فعالية زيوت قشور الحمضيات المستخلصة بالتقطير في الماء في إطالة مدة صلاحية الكيك

م. دانيا الحصني[1] د.م. نسرين البيطار[2] أ. د. ياسر العمر[3]

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تبيان تأثير إضافة زيت قشر الليمون (Citrus Limon) والبرتقال (Citrus sinensis 'Valencia) والنارنج (Citrus aurantium) بنسب مختلفة في بعض خواص الكيك الفيزيائية والكيميائية ومدة صلاحيته من الناحية الميكروبية (التعداد العام للبكتريا ، التعداد العام للخمائر والفطور) ، تم استخلاص الزيوت العطرية بالتقطير بالماء وتبيان مدى فعاليتها مخبرياً على بعض الأحياء الدقيقة باستخدام اختبار الحساسية (طريقة الانتشار بالحفر) ومن ثم إضافتها إلى خليط الكيك بثلاث نسب %(0.3–0.5–1) وتم مقارنة النتائج بعينة بدون أية إضافات لتكون عينة الشاهد وعينة بإضافة سوربات البوتاسيوم كمادة حافظة كيميائية. تم إجراء التقييم الحسي لعينات الكيك في بداية مدة التخزين بعد التصنيع خزنت العينات لمدة 30 يوم بدرجة حرارة الوسط المحيط °C (2±25) وأجريت الفحوصات المكروبيولوجية من بداية التخزين وبشكل دوري كل عشرة أيام حتى نهاية مدة الحفظ، الفحوصات الكيميائية والفيزيائية أجريت كل عشرة أيام أيضاً بدءاً من اليوم الأول. أظهرت النتائج عدم وجود فروقات معنوية في الصفات الحسية بين العينات المختلفة باستثناء صفة النكهة والمسامية والتي شهدت قبولاً ازداد مع زيادة نسبة الزيت المضاف، كما أظهرت النتائج انخفاض في أعداد البكتريا والخمائر والفطور، لم نلاحظ أية تأثيرات سلبية على الخصائص الفيزيائية والكيميائية بحيث انخفض الأس الهيدروجيني بزيادة نسبة الزيت العطري المضاف ولوحظ تحسن في القوام.

الكلمات المفتاحية: مضادات ميكروبية، زيوت عطرية، كيك، مدة صلاحية.

(1) طالبة ماجستير في قسم الهندسة الغذائية:

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية – جامعة البعث –حمص –سوريا.

(2) مدرسة في قسم الهندسة الغذائية: كلية الهندسة الكيميائية والبترولية– جامعة البعث–حمص –سوريا.

(3) مدرس علم الوبائيات: كلية الطب البيطري –جامعة حماه –حماه –سوريا.

The effectiveness of citrus peel oils extracted by water distillation in prolonging the shelf life of cake

Abstract:

This study aims to confirm the effect of adding lemon (Citrus Limon), orange (Citrus sinensis 'Valencia) and bitter orange (Citrus aurantium) peel oil in different proportions on some physical and chemical properties of the cake and its validity period in terms of microbial total count of bacteria, total fungi and yeasts). The essential oil was extracted using method of water distillation and evaluate the period of efficiency in vitro on some organisms using sensitivity test (diffusion method). Then oils were added to the cake mixture in three proportions (0.3-0.5-1) %. Results were compared with a sample without any additives to be the control sample. Other sample was prepared by adding potassium sorbate as a chemical preservative as another trail sampling. Sensory evaluation of cake samples was carried out at the beginning of the storage period post-manufacturing. Samples were stored for 30 days at ambient temperature (25±2) °C. Microbiological tests were conducted from the beginning of storage and routinely every ten days up to end of the storage period. Chemical and physical tests were conducted every ten days as interval period, as long as started from the first day.

Results showed that there were no significant differences in the sensory characteristics between the different samples except for the flavor and porosity, which witnessed a direct increase in receptivity with the increase in the percentage of added oil.

Results also showed a decrease in numbers of bacteria, yeasts and fungi. We did not notice any negative effects on the physical and chemical properties. The pH increased by increasing the proportion of the essential oil added, and an improvement in texture was noted.

Key words: antimicrobial, essential oils, cake, shelf life.

1-المقدمة:

يواجه مصنعي المنتجات الغذائية العديد من الصعوبات في توفير منتجات غذائية آمنة وبجودة عالية وبشكل يلبي متطلبات المستهلكين، يفضل المستهلكون شراء منتجات غذائية طازجة عالية الجودة، إلى جانب رغبتهم في التقليل أو عدم إضافة المواد الحافظة الاصطناعية، ولكن مع مخاوف بيئية نتيجة الهدر الحاصل للأطعمة التالفة، يواجه المصنعون تحدياً لإطالة مدة صلاحية المنتجات الغذائية التي تتعرض لظروف مختلفة خلال التوزيع والتخزين.

هنالك العديد من التعريفات لمدة الصلاحية فلقد عرف معهد علوم وتكنلوجيا الأغذية مدة الصلاحية: بأنها المدة الزمنية التي يبقى فيها المنتج الغذائي آمناً، ومحتفظاً بالخصائص الفيزيائية والكيميائية والحسية والمكروبيولوجية، وبشكل يتوافق مع البيانات المصرح عنها على بطاقة البيان للمنتج الغذائي عند تخزينه ووفقاً للشروط الموصى بها [1].

أما بالنسبة لمجلس التعليم الأوربي فلقد عرف مدة الحفظ: بأنها طول المدة الزمنية التي يمكن فيها الاحتفاظ بالطعام في ظل ظروف التخزين المحددة مع الحفاظ على السلامة والجودة المثلى، يبدأ العمر الافتراضي للطعام من وقت تصنيعه ويعتمد على العديد من العوامل مثل عملية التصنيع ونوع التعبئة وظروف التخزين والمكونات الداخلة بالمنتج [2]، الهدف الأساسي من مراعاة مدة الحفظ هي ضمان سلامة الغذاء المستهلك من الناحية الصحية إلى جانب احتفاظه بخواصه المرغوبة والمميزة أي بقائه مرغوباً للتناول.

يتم تقييم واختبار العمر الافتراضي لأي منتج غذائي من خلال: اختبار التلف الجرثومي والفيزيائي والكيميائي وتدهور السمات الحسية والتي تعتبر نقطة النهاية الخاصة بالمنتج ويتم تحديدها عندما يصبح الطعام غير مقبول بسبب التلف أو التدهور الحسي، تؤثر

العديد من العوامل في تلف منتجات المخابز من الرقم الهيدروجيني ومحتوى الرطوبة والنشاط المائي والتعبئة والتخزين واستخدام المواد الحافظة.

تعد المنتجات المخبوزة من الأغذية الرئيسية في معظم البلدان والثقافات، تعد مصدر رئيساً للمغذيات في نظامنا الغذائي بحيث توفر معظم السعرات الحرارية ونحو نصف احتياجنا من البروتين، كانت الحبوب غذاء أساسي للإنسان منذ عصور ما قبل التاريخ, المواد المغذية في المخبوزات هي الكربوهيدرات والبروتينات والدهون والفيتامينات والمعادن، تعد منتجات المخابز مصدر مهماً للكربوهيدرات نظراً لاحتوائها على النشاء كمكون أساسي [3] ، في السنوات الأخيرة زادت مبيعات المنتجات المخبوزة وأصبحت منتشرة بشكل واسع بين السكان ولوحظ وجود مجموعة واسعة من المنتجات على رفوف المتاجر الكبيرة وذلك بسبب زيادة الطلب على منتجات جاهزة ومريحة.

