

# دراسة تأثير اضافة الزنجبيل المحلي كمضاد للنمو الميكروبي في لحم الدجاج المجمد

الظاهر عمر الفتوى الزوى

أستاذ مساعد، قسم علوم وتقنية الأغذية، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، ليبيا،  
a.elfeturi@uot.edu.ly

## خولة يوسف سعد أبو العيد

ماجستير، قسم علوم وتقنية الأغذية، كلية العلوم الهندسية والتقنية، جامعة سبها، ليبيا

### الملخص:

استهدفت هذه الدراسة التعرف على مدى تأثير إضافة مسحوق الزنجبيل المحلي بنسبة 5، 7، و10 % و الزنجبيل المحلي الطازج بنسبة 7 % على الميكروبية الممرضة في أقراص لحم الدجاج المصنعة معملياً والمحفوظ تحت ظروف التجميد -12°م لمدة 15، 30 و60 يوم. تضمنت التحاليل البكتيريولوجية التي أجريت على أقراص لحم الدجاج المجمدة علي الأعداد الكلية للبكتيريا، أعداد مجموعة بكتيريا القولون، أعداد البكتيريا المحبة للبرودة، أعداد بكتيريا *Staph. aureus* و أعداد الفطريات و الخمائر. أوضحت نتائج التحاليل البكتيريولوجية حدوث انخفاض في معظم أعداد الميكروبات الممرضة في أقراص لحم الدجاج المحفوظة تحت ظروف التجميد -12°م عند إضافة تراكيز 5، 7 و10% من مسحوق الزنجبيل والزنجبيل الطازج بنسبة 7%. بينت النتائج انخفاض في أعداد البكتيريا الكلية، أعداد مجموعة بكتيريا القولون، أعداد البكتيريا المحبة للبرودة، أعداد بكتيريا *Staph. aureus* و أعداد الفطريات و الخمائر عند تركيز 5% من مسحوق الزنجبيل خلال فترة التخزين 15 يوم من 6.166، 4.873، 4.477، 5.493 و104.814 log و.ت.م./جم إلى 5.985، 3.982، 2.229، 4.926 و104.642 log و.ت.م./جم على التوالي. وبزيادة فترة التخزين 30 يوماً تأثر المحتوى الميكروبي تأثير معنوي عند مستوى معنوية 0.05> P حيث كانت في معاملة الشاهد 5.655، 4.362، 5.638، 5.022 و104.892 log و.ت.م./جم عند إضافة الزنجبيل الجاف بتركيز 5% كانت الأعداد 5.474، 3.741، 2.162، 4.527 و105.031 log و.ت.م./جم على التوالي. لوحظ ارتفاع أعداد البكتيريا الكلية، أعداد مجموعة بكتيريا القولون، أعداد البكتيريا المحبة للبرودة، أعداد بكتيريا *Staph. aureus* و أعداد الفطريات و الخمائر في معاملة الشاهد عند اليوم 60 من التخزين المجمد فكانت 4.963، 4.537، 5.827، 4.676 و104.472 log و.ت.م./جم، و بإضافة تركيز 5% من الزنجبيل الجاف شوهد تدبذب في أغلب الأعداد الميكروبية الممرضة فكانت 4.782، 3.962، 2.316، 4.738 و103.746 log و.ت.م./جم على التوالي. كما أوضحت النتائج انخفاض في معظم أعداد الميكروبات الممرضة بإضافة تراكيز 7 و10% من مسحوق

الزنجبيل الجاف خلال 60 يوما حيث انخفضت الأعداد الكلية للبكتيريا، أعداد مجموعة بكتيريا القولون، أعداد البكتيريا المحبة للبرودة، أعداد بكتيريا *Staph. aureus* و أعداد الفطريات و الخمائر لتصل إلى 4.904 و 4.603، 3.978 و 3.833، 2.116 و 1.151، 4.424 و 3.967 ، 3.636 و log102.742 و.ت.م./جم على التوالي. أيضا بينت النتائج باضافة تركيز 7% من الزنجبيل الطازج خلال فترة التخزين 60 يوما أعلي تأثير مثبت على الأعداد الكلية للبكتيريا، أعدد مجموعة بكتيريا القولون، أعداد البكتيريا المحبة للبرودة، أعداد بكتيريا *Staph. aureus* و أعداد الفطريات والخمائر حيث سجلت 4.084، 3.551، 1.962، 4.028 و log10 2.768 و.ت.م./جم على التوالي مقارنة بعينة المراقبة حيث سجل 4.963، 4.537، 5.827، 4.472 و log10 4.676 و.ت.م./جم على التوالي.

**الكلمات المفتاحية:** الميكروبات الممرضة، الزنجبيل، لحوم الدجاج.

# Studying the Effect of Adding Local Ginger as an Antimicrobial Growth in Frozen Chicken Meat

**Taher Omar Al-Fateuri Al-Zawi**

Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture,  
University of Tripoli, Libya  
a.elfeturi@uot.edu.ly

**Khawla Youssef Saad Abu Al-Eid**

Master, Department of Food Science and Technology, Faculty of Engineering and Technology, University of Sabha, Libya

# ABSTRACT

This study aimed to identify the effect of adding local ginger powder at a rate of 5, 7 and 10% and fresh local ginger at a rate of 7% on the numbers of pathogenic microbial in chicken meat discs manufactured in a laboratory and preserved under freezing conditions -12 °C for 15, 30 and 60 days. The bacteriological analysis conducted on the chicken frozen tablets included the total number of bacteria, coliform bacteria, Psychrotrophic bacteria, *Staphylococcus aureus* bacteria and numbers of fungi and yeasts. The results of bacteriological analysis indicated a decrease in most types of the numbers of pathogenic microbes in chicken meat discs preserved under freezing conditions at -12°C when adding concentrations of 5, 7 and 10% of ginger powder and fresh ginger at a rate of 7%.

