات الجودة خلال التخزين المبرد، ومن ثم التوصل إلى أفضل معاملة تساعد في إطالة مدة التخزين.

مواد البحث وطرائقه

عينات صدر الدجاج: اشتُري 4 كغ من صدر الدجاج بعد الذبح مباشرة. ونقل مبرداً في عبوات معقمة إلى المخبر، وقطعت عينات صدر الدجاج في وسط نظيف ومعقم إلى مكعبات بوزن 25 غ تقريباً، وغطس قسم من قطع الدجاج في محلول حمض الخل بتركيز 1%، والقسم الآخر في محلول حمض الخل بتركيز 2% مدة 30 ثانية، باستثناء عينة الشاهد التي بقيت من دون معاملة، وصفيت قطع الدجاج من الحمض لضمان إزالة ما تبقى منه، ووزعت العينات إلى قسمين: القسم الأول عُبّئ ضمن أكياس من البولي إيتلين تحت تفريغ مع ختمه حرارياً بواسطة جهاز Minipack-Torre نموذج MV45/A01 صنع إيطاليا. أما القسم الآخر من العينات فعُبئ من دون تفريغ مع إغلاقه يدوياً. ورُقّمت المعاملات وفق الجدول (1). خزنت العينات جميعها في البراد على درجة حرارة 4±1 مْ مدة 21 يوماً.، وأجريت التحاليل الميكروبية والكيميائية والحسية على العينات خلال مدد التخزين 0 و7 و14 و21 يوماً.

الاختبارات الميكروبيولوجية: أجري العد الكلي للبكتيريا باستخدام بيئة Plate Count Agar (PCA) باتباع طريقة (ISO 4833، 2003). وحُضّرت محاليل التخفيف لإجراء الفحوصات الميكروبية باستخدام بيئة Buffer Peptone water (BPW) للتخفيف الأول وبيئة Peptone water للتخافيف التالية تبعاً لطريقة (ISO 6887، 2003). وجرى التحري عن السالمونيلا تبعاً لطريقة (ISO 6579، 2002). وجرى التحري عن بكتيريا الكوليفورم باستخدام بيئة Violet Red Bile Agar (VRBA) (ISO 4831، 2006)، وعن البكتيريا اللاهوائية باستخدام بيئة Thioglycollate Agar (ISO 7937، 2004)، وعن بكتيريا الـ*Pseudomonas* باستخدام بيئة Cetrimide Agar (ISO 13720، 2010). كما أجري عدّ الخمائر والفطريات باستخدام بيئة Potato Dextrose Agar (PDA) (ISO 6611، 2004). والبيئات السابقة هي عبارة عن بيئات جاهزة مصدرها شركة MERK الألمانية.

الجدول (1) المعاملات المطبقة على صدر الدجاج

رقم المعاملة	طبيعة المعاملة
1	شاهد غير معامل بالحمض وغير مفرغ من الهواء
2	شاهد غير معامل بالحمض ومفرغ من الهواء
3	عينة معاملة بحمض خل تركيزه 1% وغير مفرغة من الهواء
4	عينة معاملة بحمض خل تركيزه 1% ومفرغة من الهواء
5	عينة معاملة بحمض خل تركيزه 2% وغير مفرغة من الهواء
6	عينة معاملة بحمض خل تركيزه 2% ومفرغة من الهواء

الاختبارات الكيميائية:

تعيين الآزوت غير البروتيني Non Protein Nitrogen (NPN): جُنّست عينة صدر الدجاج بواسطة خلاط (ماركة National، نموذج MK-C100N، صنع اليابان) وأخذ منها 35 غ، ثم مزجت جيداً مدة 30 ثانية مع 140 مل من محلول 5% ثلاثي كلور حمض الخل CCl_3COOH. وبعد ترشيحها أخذ من الرشاحة 20 مل إلى جهاز كلداهل لهضم المواد العضوية وتحويل الآزوت إلى كبريتات الأمونيوم بوجود حمض الكبريت المركز. وبعد إتمام الهضم أجرى التقطير بإضافة 10 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم 50%، وجمعت الأمونيا الناتجة في 10 مل من حمض البوريك 4%، ثم أُجريت المعايرة بـ 0.02 N من HCl باستخدام مشعر أحمر الميثيل وأخضر البروموكريزول. وحضر الشاهد باستخدام 20 مل من ثلاثي كلور حمض الخل بدلاً من العينة (Urlings وزملاؤه، 1993).