يعرف الكيك وفقاً للمواصفة القياسية السورية بأنه منتج يجهز أساساً بخلط دقيق القمح مع البيض والسكر، بالإضافة إلى الدسم النباتي فقط (باستثناء دسم الحليب) والفاكهة ومسحوق الخبيز والماء وبعض المكونات الأخرى، ثم يخبز بالفرن بدرجة حرارة مناسبة ولمدة زمنية مناسبة [4].

منتجات المخابز كأي منتج غذائي أخر عرضة للتلف بأشكاله الثلاثة الفيزيائي والكيميائي والميكروبيولوجي ,الفساد الفيزيائي والكيميائي يؤثران في المنتجات ذات الرطوبة المنخفضة والمتوسطة ويحدان من وقت تخزين المنتج، أما التلف الميكروبيولوجي فيؤثر في المنتجات عالية الرطوبة ويعتبر التلف الأخطر ومصدر القلق الأساسي لكل من المنتجين والمستهلكين، المخبوزات بشكل عام بعد تعرضها للمعالجة الحرارية (مرحلة الخبز) تخرج معقمة لكن المعالجات اللاحقة التي تتعرض لها هي التي

تؤدي إلى تلوث سطحها بالجراثيم , بسبب اتصالها المباشر مع المعدات والهواء ومناولي الأغذية [5].

في وقتنا الحاضر، لا يكاد يخلو أي منتج غذائي في الغالب على مواد حافظة، الهدف من إضافة هذه المواد إلى المنتجات الغذائية هو محاربة التلف الجرثومي الذي تسببه كل من البكتيريا والعفن والفطريات والخميرة، مما يطيل من فترة صلاحيته، تستخدم المواد الحافظة في الأغذية أيضاً لإبطاء أو منع التغييرات في اللون أو النكهة أو الملمس وتأخير التزنخ، وبالتالي باستخدام هذه المواد يصبح المنتج قادراً على الاحتفاظ بجودته أطول فترة ممكنة.

في الخبز ومنتجات المخابز الأخرى يتم استخدام حمض السوربيك أو البنزويك أو أحد أملاحهما كمواد حافظة اصطناعية، مؤخراً تم الإبلاغ عن مشكلة تكون البنزين من حمض البنزويك في الأطعمة عن طريق نزع زمرة كربوكسيل من قبل بعض الأحياء الدقيقة المسببة للتلف [6].

ازداد وعي المستهلكين في السنوات الأخيرة وإدراكهم بأضرار المواد الكيميائية المضافة وزاد الإلحاح والطلب على استبدالها بمواد من مصادر طبيعية، مما دفع العلماء لبذل جهود أكبر في دراسة فعالية المواد ذات المصادر الطبيعية وخاصة الزيوت العطرية، جميع الدراسات أشارت بأن لهذه الزيوت فوائد ومميزات عديدة إلى جانب كونها أمنة ولا تسبب أية مشاكل على صحة المستهلك، نظراً لتصنيفها عالمياً على أنها مضافات آمنة في الأغذية (GRAS) ، بحيث لا تحدث أية آثار سلبية أو سامة مقارنة بالمواد الكيميائية أو المضادات الحيوية المستخدمة كمواد حافظة للأغذية، التي أثبت العديد من الدراسات مؤخراً بأن استخدامها يؤدي إلى السرطان وغيرها من المخلفات السامة [7].

من بين الزيوت العطرية المنتجة تشغل الزيوت العطرية للحمضيات جزء مهم من الإنتاج العالمي فهي تستخدم في معطرات الجو ومنتجات التنظيف المنزلية والعطور ومستحضرات التجميل والمواد الدوائية بسبب رائحتها المنعشة إلى جانب استخدامها كمواد حافظة طبيعية في العديد من الأطعمة والعصائر [8]، في المتوسط يمثل الزيت حوالي 1 – 3 % من الوزن الطازج لقشور الحمضيات [9] ويعد الليمونين المكون الرئيسي لهذا الزيت.

تعد الزيوت العطرية لقشور الحمضيات من البدائل الجيدة كمواد حافظة طبيعية في الأغذية، مؤخراً تم إجراء العديد من الدراسات على الزيوت العطرية للتأكد من مدى فعالية استخدامها كبدائل طبيعية ودورها المحتمل في حماية الأغذية المعرضة للتلف [10].

2- هدف البحث:

1 – إطالة مدة حفظ الكيك باستخدام مواد حافظة طبيعية مستخلصة من زيوت قشور الحمضيات للحد من الأضرار الناتجة عن نمو الكائنات الحية الدقيقة.

2- إجراء مقارنة بين الأنواع الثلاثة المدروسة لزيوت ثمار الحمضيات لتحديد النوع ذو الفعالية المضادة الأعلى وتحديد التركيز المناسب للحفظ.

3- مواد وطرائق البحث:

مواد البحث Materials:

مكونات الكيك: تم الحصول على مكونات الكيك من السوق المحلية في سوريا، الدقيق والبيض والسكر والزيت ومسحوق الخبيز.

A. الحمضيات: تم جمع ثمار فاكهة الحمضيات الناضجة السليمة والخالية من العيوب من السوق المحلية في سوريا حماه.

B. السلالات البكتيرية والفطريات: (*Staph. aureus, Salmonella spp, E. coli, Rhizopusspp, Aspergillus spp and Penicillium spp*) تم الحصول عليها من مجموعة الأحياء الدقيقة / كلية الطب البيطري / جامعة حماه.

C. أوساط الزرع الجرثومي:

- وسط أجار مولر هينتون Mueller–Hinton agar (MHA)
- وسط الأجار المغذي Agar Nutrient(NA)
- وسط شيجلا سالمونيلا أجار Salmonella Shigella agar (SS)
- وسط بيرد باركير أجار Bird Parker Agar (BP)
- وسط بطاطا ديكستروز أجار Potato dextrose agar (PDA)
- وسط فيوليت ريد اجار Violet Red Bile Agar (VRBA)

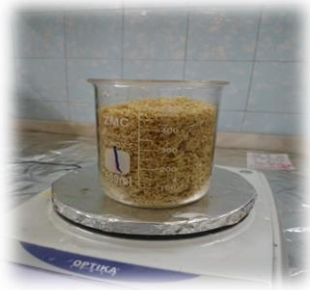
جميع الأوساط المستخدمة هي عبارة عن أوساط مصدرها شركة هايميديا الهندية (Himedia).

D. المواد الكيميائية: تم الحصول على كبريتات الصوديوم اللامائية وسوربات البوتاسيوم من مخبر الكيمياء الحيوية / كلية الهندسة الكيميائية والبترولية / جامعة البعث.

طرائق البحث Methods:

- **استخلاص الزيت العطري من قشر الحمضيات بالتقطير بالماء (Water distillation):**

تم غسل الثمار جيداً وتجفيفها ثم بُشرت طبقة الفلافيدو (flavedo) الملونة بمبشرة يدوية وأخذ وزن (150 g) منها باستخدام ميزان رقمي الشكل (1) ومن ثم نُقلت إلى دورق مستدير القاع مع كمية كبيرة من الماء المقطر (250) مل لتغطيتها، تم توصيل الدورق بالعمود الثابت المتصل بالمكثف كما هو موضح في الشكل (2) يتبخر الماء حاملاً الزيت العطري ويتجمع في المكثف الذي يكثف خليط الزيت والبخار، يُجمع ناتج التقطير الذي هو عبارة طبقتين من الزيت والماء (الزيت في الأعلى الماء في الأسفل) في سلندر وبعد ذلك يسحب الزيت بماصة معقمة ويجفف بكبريتات الصوديوم اللامائية ويحتفظ به في زجاجة عاتمة بالدرجة 4 مئوية لحين الاستخدام[11].



الشكل (1): ميزان رقمي.