Where the inhibitory effect was on the total numbers of bacteria, coliform bacteria Psychrotrophic bacteria and Staphylococcus aureus bacteria, the number of fungi and yeasts at a concentration of 5% of dry ginger powder during the 15day storage period where a decrease was observed from 6.166, 4.873, 4.477, 5.493 and 4.814 log<sub>10</sub> cfu/g to 5.985, 3.982, 2.229, 4.926 and 4.642 log<sub>10</sub> cfu/g respectively. The resulted showed an increase in the frozen storage period to 30 days the microbial content had a significant effect at a significant level of  $P < 0.05$  as it was in the control treatment 5.655, 4.362, 5.638, 5.022 and 4.892 log<sub>10</sub> cfu/g when adding dry ginger at a concentration of 5%, the numbers were 5.474, 3.741, 2.162, 4.527 and 5.031 log<sub>10</sub> cfu/g respectively. It was observed that the total number of bacteria, coliform bacteria, Psychrotrophic bacteria, Staphylococcus aureus bacteria and numbers of fungi and yeasts increased in the control treatment at 60 day of frozen storage were 4.963, 4.537, 5.827, 4.676 and 4.472 log<sub>10</sub> cfu/g, while when adding dry ginger at a concentration of 5%, inconstancy was seen in most of the pathogenic microbial numbers were 4.782, 3.692, 2.316, 3.746 and 4.738 log<sub>10</sub> cfu/g respectively. The results also showed a decrease in most of the numbers of pathogenic bacteria by adding concentrations of 7 and 10% of dry ginger powder during 60 days on the total number of bacteria from 4.409 to 4.603log<sub>10</sub> cfu/g and coliform bacteria from 3.978 to 3.833 log<sub>10</sub>cfu/g and Psychrotrophic bacteria from 2.116 to 1.151 log<sub>10</sub>cfu/g and Staphylococcus aureus bacteria from 4.424 and 3.967 log<sub>10</sub> cfu/g and numbers of fungi and yeasts from 3.636 to 2.742 log<sub>10</sub> cfu/g respectively. Also, the results showed that adding a concentration of 7% of fresh ginger during the storage period of 60 days had the highest inhibitory effect on the total numbers of bacteria, coliform bacteria Psychrotrophic bacteria and Staphylococcus aureus bacteria, the number of fungi and yeasts which recorded 4.084, 3.551, 1.962, 4.028 and 2.768 log<sub>10</sub> cfu/g respectively compared to the control sample, which were 4.963, 4.537, 5.827, 4.472 and 4.676 log<sub>10</sub> cfu/g respectively.

**Keywords:** Pathogenic Microbes, Ginger, Chicken Meat.

## المقدمة Introduction

يعتبر الزنجبيل من أهم النباتات الطبية واسعة الاستخدام فهو أحد النباتات الجذرية والتي تنتمي لفصيلة النباتات الزنجبيلية كالكركم ويمتاز بطعمه اللاذع القوي وهو يدخل ضمن قائمة الأعشاب الطبية وعادة ما يتم استخدام جذوره كتوابل كما يمكن تناوله طازجا أو شراب، كما أنه أخذ انتشار واسع في استخدامه كتابل في تجهيز الأطعمة. كما يستخدم بشكل واسع في أمريكا لمنع حالات الغثيان لدي الحوامل (Supu, 2018)، وللزنجبيل أهمية كبيرة عالمياً كونه أحد أكثر التوابل انتشاراً واستخداماً لعلاج نزلات البرد (Daily, et al., 2015) اتجهت العديد من الدراسات في استخدام زيتاً ومستخلص أو مسحوق الزنجبيل لمقاومة الميكروبات الممرضة أو المسببة للفساد الغذائي (Zick, et al., 2008). أتجهت العديد من الدراسات إلى إستخراج المركبات الفعالة والنشطة حيويًا من مستخلصات النباتات الطبية، وقد شكلت هذه المركبات الطبيعية قاعدة للأدوية الحديثة التي نستخدمها اليوم وتحتوي على العديد من المواد الفعالة ولها خصائص وقائية مختلفة بفعل قدرتها على تثبيط وقتل الخلايا البكتيرية المسببة للأمراض. أن الاستخدام العشوائي للأدوية الكيميائية التجارية أدى إلى نمو سلالات بكتيرية مقاومة للمضادات الحيوية، لذلك اتجهت الدراسات للبحث عن مصادر طبيعية جديدة من النباتات لمواجهة الميكروبات الممرضة والحد من إنتشارها (Shrivastava and Leelavathi, 2010). وبزيادة الوعي الصحي لدى المستهلكين في محاولة الإبتعاد عن المواد الحافظة الصناعية فقد أوجه الإهتمام إلى البدائل الطبيعية كتوابل والأعشاب الطبية لإحتوائها على العديد من المواد الفعالة (جواد، 2011).

أشار (فاضل وآخرون، 2017) أن الزنجبيل أحد هذه البدائل الطبيعية الذي أستخدم لمنع أو الحد من نمو الأحياء الدقيقة، وهو من نباتات المناطق الحارة، تستعمل سيقانه النامية تحت التربة، والتي تحتوي على زيت طيار، لها رائحة نفاذة ولونها إما سنجابي أو أبيض مصفر وله أزهار صفراء ذات شفاء أرجوانية ولا يستخرج الزنجبيل إلا عندما تذبل أوراقه الرمحية، ولا يطحن إلا بعد تجفيفه، و يحتوي الزنجبيل الطازج على الماء بنسبة 80.9%، بروتين 2.3%، دهن 0.9%، معادن 1.2%، الياف 2.4% وكربوهيدرات، أما مسحوق الزنجبيل يحتوي على كربوهيدرات في صورة نشا بنسبة 60 - 70% والبروتين بنسبة 9% ودهن 3 - 6% والياف 3 - 8% وحوالي 8% رماد وماء 12% و بعض المعادن مثل الحديد، الكالسيوم والفوسفور، وبعض الفيتامينات مثل النياسين Niacin، الثيامين Thiamine، الريبوفلافين Riboflavin، وفيتامين C، ويحتوي على طاقة تقدر 459.56 كيلو سعر/100 جرام وتصل نسبة الزيوت الأساسية العطرية في الزنجبيل إلى 3% (An, et al., 2016). تحتوي ريزومات الزنجبيل على زيوت طيارة بنسبة ما بين 2.5-3% كما تحتوي على مجموعة أخرى تعرف باسم Aryl alkanes وهي أهم المواد الفعالة في الزنجبيل وهي المسؤولة عن الطعم اللاذع، وتضم مجموعتين الأولى

Gingerols ومنها مركب Gingerol وهو من الراتنجيات الزيتية والذي يعزى إليه الطعم الحار في الزنجبيل (Teleni, et al., 2013)، وله خصائص علاجية حيث يعتبر مضاداً لحدوث الجلطات وللتهاب مثل الربو والمفاصل والتهاب القولون والشقيقة، والثانية Shogaols ومن أهم مركباتها Shogaol وهي مادة لها أهمية في هضم الدهون. كما يوصف لعلاج التهاب المفاصل ومشاكل الجهاز الهضمي ومحفز للشهية (Marwat, et al., 2015). توصي منظمة الصحة العالمية بالبحث عن البدائل للمضادات الحيوية التجارية والتي أصبحت العديد من الميكروبات مقاومة لها ( منظمة الصحة العالمية، 2017).