تعيين درجة الحموضة: حددت درجة الحموضة pH بحسب AOAC، 2000)، وذلك خلال مدد التخزين 0 و7 و14 و21 يوماً.

الاختبارات الحسية: قُيّمت الصفات الحسية التي تتضمن (اللون – والرائحة – والقوام) للعينات بواسطة لجنة مكونة من 7 أشخاص مدربين لإجراء الفحوص الحسية؛ وذلك باستخدام طريقة Hedonic Scale وقد أعطيت كل صفة من الصفات الحسية درجة من 1 إلى 5 (Lawless و Heymann و1999).

التحليل الإحصائي: تم إجراء التحليل الإحصائي اعتماداً على تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بواقع أربع معاملات أجري اختبارها خلال أربع مدد تخزين بثلاثة مكررات لكل اختبار. وأُجري تحليل التباين لكل اختبار باستخدام برنامج SPSS 15 وحسبت قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى P<5%.

النتائج والمناقشة

المحتوى الميكروبي لعينات صدر الدجاج خلال التخزين المبرد:

التعداد العام للأحياء الدقيقة: يبيّن الجدول (2) أن التعداد الكلي للبكتيريا في عينة الشاهد عند الزمن 0 كان 4.57 log CFU/g، أمَّا في العينات المعاملة بحمض الخل عند تركيز 1% و2% فكان 3.08 و2.61 log CFU/g على التوالي. أشار Dainty & Mackey (1992) أن الميكروفلورا الأساسية التي توجد على سطح اللحم بعد عمليات الذبح والتحضير تتمثل بالبكتيريا المحبة للحرارة المتوسطة التي يراوح تعدادها بين 2 و4 log CFU/g. وجد Kozacinski وزملاؤه (2006) أن التعداد الكلي للبكتيريا في لحم صدر الدجاج يكون عادة بحدود 4.72 log CFU/g.

كما لوحظ تزايد التعداد الكلي للبكتيريا في عينات صدر الدجاج جميعها مع ازدياد مدد التخزين، وهذا يتوافق مع Del Rio وزملاؤه (2007) وKenawi وزملاؤه (2005) و Soccol وOetterer (2005), واعتماداً على المواصفة القياسية السورية رقم 2179 لعام 2007 التي حددت أن الحد الأقصى المسموح للتعداد الكلي للبكتيريا في لحم الدجاج المبرد هو 7 log CFU/g، تبيّن أن العينات جميعها بقيت تحت هذا الحد حتى اليوم 14 من التخزين باستثناء عينة الشاهد المحفوظة دون تفريغ التي اقتربت من هذا الحد بحدود اليوم 7. وقد بيّنJames وزملاؤه (2006) أن وصول التعداد الكلي للبكتيريا على سطح لحم الدجاج إلى 7-7.5 log CFU/g يترافق مع تشكل مركبات تتصف بروائح غير مرغوب فيها.

الجدول (2) التعداد الكلي للبكتيريا في عينات صدر الدجاج المعاملة بحمض الخــل 1% و2% خلال مدد التخزين المبرد، log CFU/g.

المعاملات	زمن التخزين (يوم)			
	0	7	14	21
1	4.57 ± 0.09^{a}	6.72 ± 0.17^{a}	8.79 ± 0.16^{a}	10.93 ± 0.09^{a}
2	4.57 ± 0.09^{a}	5.74 ± 0.12^{b}	7.81 ± 0.07^{b}	8.45 ± 0.12^{b}
3	3.08 ± 0.05^{b}	5.48 ± 0.09^{bc}	6.60 ± 0.09^{c}	6.94 ± 0.09^{c}
4	3.08 ± 0.05^{b}	5.41 ± 0.07^{bd}	6.36 ± 0.13^{d}	6.81 ± 0.07^{c}
5	2.61 ± 0.07^{c}	4.86 ± 0.08^{cd}	6.15 ± 0.04^{e}	6.51 ± 0.08^{d}
6	2.61 ± 0.07^{c}	4.75 ± 0.07^{d}	6.00 ± 0.06^{e}	6.34 ± 0.09^{e}