الشكل (2): جهاز التقطير بالماء.

❖ **دراسة الفعالية المضادة للميكروبات لزيت قشر الحمضيات المستخلص:**

تم إجراء الاختبار باستخدام طريقة الانتشار بالحفر وحدد زمن بدء قراءة النتائج بعد 48 للبكتريا و 72ساعة للفطور بواسطة قياس أقطار منع النمو (Inhibition zone) حيث اتبعت طريقة (Thitilertdecha *et al.,*2008) [12] .

دراسة الفعالية المضادة للبكتريا وقياس قطر دائرة التثبيط : حضرت السلالات البكتيرية قبل يوم من اجراء الاختبار، أنواع جرثومية موجبة لصبغة إيجابية الغرام *Staphylococcus.aureus*ونوعين جرثوميين سلبية الغرام *Escherichia coli* و *Sallmonela.sp*حيث تم استنبات السلالات في مرق المغذيات (nutrient broth) وحضنت عند الدرجة 37 مئوية لمدة 24–48 ساعة وبعدها تم نشر 100 ميكرولتر من اللقاح القياسي لكل بكتريا (10^6 CFU/ mL; 0.5 Mac–Farland) بالتساوي على أطباق Muller Hinton Agar الذي تم الحصول عليه من شركة Himedia الهندية باستخدام ماسحات قطنية معقمة, ومن ثم تركت الأطباق في درجة حرارة الغرفة لمدة 15–20 دقيقة للسماح لسطح الأجار بالجفاف بعد ذلك تم إجراء حفر بقطر 5mm على وسط مولر الاسترزاع باستخدام ثاقب معدني (buncher) خاص باختبارات الترسيب في الآجار الهلامي وملء كل حفرة بكمية 20µl من الزيت العطري المستخلص [13]، وبعدها حضنت الأطباق على الدرجة 37 درجة مئوية لمدة 48 ساعة، تم تسجيل قطر دائرة التثبيط إلى أقرب قياس معياري بالميلي متر بشكل يشابه أقراص الحساسية .

دراسة الفاعلية المضادة للفطريات وقياس قطر دائرة التثبيط:

تم نشر 100 ميكرولتر من المعلق الفطري spores 10^6 المحضر بمحلول ملحي فيزيولوجي 0.85% بحيث تم اتباع الخطوات السابقة كما في البكتريا ولكن باستخدام وسط بطاطا ديكستروز اجار وحضنت الأطباق عند الدرجة 25 درجة مئوية لمدة 72 ساعة، وتم قياس قطر دائرة التثبيط إلى أقرب قياس بالميلي ميتر [14].

❖ **تحضير الكيك:**

تم تحضير الكيك من خلال خلط 60 غ سكر ناعم الحبيبات مع 50 غ بيض على سرعة متوسطة لمدة 4–5 دقائق ومن ثم إضافة 50 غ زيت عباد الشمس مع النسب المختلفة من الزيوت العطرية لكل خلطة وثم إضافة 100 غ دقيق بالتناوب مع 30 مل من الماء و0.1 غ حمض ليمون والخلط بسرعة منخفضة لمدة 3 دقائق ومن ثم إجراء الخبيز بالفرن عند الدرجة 165°C – 170 لمدة 15–20 دقيقة.

ويتم تحضير عينتين أيضاً عينة خالية من الإضافات لتكون عينة الشاهد وعينة بإضافة 0.1% سوربات البوتاسيوم من وزن الدقيق كمادة حافظة كيميائية.

❖ **حفظ الكيك:**

بعد ترك الكب كيك يبرد لمدة 60 دقيقة خزن في أكياس من البولي بروبلين وأغلقت بآلة لحام خاصة وذلك في درجة الحرارة المحيطة (2±25) لمدة 30 يوم.

❖ **الاختبارات الكيميائية والفيزيائية للكيك:**

- تقدير الأس الهيدروجيني (pH): تم وزن 5 g من كل عينة وأضيف لها 50 مل ماء مقطر ومزجت جيداً وقيس الرقم باستخدام جهاز قياس الأس

الهيدروجيني الالكتروني (pH Meter) وذلك وفق الطريقة القياسية (AOAC,1999) [15].

- تقدير النسبة المئوية للرطوبة: قدرت الرطوبة بوزن 5g من كل عينة وتجفيفها على الدرجة °105م حتى ثبات الوزن وفق (AOAC, 2012) [16].
- قياس الصلابة: باستخدام جهاز (TAXT plus texture analyser) وفق (AACC,2000) [17] وتم ضبط الجهاز بحيث استخدم حساس p/4 SMS وكانت الشروط المطبقة:

السرعة:5 mm/s والمسافة:mm20

- تقدير النشاط المائي Water activity: تم تقدير النشاط المائي باستخدام جهاز (Axier Ltd Novasina instrumen) وفق (Alomari *et al.*,2012) [18].

❖ **الاختبارات الميكروبيولوجية:**

إعداد التخفيف المطلوب للتعداد: حضر التخفيف باتباع طريقة (Seeley and VanDemark,1962) بوزن 10غ من الكيك بأكياس معقمة و إضافة 90 مل من بيئة (Peptone Water PW) ومن ثم التجنيس في جهاز ستوماخر لمدة 60 ثانية لتحضير التخفيف الأول 10^{-1} ثم نقل 1مل من التخفيف الأول إلى أنبوب يحوي 9 مل من بيئة (Peptone Water PW) للحصول على التخفيف الثاني 10^{-2}.

التعداد العام للبكتريا الهوائية:

تم إجراء الفحص عن طريق نقل 1 مل من التخفيف الثاني إلى أطباق بتري المعقمة ثم صب وسط الاجار المغذي المبرد (NA) في الطبق مع التحريك حتى التجانس،

وتركه يتصلب ومن ثم تحضين الأطباق على الدرجة 37 درجة مئوية لمدة 24 ساعة. نمت المستعمرات في الأطباق، وتم تقدير عدد البكتيريا بضرب عدد المستعمرات بمقلوب التخفيف، والتعبير عن النتيجة بعدد الخلايا لكل جرام[19] .

التعداد العام للخمائر والفطور:

تم إجراء الاختبار عن طريق نقل 1 مل من التخفيف الأول إلى أطباق بتري المعقمة ثم صب وسط Potato Dextrose Agar (PDA) المبرد في الطبق مع التحريك حتى التجانس، وتركه يتصلب وتحضين الأطباق على الدرجة حرارة 25 درجة مئوية لمدة 72ساعة، نمت المستعمرات في الأطباق وتم تقدير عدد الخمائر والفطريات بضرب عدد المستعمرات بمقلوب التخفيف، والتعبير عن النتيجة بعدد الخلايا لكل جرام [20].

تم حساب المستعمرات التي نمت بعد الحضانة والتعبير عنها في خلية / غ.

❖ التحليل الإحصائي:

تم إجراء 3 مكررات لجميع الاختبارات ثم التقييم الاحصائي لنتائج اختبار الحساسية باستخدام برنامج (SAS,2018) [21] وباستخدام اختبار الإشارة (Sign Test) واختبار التباين باتجاه وحيد Analyses of variance (AOV) والتقييم الاحصائي لبقية النتائج التي تم التوصل إليها بواسطة البرنامج الإحصائي Minitab 17- باستخدام تحليل التباين ANOVA وذلك عند مستوى $\alpha=0.05$ وتم التعبير عن النتائج من خلال استخدام الإحصاء الوصفي لا سيما مقاييس المتوسط الحسابي والانحراف المعياري.