استهدفت الدراسة معرفة مدى تأثير إضافة الزنجبيل المحلي ( مسحوق و طازج) على أعداد الميكروبات الممرضة والمسببة للفساد في اقراص لحم الدجاج المصنعة معملياً والمحفوظة بالتجميد.

## المواد وطرق العمل Material and Methods

### جمع العينات Sampling procedure

بدأت التجربة العملية من شهر يناير إلى شهر إبريل 2021 وذلك بشراء عينات من الدجاج الكامل المذبوح من السوق المحلي بمدينة براك الشاطئ/ ليبيا ونقلت في أكياس معقمة ومبردة في حاوية إلى المعمل. كما تم شراء ريزومات الزنجبيل الجافة والطازجة من السوق المحلي بمدينة براك الشاطئ/ ليبيا.

### تجهيز العينات Samples preparation

تم غسل كل من ريزومات الزنجبيل الجافة والطازجة جيداً بالماء المقطر عن الغبار والشوائب وجففت في درجة حرارة الغرفة بعيداً عن مصادر التلوث تم طحنت (مسحوق) كلاً على حده في مطحنة كهربائية صغيرة وحفظت، تم تحضير الخلطة بناء على ما جاء في الموصفة الخليجية رقم (948 لسنة 2017) حيث تم إزالة العظم والجلد من الدجاج تحت ظروف معقمة ثم تم فرم الجزء اللحمي والجلد كلاً على حده بغرامة كهربائية عكمت أجزائها بالإيثانول (70%) حيث مررت على اللهب. وتم تحضير الاقراص بنسب إضافة 70% لحم، 10% جلد، 1.5% ملح، 7% نشاء، 3.5% ثوم، 1% بهارات و7% بصل، ثم تم خلط مكونات الخلطة جيداً.

### إضافة تراكيز الزنجبيل Adding ginger concentration

قسمت الخلطة إلى 5 أقسام ثلاثة منها لإضافة الزنجبيل الجاف بنسبة (5%، 7% و 10%) والرابع لإضافة الزنجبيل الطازج بنسبة (7%) والقسم الخامس بدون إضافة زنجبيل (عينة للمقارنة)، ثم تم

إعداد أقراص لحم الدجاج من كل الخلطات الخمسة بواقع 25 جرام لكل قرص ولفت برقائق الألومنيوم المعقم ووضعت في أكياس معقمة على درجة حرارة التجميد -12م.

### الاختبارات الميكروبية Microbiological analysis

#### إعداد العينات والتخفيفات Preparation of samples and dilutions

تم تحضير تخفيفات عشرية متجانسة من أقراص لحم الدجاج حسب الطريقة الموصوفة في ISO(6887)-1:2013 باستخدام محلول رينجر المعقم (Ringer solution) بوضع 225 مل من محلول رينجر و25 جم من أقراص لحم الدجاج في كيس معقم الخاص بجهاز الخض Stomacher ورجت العينة جيدا لمدة دقيقتين لمجانستها وللحصول على تخفيف 1-10 ثم نقل منه 10 مل إلى أنبوبة تحوي 90 مل من محلول رينجر المعقم ليكون التخفيف الثاني وبنفس الطريقة لتحضير بقية التخفيفات.

#### تقدير العدد الكلي لبكتيريا الهوائية Total count of aerobic bacteria

تم عد العدد الكلي للبكتيريا بطريقة الصب في الأطباق حيث أخذ 1 مل من التخفيف المناسب ووضع في الطبق بواقع طبقين لكل تخفيف وصب عليه بيئة Plate count agar وتركت لتتصلب وحضنت مقلوبة في الحضان على درجة حرارة 37°م وأخذت النتائج بعد 48 ساعة من التحضين (A.O.A.C., 2005) وباستخدام طريقة العد بالأطباق Plate count تم تقدير المستعمرات البكتيرية حسب (Swanson, et al., 2001).

#### تقدير العدد الكلي لبكتيريا القولون Total counts of coliform

تم عد بكتيريا القولون وذلك باستخدام طريقة الصب في الأطباق (Pour Plate) إذ وضع 1 مل من التخفيف المناسب في الطبق وصب عليه حوالي 15 مل من بيئة Man-Conkey agar ومزج محتويات الطبق وترك ليتصلب وحضن الطبق مقلوب على درجة حرارة 35°م وأخذت النتائج بعد 24 ساعة (Nickerson and Sinsky, 1977) وباستخدام طريقة العد بالأطباق Plate count تم تقدير المستعمرات البكتيرية حسب (Swanson, et al., 2001).

### تقدير العدد الكلي لبكتيريا المحبة للبرودة

#### Total counts of Psychrophilic bacteria

تم تقدير أعداد البكتيريا المحبة للبرودة بالطريقة الواردة في (Andrew, 1992) وذلك بأخذ 1 مل من التخفيف المناسب ووضع في طبق وصب عليه حوالي 15 مل من بيئة Nutrient agar وترك الأطباق لتصلب ثم حضنت مقلوبة على درجة حرارة 8°م لمدة من 5-7 أيام وأخذت النتائج وباستخدام طريقة العد بالأطباق Plate count تم تقدير المستعمرات البكتيرية حسب (Swanson, et al., 2001).