يشير الاختلاف في الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية ($p < 0.05$)

تعداد بكتيريا الكوليفورم: يُبيّن الجدول (3) تزايد تعداد بكتيريا الكوليفورم في العينات جميعها مع ازدياد مدة التخزين، وهذا يتوافق مع DelRio وزمــلاؤه (2007) وKenawi وزملاؤه (2005) وSoccol وOetterer (2005). كما يلاحظ أن العينات المعاملة بحمض الخل 1% و2% قد انخفض فيها تعداد بكتيريا الكوليفورم مباشرة بمقــدار 0.51 و0.72 log CFU/g على التوالي، مقارنة بالشاهد الذي بلغ فيه تعداد بكتيريــا الكوليفــورم 2.11 log CFU/g. وأشارSaucier وزملاؤه (2000) أن الحد المسموح لبكتيريا الكوليفورم في لحم الدجاج الطازج في المواصفة الكندية يجب ألا يتجاوز 3 log CFU/g. ويُبيّن الجدول (3) أن العينات جميعها بقيت تحت هذا الحد حتى اليوم 7 من التخزين، وفي اليوم 14 من التخزين يلاحظ أن العينات المعاملة بحمض الخل بقي فيها تعداد الكوليفورم أقــل مــن 3 log CFU/g. أمَّا في اليوم 21 فارتفع تعداد الكوليفورم إلى أكثر من الحد المــسموح فــي العينات جميعها.

الجدول (3) تعداد بكتيريا الكوليفورم في عينات صدر الدجاج المعاملة بحمض الخل 1% و2% خلال مدد التخزين المبرد، log CFU/g.

المعاملات	زمن التخزين (يوم)			
	0	7	14	21
1	2.11 ± 0.05^{a}	2.93 ± 0.15^{a}	4.74 ± 0.09^{a}	5.18 ± 0.09^{a}
2	2.11 ± 0.05^{a}	2.66 ± 0.07^{b}	3.60 ± 0.08^{a}	4.08 ± 0.07^{a}
3	1.60 ± 0.06^{b}	1.87 ± 0.08^{c}	2.93 ± 0.08^{b}	3.56 ± 0.10^{b}
4	1.60 ± 0.06^{b}	1.83 ± 0.08^{c}	2.81 ± 0.09^{b}	3.50 ± 0.09^{b}
5	1.40 ± 0.05^{c}	1.72 ± 0.07^{cd}	2.34 ± 0.04^{c}	3.08 ± 0.07^{c}
6	1.40 ± 0.05^{c}	1.60 ± 0.06^{d}	2.11 ± 0.09^{d}	2.95 ± 0.08^{c}

يشير الاختلاف في الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فرق معنوي ($p < 0.05$).

تعداد البكتيريا اللاهوائية: تتمثل البكتيريا التي تنمو على سطح لحم الدجاج في الظروف اللاهوائية -على الأغلب- ببكتيريا حمض اللبن وبعض الأجناس اللاهوائية اختيارياً المنتمية لعائلة الـ*Enterobacteriaceae* (Saucier وزملاؤه، 2000).

يلاحظ من الجدول (4) ازدياد تعداد البكتيريا اللاهوائية مع ازدياد مدد التخزين المبرد في العينات جميعها، وهذا ما يتوافق مع Kenawi وزملاؤه (2005). كما يلاحظ انخفاض تعداد البكتيريا اللاهوائية مباشرة بعد معاملة العينات بحمض الخل 1% و2% بمقدار 0.27 و0.48 log CFU/g على التوالي. ويتبيّن أن تعداد البكتيريا اللاهوائية كان أكبر في العينات المعاملة بالحمض والمحفوظة بالتفريغ مقارنة بالعينات المعاملة بالتركيز نفسه من الحمض والمحفوظة من دون تفريغ خلال مدد التخزين. كما يتبيّن أن أكبر زيادة في تعداد البكتيريا اللاهوائية كان في عينة الشاهد المفرغة من الهواء التي ازداد فيها تعداد هذه البكتيريا عن عينة الشاهد غير المفرغة من الهواء خلال مدة التخزين بمعدل 0.08 log CFU/g. وتبيّن أن أفضل معاملة ساعدت في تخفيض تعداد البكتيريا اللاهوائية هي المعاملة بحمض الخل 2% مع الحفظ من دون تفريغ إذْ انخفض تعداد البكتيريا بمعدل 0.61 log CFU/g خلال مدة التخزين. وقد وجد أن حفظ اللحوم في وسط لاهوائي يزيد من مدة التخزين مقارنة بحفظ اللحوم في وسط غير مفرغ من الهواء، وذلك لأن البكتيريا اللاهوائية تنمو ببطء عند درجات حرارة منخفضة، في حين تنمو البكتيريا الهوائية بسرعة أكبر في ظروف التخزين الهوائي. كما تعدُّ مركبات الفساد الناتجة عن نمو بكتيريا حمض اللبن أفضل حسياً من تلك الناجمة عن نمو البكتيريا الهوائية (Dainty وMackey، 1992).