❖ التقييم الحسي:

تم إجراء الاختبار الحسي من قبل مجموعة من الدكاترة والمهندسين من كلية الهندسة الكيميائية والبترولية / قسم غذائية / جامعة البعث لتحديد مدى قبول المستهلك وتأثيرها على مدة الصلاحية وذلك وفق استمارة التقويم المعتمدة قسم الغذاء والتغذية التابع لجامعة ولاية أركنساس الأمريكية [22] وقد أعطيت كل صفة من الصفات الحسية درجة من 1 إلى7درجات الجدول (1).

الجدول (1): استمارة التقييم الحسي لعينات الكيك المختبرة.

الصفة	الدرجة
المظهر	7
النسجة(مسامية)	7
الطراوة	7
النكهة	7
التقبل العام	7

أعلى درجة تمنح لكل صفة حسية هي 7وأدنى درجة 1حيث 7=ممتاز،6= جيد جدا،5= جيد، 4=متوسط،3= مقبول،2= رديء،1= رديء جدا

4-النتائج والمناقشة:

- نتائج تقييم الفعالية المضادة للميكروبات للزيوت العطرية المستخلصة من قشور الحمضيات: تم التقييم ضد أهم أنواع البكتريا المنقولة عن طريق الغذاء والتي قد تلوث المنتجات المخبوزة وتفسدها وكذلك ضد بعض أنواع الفطور التي تنتقل أبواغها للكيك والمنتجات المخبوزة أثناء تصنيع الكيك وتجهيزه.

تمت الدراسة ضد ثلاثة أجناس من البكتريا وأربعة أجناس من الفطور باستخدام 20µl من الزيوت المستخلصة وتم تسجيل أقطار دائرة التثبيط لها كما هو مبين في الجدول (2) بالنسبة للبكتريا أظهرت نتائج الدراسة أن زيت الليمون الأساسي كان الأكثر فعالية من بين زيوت الحمضيات المدروسة ولقد أعطى أقصى قطر تثبيط ضد *Escherichia coli* وذلك بدائرة تثبيط قطرها (23mm) تليها *Staphylococcus aureus* (17mm) و كانت *Salmonella spp* الأقل حساسية بقطر (16mm) أما زيت البرتقال كان أقل تأثيراً وأقل فعالية مقارنة بالليمون أقطار التثبيط تراوحت للسالمونيلا (8mm) أما المكورات العنقودية والإشريكية القولونية كان لها نفس القطر (10mm) وأظهرت الاشريكية القولونية المقاومة الأقل بالنسبة لجميع الزيوت المستخلصة وهذه النتائج تتوافق مع ما توصل إليه [23] الذي وجد بأن جميع زيوت قشور الحمضيات التركية فعالة ضد جميع أنواع البكتريا والفطريات وكان لزيت قشر الليمون النشاط الأبرز مقارنة ببقية الأنواع .

أما بالنسبة للفطور فلقد أبدت جميع زيوت الحمضيات فعالية مضادة لها وكانت أقطار دائرة التثبيط مقاربة للأقطار التي حصلنا عليها ضد البكتريا وكان فطر *Aspergillus Niger* الأكثر حساسية لجميع الزيوت باستثناء النارنج وكان زيت الليمون الأكثر فعالية من بين الزيوت كما في البكتريا , وتفسر هذه النتائج بأن جميع زيوت الحمضيات تحتوي على مركب الليمونين بنسبة عالية من (62.15-96.27)% المعروف بتأثيره المضاد

للأحياء الدقيقة [24] ، و الليمونين وحده لا ينفرد بالتأثير المضاد للميكروبات بل يتآزر مع مركبات أخرى موجودة في الزيت وهذا ما يفسر أن الليمون هو النوع الأكثر فعالية وذلك لاحتوائه على نسبة عالية من β –Pinene و α –Pinene (مجموع نسبتهما 8.385%) مقابل مع مجموعها في زيت البرتقال والكريفون والبوميلي والنارنج التي تراوحت من (0.635–1.568)% وغيرها من المركبات الفعالة مثل (Citral) الذي أثبتت فعاليته كمركب فعال كمضاد للفطور والبكتريا [25].

تم تقدير الفروقات المعنوية بين فاعلية منع النمو للزيوت العطرية موضوع الدراسة بالنسبة للفطور باستخدام اختبار التباين باتجاه وحيد وباستخدام برنامج (SAS,2018) [21] وقد سجلت الفروقات المعنوية كما يلي:

- *Aspergillus niger*: كانت هنالك فروقات معنوية واضحة بين زيت البرتقال وزيت الليمون P=0.000 ولم تكن هنالك أية فروقات معنوية ما بين زيت البرتقال زيت النارنج P>0.05.
- *Aspergillus flavus*: كانت هنالك فروقات معنوية متوسطة بين زيت البرتقال وزيت الليمون P=0.0001–0.001 كما لم تكن هنالك أية فروقات معنوية بين زيت البرتقال وزيت النارنج P>0.05.
- *Rhizopus sp*: كانت هنالك فروقات معنوية بسيطة بين زيت البرتقال وزيت الليمون P=0.01–0.05 ولم تكن هنالك أية فروقات بين زيت البرتقال وزيت النارنج.

- *Penicillium sp*: كانت هنالك فروقات معنوية واضحة بين زيت البرتقال وزيت الليمون $P<0.001$ و لم تكن هنالك أية فروقات بين زيت البرتقال وزيت النارنج.

أما بالنسبة للفروقات المعنوية لحالات منع النمو للبكتريا المختبرة:

- *Salmonella spp*: كانت هنالك فروقات معنوية واضحة مرتفعة ما بين استخدام زيت البرتقال وزيت الليمون $P<0.0001$ و لم تكن هنالك أية فروقات معنوية بين زيت البرتقال وزيت النارنج.
- *Escherichia coli*: كانت هنالك فروقات معنوية واضحة جداً (مرتفعة جداً) بين استخدام زيت البرتقال وزيت الليمون ولم تكن هنالك أية فروقات معنوية بين استخدام زيت البرتقال وزيت النارنج.
- *Staphylococcus aureus*: سجلت نفس النتائج المدرجة أعلاه.

الجدول (2): النشاط المضاد للميكروبات للزيوت الأساسية المستخلصة من الحمضيات باستخدام 20µl ضد بعض أنواع البكتريا المنقولة عن طريق الأغذية (أقطار دائرة التثبيط بالميليمتر).

الأحياء الدقيقة المختبرة	Zone of inhibition (mm)		
	الزيوت الأساسية		
	البرتقال	الليمون	النارنج
Salmonella spp	9	16	8
Escherichia coli	10	23	11
Staphylococcus aureus	10	17	10
Aspergillus niger	9	18	9
Aspergillus flavus	8	13	8

Rhizopus sp	9	11	10
Penicillium sp	10	15	9

❖ نتائج التحليل الكيميائي والفيزيائي للكيك:

تم إجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية كل 10 أيام للكيك طيلة مدة الحفظ، وتعتبر هذه الاختبارات هامة كون درجات الحرارة المحيطة ومستويات الأس الهيدروجيني لأنواع الكيك بين (5.4–7.5) والنشاط المائي في النطاق 0.75 إلى0.98 مجالات تعمل على تعزيز تلف الأطعمة المخبوزة بالعفن و الخميرة والبكتريا [26].

✓ نتائج الأس الهيدروجيني:

يعطي الجدول (3) قيم الأس الهيدروجين التي تم الحصول عليها، بالنسبة للعينات توجد فروقات معنوية واضحة في قيم الأس الهيدروجيني (pH) ما بين الشاهد ومجاميع التجربة ($p\leq0.05$) بالنسبة للزمن انخفضت قيم pH بشكل تدريجي خلال التخزين.

الجدول (3): التغيرات في قيم pH لعينات الكيك مع الزمن.