### تقدير العدد الكلي لبكتيريا Staphylococcus aureus

لتقدير أعداد بكتيريا Staphylococcus aureus استخدم وسط Baird parker agar حيث زرع من كل تخفيف 3 أطباق وضع في طبق الأول والثاني 3 مل والطبق الثالث 4 مل وصب عليها والوسط وتركها لتصلب وحضنت مقلوبة لمدة 48 ساعة ثم أخذت النتائج وذلك بعد النموات التي لها مركز أسود حوله هالة شفافة (A.O.A.C., 2005).

### تقدير العدد الكلي للفطريات والخمائر

استخدمت بيئة Potato Dextrose Agar لتنمية الفطريات والخمائر وذلك بطريقة الصب حيث أخذ 1 مل من التخفيف المناسب ووضع في طبق وصب عليها حوالي 15 مل من البيئة وترك لتصلب وحضنت مقلوبة لمدة 3-5 أيام على درجة حرارة 22-25°م (Beuchat and Cousin, 2001) وباستخدام طريقة العد بالأطباق Plate count تم تقدير المستعمرات البكتيرية حسب (Swanson, et al., 2001).

### التحليل الإحصائي Statistical analysis

تم تحليل البيانات الخاصة بالتحاليل الميكروبيولوجية المتحصل عليها من هذه الدراسة باستخدام تحليل التباين لتجربة عملية مصممة بتصميم العشوائي الكامل Completely Randomized (CRD) Design (الراوي وخلف الله، 1980)، وباستخدام برنامج SAS (2002) لتحليل بيانات الدراسة الميكروبيولوجية إحصائياً ومعرفة الفروق المعنوية بين العينات المختارة.

## مناقشة النتائج Results and Discussion

### العدد الكلي لبكتيريا الهوائية Total count of aerobic bacteria

تشير النتائج المدونة بالجدول (1) تأثير إضافة مسحوق الزنجبيل والزنجبيل الطازج إلى أقراص لحم الدجاج المجهزة والمخزنة عند درجة حرارة التجميد لمدة 15، 30 و 60 يوم إنخفاض الأعداد الكلية للبكتيريا مع زيادة مدة التخزين المجمد حيث أظهر الزنجبيل الطازج بتركيز 7% أعلى تأثير و كانت الأعداد الكلية للبكتيريا 5.763 ، 5.133 و 4.084  $\log_{10}$  و. ت. م./جم مقارنة بعينة المقارنة حيث كانت 6.166، 5.655 و 4.963 و. ت. م./جم خلال أيام التخزين 15، 30 و 60 يوم على التوالي. في حين لوحظ عند إضافة مسحوق الزنجبيل بتركيز 10% عند التخزين لمدة 15 يوما كانت الأعداد الكلية للبكتيريا 6.018  $\log_{10}$  و. ت. م./جم ، و بزيادة فترة التخزين إلى 30 و 60 يوم زاد الانخفاض في الأعداد الكلية للبكتيريا فكانت 5.385 و 104.603  $\log_{10}$  و. ت. م./جم على التوالي. حيث بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين جميع متوسطات الأعداد الكلية للبكتيريا خلال أيام فترة التخزين بالتجميد 15، 30 و 60 يوم. ولكن عند مقارنة متوسطات التركيزات مع عينة المراقبة عند مستوى معنوية 0.05 تبين عدم وجود فروق معنوية، وكانت النتائج متقاربة بين تركيز مسحوق الزنجبيل والزنجبيل الطازج في أقراص لحم الدجاج المفروم والمجهز معمليا. أيضا أوضحت النتائج عند إضافة تركيز 5% من مسحوق الزنجبيل خلال التخزين لمدة 30 و 60 يوما انخفاض الأعداد الكلية للبكتيريا فكانت 5.474 و 4.782  $\log_{10}$  و. ت. م./جم على التوالي مقارنة بفترة التخزين لمدة 15 يوما فكانت 105.985  $\log_{10}$  و. ت. م./جم. في حين عند إضافة تركيز 7% من مسحوق الزنجبيل كان العدد الكلي للبكتيريا 6.009  $\log_{10}$  و. ت. م./جم مقارنة بعينة المراقبة كانت 6.026  $\log_{10}$  و. ت. م./جم خلال فترة التخزين لمدة 15 يوما. و بزيادة فترة التخزين إلى 30 و 60 يوم عند تركيز 7% من مسحوق الزنجبيل تزداد مستويات الانخفاض في العدد الكلي للبكتيريا 5.596 و 4.904  $\log_{10}$  و. ت. م./جم على التوالي.

أوضحت النتائج أن العدد الكلي للبكتيريا في عينات أقراص لحم الدجاج عند تركيز 7 و 10% من مسحوق الزنجبيل لمدة 30 و 60 يوما كانت أقل من الحدود المسموح بها في المواصفة القياسية الخليجية التي نصت على ألا يزيد العدد الكلي للبكتيريا عن 106  $\log_{10}$  و. ت. م./جم (م. ق. خ. 2017). كما وجد أن نتائج هذه الدراسة أقل من النتائج التي توصل إليها (التميمي وأبو المعالي، 2011) حيث سجل زيادة في العدد الكلي للبكتيريا مع زيادة مدة التخزين إلى 60 يوما. وأيضا لم تتفق نتائج هذه الدراسة مع ما أشار إليه (مصطفى، 2007) حيث كانت الأعداد الكلية للبكتيريا 107.230  $\log_{10}$  و. ت.

م./جم عند دراسة الجودة الميكروبيولوجية لأقراص لحم الدجاج المفروم (البيرجر) في نطاق مدينة طرابلس / ليبيا.