الجدول (4) تعداد البكتيريا اللاهوائية في عينات صدر الدجاج المعاملة بحمض الخل خلال مدد التخزين المبرد، log CFU/g.

المعاملات	زمن التخزين (يوم)			
	0	7	14	21
1	2.18±0.08[a]	2.67±0.10[a]	3.34±0.09[a]	3.92±0.05[a]
2	2.18±0.08[a]	2.79±0.06[b]	3.41±0.05[a]	4.04±0.05[b]
3	1.90±0.06[b]	2.40±0.05[c]	2.94±0.07[b]	3.68±0.07[c]
4	1.90±0.06[b]	2.62±0.05[a]	3.26±0.06[a]	3.80±0.08[d]
5	1.70±0.07[c]	1.90±0.07[d]	2.74±0.07[c]	3.32±0.05[e]
6	1.70±0.07[c]	2.58±0.04[a]	3.11±0.05[d]	3.72±0.06[cd]

يشير الاختلاف في الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فرق معنوي ($p < 0.05$).

تعداد الخمائر والفطريات: يبيّن الجدول (5) تأثير المعاملات المختلفة لصدر الدجاج في أثناء تخزينه في الدرجة 4±1 مْ مدة 21 يوماً في تعداد الخمائر والفطريات

log CFU/g. يراوح تعداد الخمائر والفطريات عادة على سطح اللحوم بين 1.3 و4.8 log CFU/g (Jimenez وزملاؤه، 1997). وكان تعداد الخمائر والفطريات في العينات المدروسة في البداية 3.04 log CFU/g وبعد المعاملة بحمض الخل 1% و2% انخفض تعداد الخمائر والفطريات مباشرة بمقدار 0.22 و0.41 log CFU/g على التوالي. وتبيّن أن للحفظ بالتفريغ دوراً واضحاً في تخفيض تعداد الخمائر والفطريات لأنَّها أحياء دقيقة هوائية. إذْ انخفضت في الشاهد المفرغ من الهواء بمعدل 0.58 log CFU/g، وانخفضت في العينات المعاملة بحمض الخل 1% و2% والمفرغة من الهواء بمعدل 1.05 و1.33 log CFU/g على التوالي. ويلاحظ أن تعداد الخمائر والفطريات قد بلغ في نهاية مدة التخزين في عينة الشاهد 6.08 log CFU/g؛ مما يعني أن الخمائر والفطريات ليست الكائنات الحية الدقيقة الرئيسة المسببة لفساد صدر الدجاج، وهذا يتوافق مع Kim وSong (2004).

الجدول (5) تعداد الخمائر والفطريات في عينات صدر الدجاج المعاملة بحمض الخل 1% و2% خلال مدد التخزين المبرد، log CFU/g.

المعاملات	زمن التخزين (يوم)			
	0	7	14	21
1	3.04±0.05[a]	3.95±0.04[a]	4.81±0.05[a]	6.08±0.08[a]
2	3.04±0.05[a]	3.62±0.05[b]	3.90±0.07[b]	5.00±0.07[b]
3	2.83±0.09[b]	3.40±0.06[c]	4.51±0.04[c]	5.68±0.07[c]
4	2.83±0.09[b]	2.91±0.03[d]	3.45±0.07[d]	4.51±0.09[d]
5	2.63±0.06[c]	3.15±0.05[e]	4.00±0.06[b]	5.34±0.04[e]
6	2.63±0.06[c]	2.81±0.07[f]	3.04±0.05[e]	4.08±0.07[f]

يشير الاختلاف في الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فرق معنوي ($p < 0.05$).