زمن التخزين العينة	1-day	10-day	20-day	30-day
1-شاهد	^{a}6.91±0.02	^{a}6.79±0.04	^{a}6.68±0.01	SP
2-زيت برتقال مضاف 0.3%	^{bc}6.79±0.04	^{ab}6.68±0.03	^{a}6.62±0.02	SP
3-زيت برتقال مضاف 0.5%	^{bc}6.74±0.01	^{c}6.59±0.03	^{ab}6.56±0.03	SP
4-زيت برتقال مضاف 1%	^{c}6.63±0.01	^{c}6.56±0.03	^{b}6.55±0.03	^{ab}6.49±0.005
5-زيت ليمون مضاف 0.3%	^{bc}6.74±0.01	^{ab}6.71±0.02	^{a}6.63±0.03	SP
6-زيت ليمون مضاف 0.5%	^{bc}6.68±0.01	^{c}6.57±0.05	^{ab}6.53±0.01	SP
7-زيت ليمون مضاف 1%	^{c}6.60±0.01	^{c}6.54±0.05	^{b}6.50±0.01	^{b}6.45±0.01
8-زيت نارنج مضاف 0.3%	^{ab}6.82±0.03	^{b}6.69±0.01	^{a}6.63±0.01	SP

9-زيت بنارنج مضاف 0.5%	^{bc}6.76±0.03	^{abc}6.66±0.01	^{ab}6.61±0.03	SP
10-زيت نارنج مضاف 1%	^{c}6.68±0.03	^{bc}6.60±0.01	^{b}6.57±0.03	^{ab}6.49±0.005
11-سوربات البوتاسيوم 0.1%	^{a}6.79±0.01	^{a}6.76±0.01	^{a}6.70±0.03	^{a}6.68±0.04

sp: spoilage sample.

تدل الأحرف الصغيرة المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فرق معنوي بينها عند $p \geq 0.05$

ويمكن تفسير الانخفاض في درجة الحموضة خلال التخزين بسبب زيادة نشاط الأحياء [27]. ويرجع انخفاض درجة حموضة العينات المضاف لها زيوت عطرية إلى وجود مادة sabonin في تركيبها الكيميائي [28] وهذه النتائج تتوافق مع ما توصل إليه [29].

✓ نتائج النشاط المائي (a_w):

يوجد الماء في الأغذية بشكلين الحر والمرتبط الماء المرتبط هو الذي يكون داخلاً في تركيب جزيئات الغذاء المختلفة، أما الماء الحر هو الماء المتاح بيولوجياً والذي يساعد في نمو البكتريا والخمائر والفطور مؤثراً بذلك على جودة الغذاء وسلامته، يعد اختبار النشاط المائي على درجة كبيرة من الأهمية فهو يفيد في معرفة مدى سلامة الغذاء واستقراره أثناء مدة صلاحيته وتخزينه تعتمد قابلية المنتجات الغذائية للهجوم الميكروبي إلى حد كبير على توافر الماء في المنتج بدلاً من محتوى الرطوبة والذي عبرنا عنه بالنشاط المائي، المكونات المختلفة الموجودة في الكيك تتنافس فيما بينها من أجل الارتباط مع الماء من أجل الذوبان و الإماهة، فمثلا السكريات والأملاح عند ذوبانها تقلل من ضغط البخار وتوافر الماء لأي كائن حي دقيق متواجد في المنتج الغذائي [30] ، وبالتالي ينخفض النشاط المائي وتزداد مدة الصلاحية بزيادة تركيز هذه المواد.

يبين الجدولين (4 و5) بأن قيم النشاط المائي ومحتوى الرطوبة تنخفض تدريجياً مع الزمن لجميع العينات أثناء مدة التخزين وذلك نتيجة هجرة الرطوبة من اللب إلى سطح الكيك [31] وبسبب نفاذية الغلاف [32].

يلاحظ من الجدول رقم (4) لاحظنا وجود فروقات معنوية بسيطة في التغيرات في قيم (a_w) ما بين الشاهد ومجاميع التجربة ($p \leq 0.05$).

الجدول (4): التغيرات في قيم (a_w) خلال مدة التخزين

زمن التخزين العينة	1-day	10-day	20-day	30-day
1-شاهد	^{a}0.828±0.008	^{a}0.80±0.02	^{a}0.778±0.005	SP
2-زيت برتقال مضاف 0.3%	^{a}0.826±0.006	^{b}0.788±0.012	^{a}0.777±0.013	SP
3-زيت برتقال مضاف 0.5%	^{ab}0.823±0.002	^{ab}0.793±0.002	^{a}0.776±0.003	SP
4-زيت برتقال مضاف 1%	^{ab}0.814±0.02	^{b}0.782±0.022	^{a}0.771±0.014	^{a}0.752±0.012
5-زيت ليمون مضاف 0.3%	^{a}0.827±0.009	^{b}0.787±0.009	^{a}0.774±0.02	SP
6-زيت ليمون مضاف 0.5%	^{b}0.819±0.016	^{ab}0.795±0.015	^{a}0.773±0.002	SP
7-زيت ليمون مضاف 1%	^{b}0.816±0.01	^{b}0.789±0.005	^{a}0.779±0.015	^{a}0.749±0.003
8-زيت نارنج مضاف 0.3%	^{a}0.830±0.014	^{b}0.786±0.007	^{a}0.775±0.001	SP
9-زيت بنارنج مضاف 0.5%	^{a}0.824±0.02	^{ab}0.794±0.014	^{a}0.779±0.001	SP
10-زيت نارنج مضاف 1%	^{ab}0.817±0.03	^{ab}0.791±0.06	^{a}0.772±0.009	^{a}0.757±0.001
11-سوربات البوتاسيوم 0.1%	^{a}0.827±0.004	^{ab}0.799±0.02	^{a}0.781±0.005	^{a}0.765±0.001

sp: spoilage sample

تدل الأحرف الصغيرة المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فرق معنوي بينها عند $p \geq 0.05$

الجدول (5): التغيرات في محتوى الرطوبة (%) خلال مدة التخزين

زمن التخزين العينة	1-day	10-day	20-day	30-day
1-شاهد	^{a}22.92±0.42	^{a}21.15±0.27	^{a}19.61±0.18	SP
2-زيت برتقال مضاف 0.3%	^{a}22.17±0.19	^{a}21.18±0.51	^{a}19.96±0.58	SP
3-زيت برتقال مضاف 0.5%	^{a}22.67±0.49	^{ab}21.12±0.31	^{a}19.23±0.30	SP
4-زيت برتقال مضاف 1%	^{a}22.05±0.12	^{b}20.74±0.70	^{a}19.96±0.41	^{a}18.04±0.11
5-زيت ليمون مضاف 0.3%	^{a}22.61±0.21	^{a}21.48±0.33	^{a}19.97±0.22	SP
6-زيت ليمون مضاف 0.5%	^{a}22.72±0.21	^{bc}20.52±0.43	^{a}19.45±0.65	SP
7-زيت ليمون مضاف 1%	^{a}21.98±0.23	^{c}20.02±0.65	^{a}19.55±0.18	^{a}17.89±0.01
8-زيت نارنج مضاف 0.3%	^{a}22.03±0.53	^{ab}21.09±0.75	^{a}19.86±0.29	SP
9-زيت بنارنج مضاف 0.5%	^{a}22.58±0.53	^{bc}20.83±0.16	^{a}20.02±0.06	SP
10-زيت نارنج مضاف 1%	^{a}22 19±0.19	^{bc}20.65±0.16	^{a}19.89±0.06	^{a}18.15±0.49
11-سوربات البوتاسيوم 0.1%	^{a}22.45±0.21	^{bc}20.92±0.21	^{a}19.92±0.17	^{a}18.41±0.16

sp: spoilage sample

تدل الأحرف الصغيرة المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فرق معنوي بينها عند $p \geq 0.05$

✓ نتائج قياس الصلابة:

من الجدول رقم (6) تشير النتائج إلى وجود فروقات معنوية ما بين العينة المضاف لها سوربات البوتاسيوم ومجاميع التجربة ($p \leq 0.05$).