الجدول (1): تأثير إضافة الزنجبيل بتركيزات مختلفة إلى خلطة أقراص لحم الدجاج على العدد الكلي للبكتيريا والمخزنة على درجة حرارة التجميد -12°م.

| الزمن<br>(أيام) | متوسط العدد الكلي للبكتيريا (Log <sub>10</sub> ) عند تركيزات مختلفة من الزنجبيل (%) |                          |                          |                          |                          |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                 | مسحوق                                                                               |                          |                          |                          |                          |
|                 | 7                                                                                   | 10                       | 7                        | 5                        | 0                        |
| 15              | <sup>a</sup> 0.148±5.763                                                            | <sup>a</sup> 0.142±6.018 | <sup>a</sup> 0.138±6.009 | <sup>a</sup> 0.143±5.985 | <sup>a</sup> 0.143±6.166 |
| 30              | <sup>b</sup> 0.242±5.133                                                            | <sup>b</sup> 0.228±5.385 | <sup>b</sup> 0.217±5.596 | <sup>b</sup> 0.223±5.474 | <sup>b</sup> 0.150±5.655 |
| 60              | <sup>c</sup> 0.324±4.084                                                            | <sup>c</sup> 0.277±4.603 | <sup>c</sup> 0.256±4.904 | <sup>c</sup> 0.264±4.782 | <sup>c</sup> 0.252±4.963 |

الحروف المتشابهة في كل عمود لا توجد بينها فروق معنوية والمختلفة توجد بينها فروق معنوية.

### العدد الكلي لبكتيريا القولون Total counts of coliform bacteria

بينت النتائج المتحصل عليها و المدونه بالجدول ( 2 ) تأثير إضافة الزنجبيل و الزنجبيل الطازج بتركيزات مختلفة إلى خلطة أقراص لحم الدجاج على أعداد مجموعة بكتيريا القولون والمخزنة على درجة حرارة التجميد -18°م لمدة 15، 30 و 60 يوما، حيث لوحظ إنخفاض في أعداد مجموعة بكتيريا القولون عند إضافة تراكيير 5، 7 و 10% من مسحوق الزنجبيل خلال فترة التخزين لمدة 15 يوما فكانت 3.982، 4.033 و log103.627 و ت. م./جم على التوالي مقارنة بعينة المراقبة log104.873 ، و بزيادة فترة التخزين 30 يوما سجلت النتائج زيادة في الانخفاض عند إضافة تركيز 7، 5 و 10% مسحوق الزنجبيل فكانت 3.741، 3.984 و log10 3.786 و ت. م./جم على التوالي مقارنة بعينة المراقبة log104.362 و ت. م./جم. أوضحت نتائج التحليل الأحصائي عدم وجود فروق معنوية بين تركيزات مسحوق الزنجبيل و الزنجبيل الطازج عند مستوى (0.05). كما تبين من خلال النتائج إنخفاض في أعداد مجموعة بكتيريا القولون عند إضافة الزنجبيل الطازج بتركيز 7% خلال فترات التخزين 15، 30 و 60 يوما فكانت 3.739 ، 3.791 و 3.551 و ت. م./جم على التوالي مقارنة بزمان الصفر. و من خلال النتائج تبين أن جميع التراكيير من الزنجبيل الطازج كانت متقاربة في حين كانت نتائج عينة المراقبة أعلى. و أتفقت هذه النتائج مع ماذكره (التميمي وابو المعالي، 2011) عند دراستهم لتأثير الزنجبيل في أعداد

الاحياء المجهرية وإطالة مدة الحفظ لليبرجر المصنع من لحم البقر حيث لوحظ انخفاض في أعداد مجموعة بكتيريا القولون عند مقارنتها قبل التجميد وبعد التجميد لمدة 60 يوم، حيث كانت أعلى قيمة  $\log_{10} 103.345$  و. ت. م./جم في المعاملة دون إضافة مسحوق زنجبيل وانخفضت لتصل إلى 2.568  $\log_{10}$  و. ت. م./جم في المعاملة ذات تركيز 2.75% مسحوق زنجبيل. وهذه النتائج جاءت متقاربة لدراسات سابقة بأن متوسط العدد الكلي لبكتيريا القولون في عينات أقراص اللحم البقري المفروم تراوح ما بين 3.9 و  $\log_{10} 105.8$  و. ت. م./جم (Eshamah, et al., 2020)، أيضا تشابهت مع دراسة (البكوش، 2003) أن متوسط أعداد بكتيريا القولون في عينات من أقراص اللحم المفروم المتبله وغير المطهية كان  $\log_{10} 3$  و. ت. م./جم.

الجدول (2): تأثير إضافة الزنجبيل بتركيزات مختلفة إلى خلطة أقراص لحم الدجاج على أعداد مجموعة بكتيريا القولون والمخزنة على درجة حرارة التجميد (الفريز) -12°م.

| الزمن<br>(أيام) | متوسط أعداد مجموعة بكتيريا القولون ( $\log_{10}$ ) عند تركيزات مختلفة من الزنجبيل (%) |                   |                   |                   |                   |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                 | مسحوق                                                                                 |                   |                   |                   |                   |
| طازج            | 10                                                                                    | 7                 | 5                 | 0                 |                   |
| 7               | $0.365 \pm 3.739$                                                                     | $0.380 \pm 3.627$ | $0.329 \pm 4.033$ | $0.329 \pm 3.982$ | $0.258 \pm 4.873$ |
| 15              | $0.358 \pm 3.791$                                                                     | $0.359 \pm 3.786$ | $0.335 \pm 3.984$ | $0.364 \pm 3.741$ | $0.297 \pm 4.362$ |
| 30              | $0.392 \pm 3.551$                                                                     | $0.352 \pm 3.833$ | $0.336 \pm 3.978$ | $0.338 \pm 3.962$ | $0.283 \pm 4.537$ |
| 60              |                                                                                       |                   |                   |                   |                   |

الحروف المتشابهة في كل عمود لا توجد بينها فروق معنوية والمختلفة توجد بينها فروق معنوية.