وقد أظهرت نتائج الدراسة أن عينات صدر الدجاج جميعها أنَّها كانت خالية من بكتيريا الـ*Salmonella* والـ*Pseudomonas* خلال مدد التخزين.

ثانياً: التغيّرات الكيميائية لعينات صدر الدجاج خلال التخزين المبرد:

تغيّرات الـpH: تعدُّ بعض المراجع الباهاء (رقم الـpH) مؤشراً على درجة طزاجة لحم الدجاج، إذْ يعد لحم الدجاج عند قيمة pH 5.8-6 طازجاً بحسب المواصفات الرومانية للدجاج الطازج، وبعد هذه القيمة يبدأ لحم الدجاج بالفساد (Baston وزملاؤه، 2008) . إذ تزداد قيمة الـpH في لحم الدجاج بعد ذبحه نتيجة التفاعلات البيوكيميائية، ويُقاس رقم الـpH بعد يوم من الذبح؛ وذلك لأن قيمة الـpH لا تكون ثابتة بعد الذبح مباشرة. إذْ تتناقص بعد عدة ساعات من الذبح ثم تعود لتزداد مع ازدياد مدة التخزين نتيجة لتحلل البروتين (Duclos وزملاؤه، 2007) . يتبيّن من الجدول (6) أن قيمة الـpH قد ازدادت

مع ازدياد مدة التخزين في العينات جميعها. وكانت في عينة الشاهد في بداية مدة التخزين 5.72 وأصبحت 6.76 في نهاية مدة التخزين. وهذا يتوافق مع Duclos وزملاؤه (2007) وBaston وزملاؤه (2008) وDuclos وزملاؤه (2008).

ووجد أن إضافة حمض الخل 1% و2% قد خفّضت قيمة الـpH مباشرة إلى 5.46 و5.32 على التوالي. ولوحظ أن العينة المفرغة من الهواء كانت ذات قيمة pH أقل بقليل من نظيرتها المحفوظة دون تفريغ، وقد يعود ذلك لنشاط بكتيريا حمض اللبن وبعض الأجناس المنتمية لعائلة الـ*Enterobacteriaceae* التي قد تنتج أحماضاً عضوية في تلك العينات المفرغة من الهواء.

الجدول (6) تغيّرات الـpH في عينات صدر الدجاج المعاملة بحمض الخل 1% و2% خلال التخزين المبرد عند 4±1 °م.

المعاملات	زمن التخزين (يوم)			
	0	7	14	21
1	5.72±0.02[a]	6.14±0.03[a]	6.43±0.02[a]	6.76±0.05[a]
2	5.72±0.02[a]	6.00±0.01[b]	6.28±0.01[b]	6.33±0.02[b]
3	5.46±0.01[b]	5.65±0.02[c]	5.82±0.02[c]	5.92±0.02[c]
4	5.46±0.01[b]	5.55±0.01[d]	5.77±0.03[d]	5.85±0.02[d]
5	5.32±0.01[c]	5.47±0.02[e]	5.64±0.02[e]	5.81±0.01[de]
6	5.32±0.01[c]	5.40±0.02[f]	5.52±0.01[f]	5.78±0.02[e]

يشير الاختلاف في الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فرق معنوي ($p < 0.05$).

تغيّرات الآزوت اللابروتيني NPN: يبيّن الجدول (7) كمية الآزوت اللابروتيني Non Protein Nitrogen (mg N/100 g) في عينات صدر الدجاج المعامل بالأحماض العضوية المخزن في درجة حرارة 4±1 م° مدة 21 يوماً. ويلاحظ أن عينة الشاهد في بداية مدة التخزين كانت تحوي آزوتاً لابروتينياً بمقدار 12.26 mg N/100 g، وكانت قيم الآزوت اللابروتيني متقاربة في العينات جميعها مع عينة الشاهد. ويتبيّن من خلال الجدول أيضاً أن قيم الآزوت اللابروتيني قد ازدادت في جميع العينات مع ازدياد مدة التخزين، وهذا يتوافق مع Kenawi وزملاؤه (2005) وSoccol وOetterer (2005) وBaston وزملاؤه (2008). إذ يعود تراكم الآزوت اللابروتيني في الوسط مع زيادة مدة التخزين إلى تحلل البروتينات فينتج من ثمَّ أحماضاً أمينية حرة التي قد تتحلل إلى مركبات أخرى عن طريق نزع مجموعة الأمين بفعل أنزيم الديأميناز أو الكربوكسيل بأنزيم الديكربوكسيلاز (Ozogul وOzogul، 2000). وجد Soccol وOetterer (2005) أنه كلما زادت قلوية الوسط كانت فعالية الديأميناز المسؤول عن نزع مجموعة الأمين أكبر. وفي هذا البحث تبيّن أن معاملة العينات بحمض الخل قد خفضت قيمة الـpH، ومن ثمَّ