الجدول (6): التغيرات في الصلابة (N) خلال مدة التخزين

زمن التخزين العينة	1-day	10-day	20-day	30-day
1-شاهد	^{b}1.631±0.032	^{ab}1.996±0.050	^{bc}2.423±0.058	SP
2-زيت برتقال مضاف 0.3%	^{b}1.521±0.003	^{b}1.811±0.0416	^{bc}2.267±0.034	SP
3-زيت برتقال مضاف 0.5%	^{b}1.453±0.165	^{bc}1.712±0.049	^{cd}2.164±0.039	SP
4-زيت برتقال مضاف 1%	^{c}1.263±0.032	^{c}1.533±0.036	^{d}1.993±0.085	^{b}2.308±0.132
5-زيت ليمون مضاف 0.3%	^{b}1.587±0.063	^{ab}1.989±0.040	^{bc}2.257±0.0316	SP
6-زيت ليمون مضاف 0.5%	^{b}1.495±0.097	^{b}1.893±0.056	^{bc}2.201±0.071	SP
7-زيت ليمون مضاف 1%	^{bc}1.319±0.065	^{b}1.711±0.145	^{cd}2.043±0.087	^{b}2.415±0.031
8-زيت نارنج مضاف 0.3%	^{b}1.604±0.016	^{ab}1.921±0.051	^{b}2.394±0.087	SP
9-زيت بنارنج مضاف 0.5%	^{b}1.594±0.098	^{b}1.886±0.0501	^{b}2.304±0.034	SP
10-زيت نارنج مضاف 1%	^{b}1.434±0.03	^{b}1.7960±0.041	^{b}2.254±0.116	^{b}2.571±0.0977

11-سوربات البوتاسيوم 0.1%	^{a}2.040±0.051	^{a}2.328±0.051	^{ab}2.818±0.011	^{a}3.126±0.100

sp: spoilage sample

تدل الأحرف الصغيرة المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فرق معنوي بينها عند $p \geq 0.05$

على الرغم من أن معدل بيات الكيك أبطأ من الخبز بسبب انخفاض كمية النشاء فيه مقارنة بالخبز ووجود السكر والدسم كمكونات رئيسية في تركيبته [32] لكنه يحدث قبل التدهور الميكروبي في الكيك ويحدد مدة صلاحيته وبالتالي دراسة القوام من أهم المؤشرات التي تحدد مدة صلاحية المنتج ومدى قبول المستهلك أو رفضه فالصلابة تزداد خلال مدة التخزين وتعطينا لبابة كيك مفتتة غير محبذة للاستهلاك، ويمكن تفسير الصلابة التي تحدث للبابة الكيك بأنها ضعف في الروابط الداخلة في تكوين البنية [33] وذلك نتيجة لما يدعى البيات [34] يوضح الجدول (6) نتائج قيم الصلابة لعينات الكيك التي ازدادت صلابتها مع زمن التخزين لكل من عينة الشاهد ومجاميع التجربة بالإضافات 0.3%-0.5%-1% على التوالي وهذه النتائج تتفق مع ما توصل إليه [35] في دراسته بأن الكيك المخزن بدرجة حرارة الوسط المحيط تزداد صلابته بشكل تدريجي طيلة مدة التخزين، كما يلاحظ من النتائج بأن عينة الشاهد أعطت قيم صلابة أعلى قليلاً من العينات المضاف لها زيت قشر الليمون والبرتقال بنسبة 1%، وهذا يتشابه مع ما وجده [36] بأن إضافة زيت البرتقال العطري إلى الكيك حسن من القوام بشكل طفيف. ونظراً لاحتواء الزيت العطري على مركبات كيميائية خافضة للتوتر السطحي ساهمت في حجز الغاز والمحافظة عليه. وهذا يتوافق مع ما توصل إليه [29] أنه بإضافة زيت قشر البرتقال للكيك ازداد حجم الكيك وانخفضت صلابته. أما عينة الكيك الحاوية على السوربات فكان لها حجم واضح أقل ويمكن تفسير ذلك بحدوث اضطراب في توزيع فقاعات الهواء وحتى القضاء عليها وتخريبها (تمزقها).

❖ نتائج التحليل الميكروبي للكيك:

تم إجراء التحليل الميكروبي في بداية التخزين بعد التصنيع مباشرة وكل 10 أيام حتى نهاية مدة التخزين.

✓ نتائج التعداد العام للبكتريا للكيك خلال فترة الحفظ:

أظهرت نتائج الجدول (7) أنه في بداية تخزين الكيك لم تظهر المستعمرات في جميع العينات، وكان الحد الأقصى للتعداد من بين عينات الكيك المدروسة لعينة الشاهد، في اليوم العاشر لاحظنا ظهور المستعمرات البكتيرية في جميع العينات وبدأت بالتزايد بشكل تدريجي خلال مدة التخزين.

الجدول (7): التعداد العام للبكتريا (10^2خلية /غ).

زمن التخزين العينة	0-day	10-day	20-day	30-day
1-شاهد	ND	^{a}15.33	^{a}56.66	SP
2-زيت برتقال مضاف 0.3%	ND	^{ab}12.33	^{bc}35.66	SP
3-زيت برتقال مضاف 0.5%	ND	^{b} 9.33	^{cd}26.66	SP
4-زيت برتقال مضاف 1%	ND	^{bc}7.33	^{d}18.66	^{a}35.66
5-زيت ليمون مضاف 0.3%	ND	^{ab}11.33	^{bc}32.33	SP
6-زيت ليمون مضاف 0.5%	ND	^{bc}7.33	^{cd}21.33	SP
7-زيت ليمون مضاف	ND	^{c} 5.33	^{d}15.33	^{b}23.33

1%				
8-زيت نارنج مضاف 0.3%	ND	^{a} 14.66	^{b}39.66	SP
9-زيت بنارنج مضاف 0.5%	ND	^{ab}11.33	^{cd}29.33	SP
10-زيت نارنج مضاف 1%	ND	^{bc}8.33	^{d}19.33	^{a}35.66
11-سوربات البوتاسيوم 0.1%	ND	^{d}3.66	^{e}5.66	^{c}9.33

ND: not detected microbial counts ,sp: spoilage sample.

تدل الأحرف الصغيرة المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فرق معنوي بينها عند $p \geq 0.05$

✓ نتائج التعداد العام للخمائر والفطور للكيك خلال فترة الحفظ:

توضح النتائج المبينة في الجدول (8) بعدم ملاحظة أي نمو للفطور والخمائر في بداية التخزين وتبين أيضاً أن إضافة زيت قشر الحمضيات إلى الكيك بنسبة إضافة 1% أدى إلى تأخير ظهور العفن خلال مدة الحفظ مقارنة بعينة الشاهد.