### العدد الكلي للبكتيريا المحبة للبرودة

#### Total counts of Psychrophilic bacteria

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي بالجدول (3) عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية (0.05) بين تركيزات الزنجبيل المختلفة في عينات خلطة أقراص لحم الدجاج خلال فترة التخزين 15، 30 و 60 يوم، بينما أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين متوسطات تركيزات الزنجبيل المضاف لأقراص لحم الدجاج المفروم بعينة المراقبة وتركيز 10% من مسحوق الزنجبيل خلال مدة التخزين 60 يوما عند مستوى معنوية (0.05). لوحظ إنخفاض في أعداد البكتيريا المحبة للبرودة عند إضافة تركيز 5، 7 و 10% من مسحوق الزنجبيل فكانت 2.229، 2.165 و  $\log_{10} 102.011$  و. ت. م./جم عند مقارنتها

بعينة المراقبة  $\log_{10} 4.477$  و. ت. م./جم. و بزيادة فترة التخزين 30 و 60 يوما سجلت النتائج أكثر انخفاض عند إضافة تركيز 10% من مسحوق الزنجبيل فكانت 1.886 و  $\log_{10} 1.151$  و. ت. م./جم علي التوالي مقارنة بعينة المراقبة. كما بينت النتائج انخفاض متوسط أعداد بكتيريا المحبة للبرودة بإضافة تركيز 7% من الزنجبيل الطازج خلال فترات التخزين 15، 30 يوما فكانت 2.914 ، 2.217 ،  $\log_{10}$  و. ت. م./جم علي التوالي، مقارنة بعينة المراقبة خلال الزمن الصفر، في حين شوهد انخفاض ملحوظ في متوسط أعداد البكتيريا المحبة للبرودة مع زيادة فترة التخزين الي 60 يوما كانت 1.962  $\log_{10}$  و. ت. م./جم مقارنة بعينة المراقبة عند الزمن الصفر 5.827  $\log_{10}$  و. ت. م./جم. وهذه النتائج أتفقت مع (التميمي وابو المعالي، 2011) أن أعداد بكتيريا المحبة للبرودة خلال فترة التجميد لمدة 60 يوما أنخفضت تدريجيا في العينات المعاملة بالزنجبيل بتركيز 2.75% الي  $\log_{10} 3.300$  و. ت. م./جم مقارنة بعينة المراقبة  $\log_{10} 4.697$  و. ت. م./جم.

الجدول (3): تأثير إضافة الزنجبيل بتركيزات مختلفة إلى خلطة أقراص لحم الدجاج على أعداد البكتيريا المحبة للبرودة والمخزنة على درجة حرارة التجميد (الفريز) -12°م.

| الزمن<br>(أيام) | متوسط أعداد البكتيريا المحبة للبرودة ( $\log_{10}$ ) عند تركيزات مختلفة من الزنجبيل (%) |                     |                     |                     |                     |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                 | مسحوق                                                                                   |                     |                     |                     |                     |
| طازج            | 10                                                                                      | 7                   | 5                   | 0                   |                     |
| 7               | $0.225 \pm 2.914^a$                                                                     | $0.332 \pm 2.011^a$ | $0.316 \pm 2.165^a$ | $0.309 \pm 2.229^a$ | $0.288 \pm 4.477^a$ |
| 15              | $0.311 \pm 2.217^a$                                                                     | $0.346 \pm 1.886^a$ | $0.318 \pm 2.145^a$ | $0.331 \pm 2.162^a$ | $0.216 \pm 5.638^a$ |
| 30              | $0.338 \pm 1.962^a$                                                                     | $0.465 \pm 1.151^b$ | $0.321 \pm 2.116^a$ | $0.302 \pm 2.316^a$ | $0.146 \pm 5.827^a$ |
| 60              |                                                                                         |                     |                     |                     |                     |

الحروف المتشابهة في كل عمود لا توجد بينها فروق معنوية والمختلفة توجد بينها فروق معنوية.

### العدد الكلي لبكتيريا Staphylococcus aureus

أوضحت النتائج بالجدول (4) تأثير إضافة مسحوق الزنجبيل بتركيز 5، 7 و 10% إلى خلطة أقراص لحم الدجاج والمخزنة على درجة حرارة التجميد على متوسطات أعداد بكتيريا Staphylococcus aureus خلال مدة التخزين 15 يوما أنخفاضا فكانت 4.926 ، 4.732 و  $\log_{10} 4.563$  و. ت. م./جم علي التوالي مقارنة بعينة المراقبة  $\log_{10} 5.493$  و. ت. م./جم. و بزيادة فترة التخزين الي 60 يوما لعينات

المضاف لها مسحوق الزنجبيل بتركيز 5 و 7 % أدى الى انخفاض لمتوسطات أعداد بكتيريا *Staphylococcus aureus* فكانت 4.738 و  $\log_{10}$  4.424 و ت. م./جم على التوالي، في حين لوحظ عند زيادة التركيز 10% من مسحوق الزنجبيل أدى الى انخفاض ملحوظ لمتوسطات أعداد بكتيريا *Staphylococcus aureus* فكانت  $\log_{10}$  3.967 و ت. م./جم، أي ضمن الحدود الآمنة و المسموح بها في المواصفة القياسية العراقية (2000/3725)، مقارنة بعينة المراقبة  $\log_{10}$  4.472 و ت. م./جم. و أيضا ضمن الحدود المسموح بها في قسم المنتجات الصحية والغذاء التابع لوزارة الصحة الكندية (HPFB, 2003) أن لا يتجاوز أعداد بكتيريا المكورات العنقودية في لحم الدجاج عن  $\log_{10}$  4.2-2 و ت. م./جم. أوضحت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية (0.05) بين متوسطات التركيزات المختلفة خلال مدة التخزين 15، 30 و 60 يوم، و أيضا عدم وجود فروق معنوية بين متوسطات التركيزات من الزنجبيل المضاف لأقراص لحم الدجاج المفروم عند مقارنتها بعينة المراقبة. كما بينت النتائج عند إضافة الزنجبيل الطازج بتركيز 7% خلال فترة التخزين لمدة 15، 30 و 60 يوم فكانت متوسطات أعداد بكتيريا *Staphylococcus aureus* في عينات خلطة أقراص لحم الدجاج 4.617، 4.623 و  $\log_{10}$  4.028 و ت. م./جم على التوالي. وجاءت هذه النتائج أعلى من الحدود المسموح بها في المواصفة القياسية العراقية حيث حدد ألا تزيد عن  $\log_{10}$  3-4 و ت. م./جم.