خفضت فعالية إنزيم الديأميناز؛ مما أدّى إلى انخفاض قيمة الآزوت اللابروتيني في العينات جميعها المعاملة بالحمض مقارنة بالشاهد. فضلاً عن ذلك تبيّن أن حفظ العينات مع تفريغها من الهواء قد خفض أيضاً من تزايد قيم الآزوت اللابروتيني خلال مدد التخزين؛ وذلك لأن الظروف اللاهوائية تساعد على تثبيط عمل أنزيم الديأميناز (Soccol و Oetterer (2005). وبناء على ما ذكره Baston وزملاؤه (2008) وجد أن الحد الأقصى للآزوت اللابروتيني في الدجاج المبرد يجب ألا يزيد على 25 mg N/100 g، ويتبين من الجدول (7) أن قيمة الآزوت اللابروتيني قد تجاوزت هذا الحد فقط في عينة الشاهد في اليوم 14 من التخزين. في حين تجاوزت العينات كلّها هذا الحد في اليوم 21 من التخزين باستثناء العينات المعاملة بحمض الخل بتركيز 2%. وكانت العينة التي احتوت على أقل قيمة للآزوت اللابروتيني هي تلك المعاملة بحمض الخل 2% والمحفوظة بالتفريغ إذْ كانت قيمته فيها 20.32 mg N/100 g بعد 21 يوماً من التخزين.

الجدول (7) محتوى الآزوت اللابروتيني NPN في عينات صدر الدجاج المعاملة بحمض الخل خلال مدة التخزين المبرد، mg N/100 g.

المعاملات	زمن التخزين (يوم)			
	0	7	14	21
1	12.26±0.10[a]	19.82±0.50[a]	26.19±0.70[a]	35.30±0.60[a]
2	12.26±0.10[a]	17.94±0.60[b]	22.64±0.60[b]	32.47±0.50[b]
3	12.36±0.12[a]	16.98±0.40[c]	19.23±0.60[c]	27.82±0.80[c]
4	12.36±0.12[a]	15.38±0.30[d]	18.67±0.50[c]	25.12±0.60[d]
5	12.16±0.20[a]	15.92±0.40[d]	17.52±0.70[d]	22.55±0.30[e]
6	12.16±0.20[a]	14.38±0.50[e]	17.21±0.20[d]	20.32±0.20[f]

يشير الاختلاف في الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فرق معنوي ($p < 0.05$).

التقييم الحسي:

يبيّن الجدول (8) تغيّرات الصفات الحسية في عينات صدر الدجاج المعاملة بحمض الخل خلال مدد التخزين من 0 إلى 14 يوماً عند 4±1 مْ. وقد أعطيت كل صفة درجة من 1 إلى 5. بحيث تعني الدرجة 1 أن الصفة (سيئة جداً) والدرجة 2 (سيئة) والدرجة 3 (مقبول) والدرجة 4 (جيدة) والدرجة 5 (جيدة جداً) (Kenawi وزملاؤه، 2005؛ Lawless و Heymann، 1999). وقد تبيّن في هذا البحث أن العينات جميعها في بداية مرحلة التخزين حصلت على درجات متقاربة. وفي اليوم السابع من التخزين وجد أن عينة الشاهد قد بدأت بالفساد إذْ حصلت على الدرجة 3.5 بالنسبة إلى اللون و3.2 بالنسبة إلى الرائحة و4 بالنسبة إلى القوام، في حين حافظت باقي العينات على جودتها. أمَّا في اليوم 14 من التخزين تبين أن كلاً من عينة الشاهد وعينة الشاهد المحفوظ مع تفريغ قد فسدتا، في حين كانت مجمل الصفات الحسية للعينات المعاملة بحمض الخل جيدة،

وحصلت العينات المعاملة بحمض الخل 2% على أفضل الصفات الحسية. أمَّا في اليـــوم 21 فحصلت الصفات الحسية للعينات جميعها على درجات مقبولة أو سيئة، ولـــوحظ أن لون العينات المحفوظة بالتفريغ بقي جيداً حتى نهاية مدة التخزين.