الجدول (8): التعداد العام للخمائر والفطور (10خلية /غ)

زمن التخزين العينة	0-day	10-day	20-day	30-day
1-شاهد	ND	^{a}11.33	^{a}37.66	SP
2-زيت برتقال مضاف 0.3%	ND	^{a} 9.33	^{bc}28.33	SP
3-زيت برتقال مضاف 0.5%	ND	^{b}6.33	^{cd}19.66	SP
4-زيت برتقال مضاف 1%	ND	ND	^{d}9.66	^{a}17.66
5-زيت ليمون مضاف 0.3%	ND	^{bc}5.33	^{c}19.66	SP
6-زيت ليمون مضاف 0.5%	ND	^{c}3.33	^{d}8.33	SP
7-زيت ليمون مضاف 1%	ND	ND	^{de}5.33	^{bc}8.33

8-زيت نارنج مضاف 0.3%	ND	^{ab}7.33	^{bc}25.66	SP
9-زيت بنارنج مضاف 0.5%	ND	^{bc}5.33	^{c}19.33	SP
10-زيت نارنج مضاف 1%	ND	ND	^{d}7.33	^{a}15.33
11-سوربات البوتاسيوم 0.1%	ND	ND	^{de}3.33	^{c}5.33

ND: not detected microbial counts, sp: spoilage sample

تدل الأحرف الصغيرة المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فرق معنوي بينها عند $p \geq 0.05$

جميع التراكيز المضافة من الزيت أعطت فعالية في تخفيض الحمل الميكروبي وكلما زاد تركيز الزيت لاحظنا زيادة الفعالية وهذا ما يتشابه مع ما توصل إليه في دراسته [35] ويتوافق مع [37] بأن فعالية الزيوت العطرية تزداد بزيادة تركيز الزيت وأن انخفاض عدد الميكروبات يعتمد على تركيز الزيت العطري فكلما زاد تركيز الزيت كلما كان التأثير المضاد للميكروبات عالياً وقد يمنع بشكل تام من نمو الكائنات الحية الدقيقة، بهذا نجد أنه بزيادة التركيز تزداد فعالية الزيت في تخفيض التعداد البكتيري ويكون تركيزاً فعالاً في الحفظ بحيث حافظ الكيك على مدة صلاحية 30 يوم وهذا يتشابه مع [38]. وتعزى الفعالية المضادة للميكروبات بشكل أساسي إلى محتوى زيوت الحمضيات لمركب الليمونين المعروف بخصائصه المضادة للفطريات والبكتريا [39] .

❖ نتائج التقييم الحسي للكيك:

يبين الجدول (9) نتائج التقييم الحسي لعينات الكيك المختلفة المضاف إليها زيوت الحمضيات بالنسب الثلاث (0.3-0.5-1)% وعينة الشاهد الخالية من الإضافات والعينة المضاف لها مادة حافظة كيميائية (سوربات البوتاسيوم) وذلك عند بداية التخزين، تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى عدم وجود فروق ذات دلالة معنوية بين

العينات المضاف إليها زيوت قشور الحمضيات وبين عينة الشاهد و السوربات في جميع الصفات باستثناء صفة النكهة والمسامية فقد ظهرت فروقات بين العينات يمكن تفسير نتائج التقييم الحسي بكون الزيوت العطرية لقشور الحمضيات معروفة كمركبات نكهة [40]وهذا ما رفع من درجات تقييم عينات الزيت العطري المضاف إلى الكيك بالنسب الثلاثة.

الجدول (9): التقييم الحسي لنماذج الكيك المختبرة

الصفة	المظهر (لون قشر ولبابة)	النسجة (المسامية)	الطراوة (الصلابة)	النكهة	القبول العام
1-شاهد	5.87 ± 0.37^{ab}	5.28 ± 0.48^{bc}	5.14 ± 0.37^{b}	5.42 ± 0.53^{b}	5.28±0.48
2-زيت برتقال مضاف 0.3%	4.71 ± 1.38^{c}	4.71 ± 1.38^{d}	4.71 ± 1.25^{c}	5.57 ± 0.53^{b}	5.42±0.53
3-زيت برتقال مضاف 0.5%	6.28 ± 0.75^{a}	5.28 ± 1.70^{bc}	5.42 ± 0.97^{b}	6.14 ± 0.37^{a}	6.28±0.75
4-زيت برتقال مضاف 1%	6.28 ± 0.75^{a}	6.57 ± 1.06^{b}	6.57 ± 0.53^{a}	6.57 ± 0.78^{a}	6.57±0.53
5-زيت ليمون مضاف 0.3%	6.14 ± 0.37^{ab}	5.71 ± 0.75^{b}	5.57 ± 0.53^{b}	5.71 ± 0.75^{b}	6.14±0.37
6-زيت ليمون مضاف 0.5%	5.85 ± 1.06^{ab}	5.85 ± 1.21^{b}	6.14 ± 0.37^{ab}	6.28 ± 0.48^{ab}	6.42±0.53
7-زيت ليمون مضاف 1%	6.14 ± 0.89^{ab}	6.28 ± 1.25^{ab}	6.71 ± 0.48^{a}	6.71 ± 0.75^{a}	6.57±0.53
8-زيت نارنج مضاف 0.3%	5.85 ± 0.37^{ab}	6.28 ± 0.48^{ab}	5.85 ± 0.37^{b}	5.71 ± 0.48^{b}	5.85±0.37
9-زيت بنارنج مضاف 0.5%	6.28 ± 0.75^{a}	6.42 ± 0.53^{a}	5.85 ± 0.37^{ab}	5.71 ± 0.75^{b}	5.85±0.37
10-زيت نارنج مضاف 1%	6.28 ± 0.75^{bc}	5.85 ± 0.78^{b}	6.42 ± 0.53^{b}	5.85 ± 0.37^{b}	6.14±0.37

11-سوربات البوتاسيوم 0.1%	5.87±0.37^{ab}	5.28±0.48^{bc}	5.14±0.37^{b}	5.42±0.53^{b}	5.28±0.48

أعلى درجة تمنح لكل صفة حسية هي 7وأدنى درجة 1حيث 7=ممتاز،6= جيد جدا، 5=جيد،4= متوسط، 3=مقبول،2= رديء،1= رديء جدا.

تدل الأحرف الصغيرة المتشابهة في العمود الواحد تدل على عدم وجود فرق معنوي بينها عند $p \geq 0.05$.

5-الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال نتائج البحث وجد:

i. انخفاض قيمة pH لجميع العينات المضاف لها زيوت عطرية مع زيادة نسبة الإضافة وانخفاض الأس الهيدروجيني مع الزمن بسبب التغيرات الحاصلة أثناء التخزين.
ii. انخفاض رطوبة الكيك مع الزمن وبالتالي فقدان المنتج لطازجيته.
iii. انخفاض قيمة النشاط المائي بزيادة نسبة الزيت العطري للحمضيات وهو أمر مرغوب فيه لأنه يحد من نمو الأحياء الدقيقة أثناء التخزين.
iv. تحسن في الخواص الفيزيائية والحسية من قوام ونكهة ومسامية.
v. تقليل أعداد البكتريا والخمائر والفطور للكيك بزيادة نسبة الزيت المضاف خلال فترة التخزين وبالتالي زيادة العمر الافتراضي بشكل أمن على الصحة بدون أية مواد حافظة كيميائية.

التوصيات:

- استخدام مواد محسنة للقوام لتجنب البيات مع زيادة العمر التخزيني.
- استخدام أغلفة غير نفوذه للرطوبة والأوكسجين للحفاظ على جودة الكيك أطول مدة ممكنه.
- إضافة الزيت العطري لحشوات المنتج المخبوز لتحقيق أقصى استفادة وخاصة الحشوات اللبنية التي تعتبر المصدر الأكبر للتلوث البكتيري
- استخدام تقنيات مختلفة للتطبيق الزيت في الأغذية كدمجه مع الأغلفة بدون تعرضه للحرارة للحفاظ على معظم مكوناته.

المراجع

[1]-London: Institute of Food Science. (LIFS). (1993). Shelf Life of Foods – Guidelines for its Determination and Prediction. & Technology J. Vol.2.

[2]-European Food Safety Authority. (2013). Deoxynivalenol in food and feed: Occurrence and exposure. EFSA J., 11, 3379-3435.