الجدول (4): تأثير إضافة الزنجبيل بتركيزات مختلفة إلى خلطة أقراص لحم الدجاج والمخزنة على درجة حرارة التجميد (الفريز) -12°م على أعداد بكتيريا *Staphylococcus aureus*.

| الزمن<br>(أيام) | متوسط أعداد بكتيريا <i>Staph. Aureus</i> ( $\log_{10}$ ) عند تركيزات مختلفة من الزنجبيل (%) |                     |                     |                     |                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                 | مسحوق                                                                                       |                     |                     |                     |                     |
|                 | طازج                                                                                        | 10                  | 7                   | 5                   | 0                   |
| 15              | $0.178 \pm 4.617^a$                                                                         | $0.179 \pm 4.563^a$ | $0.174 \pm 4.732^a$ | $0.168 \pm 4.926^a$ | $0.154 \pm 5.493^a$ |
| 30              | $0.177 \pm 4.623^a$                                                                         | $0.186 \pm 4.367^a$ | $0.179 \pm 4.587^a$ | $0.166 \pm 5.031^a$ | $0.169 \pm 4.892^a$ |
| 60              | $0.199 \pm 4.028^a$                                                                         | $0.201 \pm 3.967^a$ | $0.184 \pm 4.424^a$ | $0.184 \pm 4.738^a$ | $0.183 \pm 4.472^a$ |

الحروف المتشابهة في كل عمود لا توجد بينها فروق معنوية والمختلفة توجد بينها فروق معنوية.

## العدد الكلي الفطريات والخمائر Total counts of yeasts and molds

تشير النتائج المتحصل عليها و المدونة بالجدول ( 5 ) تأثير إضافة مسحوق الزنجبيل بتركيز 5 و 7% خلال فترة التخزين لمدة 15 يوما إلى انخفاض في أعداد الفطريات والخمائر فكانت 4.642 و 3.873  $\log_{10}$  و ت. م./جم على التوالي، بينما كان أعلى تأثير لمسحوق الزنجبيل بتركيز 10% على متوسط أعداد الفطريات والخمائر فكانت 2.982  $\log_{10}$  و ت. م./جم مقارنة بعينة المراقبة 4.814  $\log_{10}$  و ت. م./جم. و بزيادة مدة التخزين لمدة 30 يوما بإضافة تركيز 7 و 10% مسحوق الزنجبيل نتج عنه انخفاض في أعداد الفطريات والخمائر فكانت 3.764 و 2.786  $\log_{10}$  و ت. م./جم مقارنة بعينة المراقبة 5.022  $\log_{10}$  و ت. م./جم. و بإطال مدة التخزين الي 60 يوما كان تأثير 5 و 10% من مسحوق الزنجبيل الي انخفاض ملحوظ فكانت 3.746 و 2.742  $\log_{10}$  و ت. م./جم على التوالي مقارنة بعينة المراقبة 4.676  $\log_{10}$  و ت. م./جم. بينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بين متوسطات التركيزات خلال أيام التخزين و هذا الأمر ينطبق أيضا على عدم وجود فروق معنوية بين متوسطات التركيزات الزنجبيل المضاف عند مقارنته بعينة المراقبة عند مستوى معنوية (0.05). أوضحت نتائج إضافة الزنجبيل الطازج بتركيز 7% إلى خلطة أقراص لحم الدجاج خلال فترات التخزين 15 ، 30 و 60 يوما أنخفاضا ملحوظ فكانت النتائج 3.781، 2.842 و 2.768  $\log_{10}$  و ت. م./جم على التوالي مقارنة بعينات المراقبة (زمن الصفر). و جاءت هذه النتائج متقاربة لنتائج قامت بها (كريمة، 2014) دراسة تأثير مسحوق الزنجبيل على أقراص اللحم المفروم المبردة والمخزنة لمدة 9 أيام، حيث انخفضت متوسطات أعداد الفطريات والخمائر مع زيادة تركيز الزنجبيل مقارنة مع عينة المراقبة. و قد يعزي سبب الانخفاض أن الزيت الطيار للزنجبيل له تأثير مثبط لنمو بعض الفطريات (El-baroty, et al., 2010) F.Oxysoprum , A. Niger , P.,Notatum

الجدول (5): تأثير إضافة الزنجبيل بتركيزات مختلفة إلى خلطة أقراص لحم الدجاج على أعداد الفطريات والخمائر المخزنة على درجة حرارة التجميد (الفريز) -12°م.

| الزمن<br>(أيام) | متوسط أعداد الفطريات والخمائر ( $\log_{10}$ ) عند تركيزات مختلفة من الزنجبيل (%) |                     |                     |                     |                     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                 | مسحوق                                                                            |                     |                     |                     |                     |
|                 | طازج                                                                             | 7                   | 10                  | 5                   | 0                   |
| 15              | $0.209 \pm 3.781^a$                                                              | $0.251 \pm 2.982^a$ | $0.205 \pm 3.873^a$ | $0.177 \pm 4.642^a$ | $0.171 \pm 4.814^a$ |
| 30              | $0.260 \pm 2.842^a$                                                              | $0.264 \pm 2.786^a$ | $0.275 \pm 3.764^a$ | $0.180 \pm 4.527^a$ | $0.166 \pm 5.022^a$ |
| 60              | $0.265 \pm 2.768^a$                                                              | $0.267 \pm 2.742^a$ | $0.215 \pm 3.636^a$ | $0.210 \pm 3.746^a$ | $0.176 \pm 4.676^a$ |

الحروف المتشابهة في كل عمود لا توجد بينها فروق معنوية والمختلفة توجد بينها فروق معنوية.

## الخلاصة Conclusion

من خلال النتائج المتحصل عليها تبين عدم وجود فروق معنوية في عينات خلطة أقراص لحم الدجاج المفروم المخزنة على درجة حرارة التجميد عند مستوى معنوية ( $P < 05.0$ )، بينما كان تأثير الزنجبيل (مسحوق و طازج) معنوي على متوسطات الأعداد الكلية للبكتيريا خلال فترة التخزين المختلفة بالتجميد 15، 30 و 60 يوم، وكانت الأعداد تنخفض تدريجياً بزيادة تركيز الزنجبيل. حيث كان أفضل تأثير على الأحياء الدقيقة تركيز 10% من مسحوق زنجبيل مسحوق زنجبيل على البكتيريا المحبة للبرودة، الفطريات والخمائر و بكتيريا *Staphylococcus aureus* و يليه تركيز 7% من الزنجبيل الطازج على أعداد البكتيريا الكلية ومجموعة بكتيريا القولون.