الجدول (8) الصفات الحسية لعينات صدر الدجاج المعاملة بحمض الخل خلال مدد التخزين من 0 إلى 14 يوماً.

	مدة التخزين	المعاملات					
	(يوم)	1	2	3	4	5	6
اللون	**0**	4.70 ± 0.15^{a}	4.70 ± 0.15^{a}	4.90 ± 0.10^{a}	4.90 ± 0.10^{a}	4.80 ± 0.15^{a}	4.80 ± 0.15^{a}
	7	3.30 ± 0.30^{a}	4.65 ± 0.25^{b}	4.75 ± 0.20^{b}	4.80 ± 0.20^{b}	4.85 ± 0.14^{b}	4.90 ± 0.10^{b}
	14	1.70 ± 0.30^{a}	4.40 ± 0.20^{bc}	3.80 ± 0.25^{c}	4.60 ± 0.20^{b}	4.00 ± 0.30^{c}	4.80 ± 0.20^{b}
الرائحة	**0**	4.65 ± 0.20^{a}	4.65 ± 0.20^{b}	4.83 ± 0.15^{b}	4.83 ± 0.15^{ab}	4.95 ± 0.05^{ab}	4.95 ± 0.05^{a}
	7	3.20 ± 0.42^{a}	4.00 ± 0.25^{b}	4.50 ± 0.15^{c}	4.65 ± 0.20^{c}	4.70 ± 0.15^{c}	4.70 ± 0.15^{c}
	14	1.80 ± 0.25^{a}	2.20 ± 0.30^{a}	3.30 ± 0.30^{b}	3.80 ± 0.35^{c}	4.00 ± 0.25^{c}	4.15 ± 0.20^{c}
القوام	**0**	4.90 ± 0.10^{a}	4.90 ± 0.10^{a}	4.87 ± 0.05^{a}	4.87 ± 0.05^{a}	4.74 ± 0.13^{a}	4.74 ± 0.13^{a}
	7	4.00 ± 0.20^{a}	4.50 ± 0.40^{b}	4.30 ± 0.35^{ab}	4.40 ± 0.14^{ab}	4.55 ± 0.25^{b}	4.52 ± 0.22^{b}
	14	3.00 ± 0.25^{a}	3.30 ± 0.35^{ab}	3.70 ± 0.20^{bc}	3.90 ± 0.33^{cd}	3.60 ± 0.15^{bc}	4.20 ± 0.20^{d}
المتوسط العام	**0**	4.75 ± 0.15^{a}	4.75 ± 0.15^{a}	4.87 ± 0.10^{a}	4.87 ± 0.10^{a}	4.83 ± 0.11^{a}	4.83 ± 0.11^{a}
	7	3.50 ± 0.31^{a}	4.38 ± 0.30^{b}	4.52 ± 0.23^{b}	4.62 ± 0.18^{b}	4.70 ± 0.18^{b}	4.71 ± 0.16^{b}
	14	2.17 ± 0.27^{a}	3.30 ± 0.28^{b}	3.60 ± 0.25^{bc}	4.10 ± 0.29^{de}	3.87 ± 0.23^{cd}	4.38 ± 0.20^{e}

يشير الاختلاف في الأحرف ضمن الصف الواحد إلى وجود فرق معنوي ($p < 0.05$).

واستنتج أنَّ معاملة صدر الدجاج بحمض الخل تركيز 2% يُخفـــض التعـــداد الكلـــي للبكتيريا مباشرة بعد معاملة صدر الدجاج ويُزيد في حفظه بالثلاجة مدة لاتقـــل عـــن 14 يوماً دون أن تتغير مواصفات اللحم الحيوية الكيميائية والحسية.

References المراجع

عزيزية، عبد الحكيم. 1996. تصنيع منتجات الدواجن. منشورات جامعة دمشق.