[3]-Kent, N.L. (1983). Technology of cereals. Third Edition. Pergamon Press, Oxford.

[4]-The Syrian Arab organization for Standardization and Metrology. (1994). Cake Characterization No. 1360. Ministry of Industry, Syria.

[5] -Saranraj, P. and Geetha,M.(2012). Microbial Spoilage of Bakery Products and its Control by Preservatives. International J Pharmaceutical and Biological Archives. 3(1): 38-48.

[6]-Krisch, J., Tserennadmid, R., and Vágvölgyi, C. (2011). Essential oils against yeasts and moulds causing food spoilage. Science against microbial pathogens: Communicating current research and technological advances, Badajoz, Spain.

[7]-Skandamis, p., Koutsoumanis, K.Fasseas,K. and Nychas,G. J. E. (2001). Inhibition of Oregano Essential Oil and EDTA on E. coli 0157: H7. Ital. J Food. Sci. 13: 55-65.

[8]-Ferhat, M.A.; Meklati, B.Y.; Smadja, J. and Chemat, F.(2006). AN improved microwave Clevenger apparatus for distillation of essential oils from orange peel. J. Chromatogr. A, 1112, 121–126.

[9]-Njoroge, S. M., Koaze, H., Karanja, P. N., and Sawamura, M. (2005). Volatile constituents of redblush grapefruit (Citrus paradisi) and pummelo (Citrus grandis) peel essential oils from Kenya. J. Agric. Food Chem. 53, 9790–9794.

[10]-Prakash, B., Kedia, A., Mishra, P. K., and Dubey, N. K. (2015). Plant essential oils as food preservatives to control moulds, mycotoxin contamination and oxidative deterioration of agri-food commodities–Potentials and challenges. Food Control, 47, 381-391.

[11]-Giwa, S. O., Muhammad, M., and Giwa, A. (2018). Utilizing orange peels for essential oil production. *J Eng*Appl Sci, 13(1), 17-27.12.

[12]-Thitilertdecha, N., Teerawutgulrag, A. and Rakariyatham, N. (2008). Antioxidant and antibacterial activities of nepheliumlappaceum l. Extracts. Food Sci Technol, 41: 2029-2035.

[13]-Deans, S.G. and Dorman, H.J.D. (1999). Antimicrobial agent from plant: Antibacterial activity of plant volatile oils. J. Appl. Microbiol. 88(2): 308316.

[14]-Hadacek, F. and Greger, H. (2000). Testing of antifungal natural products: methodologies, comparability of results and essay choose. Phytochemistry Annals, 1, 137-147.

[15]-AOAC. (1999). Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis Baked products. Hydrogen-Ion Activity pH. VOL. 935.39.

[16]-AOAC. (2012). Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. (A). Total solids and Moisture. Vol.925.45.

[17]-AACC. (2000). Approved methods of American Association of Cereal Chemists (8th ed.). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.

[18]- Alomari, W., Alsaed, A.K. and Hadadin, M. (2012). Utilization of labneh whey lactose hydrolyzed syrup in baking and confectionery. Pakistan Journal of Nutrition, 11 (8): 688-695.

[19]- Seeley, J. R., and VanDemark, P. J. (1962). Microbes in action. A laboratory manual of microbiology. Microbes in action. A laboratory manual of microbiology.USA.

[20]-Doulia, D., Katsinis, G., and Rigas, F. (2006). Prediction of the mould-free shelf life of muffins. International Journal of Food Properties, 9(4), 637-650.

[21]- SAS.(2018).Manual Guide Line. Microsoft CO .Limited .USA .WA .State.

[22]-Department of Food and Nutrition, College of Home Economics. (1975). Food Science Manual. K-State Union Book Store, Kansas State University, Manhatten, KS, U.S.A.

[23]-Kırbaşlar, F. G. and Kırbaşlar, S. İ. (2009). Composition of cold-pressed bitter orange peel oil from Turkey. J. Essent. Oil Res., V. 15, pp. 6-9.

[24]-Badr El-Din, Radwan; Al-Uqla, Bassam, Al-Amir, Lena (2013). Study of the composition and bacterial antagonism of essential oils extracted from the peels of citrus fruits. Damascus University Journal of Basic Sciences, Volume (29), Issue Two. Damascus.

[25]-Souza, E. L. d., Lima, E. d. O., Freire, K. R. d. L. and Sousa, C. P. d., Inhibitory action of some essential oils and phytochemicals on the growth of various moulds isolated from foods. Braz. Arch. Biotechnology. 2005, 48, 245-250

[26]-El-Kadi, S. M., El-Fadaly, H. A., and El-Gayar, E. S. M. (2018). Examination of pathogenic bacteria in some cake samples. International journal of microbiology and application, 5(3), 56-63.

[27]- Sang, W., Shao, X., and Jin, Z. T. (2015). Texture attributes, retrogradation properties and microbiological shelf life of instant rice cake. Journal of food processing and preservation, 39(6), 1832-1838.

[28]-Marzouk, B. (2013). Characterization of bioactive compounds in Tunisian bitter orange (Citrus aurantium L.) peel and juice and determination of their antioxidant activities. BioMed research international.

[29]-Torghabe, S. A., Sheikholeslami, Z., & Salehi, E. A. (2016). Effect of orange peel essential oils as a natural preservative on rheological, sensory and microbial properties of cupcake. Iranian Journal of Food Science & Technology, 12(50).

[30]-Bennion, E. B., and Bamford, G. S. T. (1997). The technology of cake making. Springer Science & Business Media:16th ed / South Bank University London, UK.

[31]-Cauvain, S. P., and Young, L. S. (2009). Bakery food manufacture and quality: water control and effects. John Wiley &Sons.

[32]-Glelians, P., Roy, G. and Guilllet, M. (1999). Relative effects of ingredients on cake staling based on an accelerated shelf-life test. J. Food Sci. 64, 937–940.

[33]-Sych, J., Castaigne, F., and Lacroix, C. (1987). Effects of initial moisture content and storage relative humidity on textural changes of layer cakes during storage. Journal of Food Science, 52(6), 1604-1610.

[34]-Cauvain, S.P. and Young, L.S. (2007). Technology of Bread making; Springer Science & Business Media: New York, NY, USA. ISBN 978-0-387-38565-5.

[35]-Amer, T. A. (2018). Effect of Lemon and Orange Oils on shelf life of Cake. Sciences, 8(04), 1364-1374.

[36]-Hussein, A. M., Mahmoud, K. F., Hegazy, N. A., Kamil, M. M., Mohammad, A. A., &Mehaya, F. M. (2019). Efficiency of micro and nano encapsulated orange peel essential oils on quality of sponge cake. J Environ Sci Tech, 12, 26-37.

[37]-Khaki, M., Sahari, M. A., and Barzegar, M. (2012). Evaluation of antioxidant and antimicrobial effects of chamomile (Matricaria chamomilla L.) essential oil on cake shelf life., 3(43), 9-18.

[38]-Ahmed, H., Abuzaid, A and Sayed, H. (2009). Antimicrobial effect of orange juice, peel and its essential oil on the shelf life of cake. Mnsoura university Journal of Agriculture Science, 34(2): 1019-1028.

[39]- Espina, L., Gelaw, T.K., de Lamo-Castellvi,S.,Pagan,R.,and Gracia-Gonzlo,D.(2013).Mechanism of bacterial inactivation by combined processes.Plos one , 8(2),e56769.

[40]-Steuer, B., Schulz, H., and ¨ager, E. L. (2001). Classification and analysis of citrus oils by NIR spectroscopy. Food Chemistry, vol. 72, no. 1, pp. 113–117.