## المراجع References

- 1- البكوش، العماري علي (2003). دراسة مسحية على الجودة الميكروبية لأقراص اللحم المفروم (الهمبرجر) داخل مدينة طرابلس وضواحيها. رسالة ماجستير. قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، طرابلس، ليبيا.
- 2- الراوي، خاشع محمود وخلف الله ؛ عبد العزيز محمد. 1980. تصميم وتحليل التجارب الزراعية. مطابع جامعة الموصل، الموصل، العراق.
- 3- التميمي، سالم صالح؛ أبو المعالي، رأفت أحمد (2011). تأثير الزنجبيل في أعداد الأحياء المجهرية وإطالة مدة الحفظ للبكر المختبري المصنع من لحم البقر. المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك، جامعة بغداد، بغداد، العراق، المجلد 6، العدد 3.
- 4- جواد، رأفت عبد المحسن محمد (2011). دراسة التأثير التثبيطي للمستخلصات المائية والزيتية والكحولية لبذور نبات الحبة السوداء على أنواع مختارة من البكتيريا المرضية. مجلة أبحاث البصرة (العلميات) ( 5)37: 1817-2695.
- 5- فاضل، مراتب عبد القادر؛ حميد، رفاه رزوق ؛ حميش، موسى جاسم (2017). التركيب الكيميائي والتغذوي لرايزومات الزنجبيل *Zingiber officinale* L. مجلة تكريت للعلوم الصرفة، المجلد 22، العدد 3.
- 6- منظمة الصحة العالمية، 2017. مقاومة مضادات الميكروبات في إقليم شرق المتوسط، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط، القاهرة، مصر.
- 7- م. ق. خ. (2017). اللحوم المجهزة - لحم البرج المواصفة القياسية الخليجية رقم (948) هيئة التقييس لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية.

- 8- م. ق. ع. (2000). مسودة المواصفة القياسية العراقية رقم (3725) /4. الحدود الميكروبية في الأغذية – الجزء الرابع – الحدود الميكروبية للحوم ومنتجاتها. الجهاز المركزي لتقييس والسيطرة النوعية، العراق.
- 9- مصطفى، مصطفى رضوان (2007). الجودة الميكروبيولوجية لأقراص لحم الدجاج المفروم (البيرجر) في نطاق مدينة طرابلس. رسالة ماجستير. قسم علوم وتقنية الأغذية، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، ليبيا.
- 10- كريمة، فتحية عبد الرزاق (2014). استخدام الزنجبيل كمضاد طبيعي للنمو الميكروبي في أقراص اللحم المفروم المبردة. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، طرابلس، ليبيا.
- 11- Andrew, W. C. (1992). Annual of food quality control, 4-Rev. 1- Microbiological Analysis, FAO, Food and Nutrition Paper, No. 1414 (Rev.1) . Rome, Italy.
- 12- An, K., Zhao, D., Wang, Z., Wu, J., Xu, Y., and Xiao, G. (2016). Comparison of different drying methods on Chinese ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): Changes in volatiles, chemical profile, antioxidant properties, and microstructure. Food Chemistry, 197: 1292–1300.
- 13- Bauchat, L. R. and Cousin, M. A. (2001). Yeasts and molds. In: Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Downes, F. P. ( Editor). 4th ed. PP. 209-213. American public health association. Washington. D. C, USA.
- 14- Daily, J. W., Zhang, X., Kim, D. S. and Park, S. (2015). Efficacy of Ginger for Alleviating the Symptoms of Primary Dysmenorrhea: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Clinical Trials. Pain Medicine, 16(12):2243-55.
- 15- El-baroty, G. S., Abd El-Baky, H. H., Farag, R. S. and Saleh, M. A. (2010). Characterization of antioxidant and antimicrobial compound of cinnamon and ginger essential oils. African Journal of Biochemistry Research, 4(6) :167-174.

- 16- Eshamah, L. H., Naas, T. H., Garbaj, M. A., Azwai, S. M., Gammoudi, F.T., Barbieri, L. and Eldaghayes, I. M. (2020). Extant of pathogenic and spoilage microorganisms in whole muscle meat, meat products and seafood sold in libyan market. National library of medicine, 10(3) : 276-288 .
- 17- Shrivastava, S. and Leelavathi, S. (2010). Preliminary Phytochemical Evaluation of Leaf Extracts of Catunaregum spinosa Thunb. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research, 3(2):114-118.
- 18- Supu, R. D., Diantini, A. and Levita, J. (2018). Red Ginger (Zingiber officinale var. rubrum): Its chemical constituents, pharmacological activities and safety. FitofarmakaJurnal Ilmiah Farmasi, 8 (1): 25-31.
- 19- Marwat, K. S., Shoaib, M., Khan, A. E., Rehman, F. H. and Ullah, H. (2015) Phytochemistry and bioactivities of Quranic plant, zanjabil-ginger (Zingiber officinale Roscoe): A review. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 15(5):707-713.
- 20- Zick, S. M., Djuric, Z., Ruffin, M. T., Litzinger, A. J, Normolle, D. P., Alrawi, S., Feng, M. R. and Brenner, D. E. (2008). Pharmacokinetics of 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol, and 6-shogaol and conjugate metabolites in healthy human subjects. Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention, 17:1930–1936.
- 21- Teleni, L., McCarthy, A. L., Vitetta, L., McKavanagh, D. and Thomson, D. (2013). "Ginger (Zingiber officinale) and chemotherapy-induced nausea and vomiting: a systematic literature review". Nutrition Review, 71(4):245–54.
- 22- A.O.A.C., (2005). Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. Microbiological Food Testing. Ch., 17. and Meat and Meat Products, Ch., 39., Washington. D. C, USA.
- 23- HPFB (2003). Health products and food branch Standards and guidelines for microbiological safety of food. Ottawa, Canada.
- 24- Nickerson, J. T., and Sinsky, A. T. (1977). Microbiology of food and food processing 3rd ed. Elsvir, New York, USA.

- 
- 25- Zick, S. M., Djuric, Z., Ruffin, M. T., Litzinger, A. J, Normolle, D. P., Alrawi, S., Feng, M. R. and Brenner, D. E. (2008). Pharmacokinetics of 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol, and 6-shogaol and conjugate metabolites in healthy human subjects. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*, 17:1930–1936.