Anderson, M. E. and H. E. Huff. 1987. Evaluation of an automated beef carcass washing and sanitizing system under production conditions. J. of Food Protec., 51: 874-877.

AOAC . 2000. official methods of analysis. Washington, D.C.

Baston, O. and I. Tofan. 2008. Refrigerated chicken freshness. Correlation between easily hydrolysable nitrogen, pH value and biogenic amine contents. The Annals of the University Dunarea de jos of Galati Fascicle 6: 37-43.

Dainty, R. H. and B. M. Mackey .1992. The Relationship between the Phenotypic Properties of Bacteria from Chill-Stored Meat and Spoilage Processes. J. Appl. Bact. 73: 103S-114S.

Debut, M. and C. Berri. 2003. Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. Poult. Sci. 82: 1829-1838.

del Rio, E. and M. Panizo-Moran. 2007. Effect of various chemical decontamination treatments on natural microflora and sensory characteristics of poultry. Intern. J. Food Microbio. 115: 286-280.

Doyle, E. 2007 Microbial food spoilage - losses and control strategies. FRI BRIEFINGS 1-16

Duclos, J. and C. Berr. 2007. Muscle growth and meat quality. J. Appl. Poult. Res. 16: 107-112.

FAO .2010. Agribusiness handbook. Poultry meat and eggs. Rome, Investment Centre Division.

Goncalves, A. C. and R. C. C. Almeida. 2005. Quantitative Investigation on the Effects of Chemical Treatments in Reducing Listeria monocytogenes Populations on Chicken Breast Meat. J. Food Control 16: 617-622.

Gulmez, M. and N. Oral. 2006. The effect of water extracts of sumac and lactic acid on decontamination and shelf life of raw brioler wings. Poult. Sci., 85: 1466-1471.

James, C. and C. Vincent. 2006. The Primary chilling of poultry carcasses. A review. Intern. J. Refriger., 29: 847-862.

Jimenez, S. M. and M. S. Salsi. 1997. Spoilage microflora in fresh chicken breast strored at 4ºC. J. Appl. Microbiol., 83: 613-618.

Kenawi, M. A. and H. A. Abdel-Aal. 2005. Influence of potassium sorbate and sodium lactate in combination with modified atmosphere packaging on stability of refrigerated chicken breast muscle. Biotechnol. in Anim. Husbandry 21: 337-347.

Kim, J. and K. Song. 2004. Effect of vacuum packaging on the microbial profile of chilled chicken during storage. Agric. Chem. Biotechnol., 47: 35-37.

Lawless, H. T. and H. Heymann .1999. The sensory evaluation of food principle and practice. Gaithersburg-Maryland, ANASDN publication.

Luck, E. and M. Jager .1997. Antimicrobial food additives: Characteristics, uses, effects. Berlin, NY:Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Naidu, A. S. 2000. Natural food antimicrobial systems. California, NY: CRC Press: Pp:705-719.

Ozogul, F. and Y. Ozogul 2000. Comparision of methods used for determination of total volatile basic nitrogen (TVB-N) in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)." Turk J Zool 24: 113-120.

Saucier, L. and C. Gendronl. 2000. Shelf life of ground poultry meat stored under modified atmosphere. Poult. Sci., 79: 1851-1856.

Smulders, F. G. M. and G. Greer .1998. Integrating microbial decontamination with organic acids in HACCP programmes for muscle foods: Prospects and Controversies. Inter.l J. Food Microbio., 44: 149-169.

Soccol, M. and M. Oetterer. 2005. Effects of modified atmosphere and vacuum on the shelf life of talipia (*Oreochromis niloticus*) fillets. Brazilian J. Food Techno. 8: 7-15.

Stivarius, M. R. and F. W. Pohlman. 2002. The effects of acetic acid, gluconic acid and trisodium citrate treatment of beef trimmings on microbial, color and odor characteristics of ground beef through simulated retail display. Meat Sci., 60: 245-252.

Urlings, H. A. P. and N. G. Fransen. 1993. Proteolysis and amino acid breakdown of heated and irradiated poultry byproducts and muscle tissue. J. Anim. Sci. 71: 2432-2438.

Received	**2012/04/05**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2012/08/01**	**قبول البحث للنشر**