تأثير عمليات السلق المختلفة في فعالية أنزيم البيروكسيديز والصفات النوعية لشرائح الجزر المجمدة

بتول محمود الانصاري*[(1)] وعبد الرحمن حسن لفتة[(1)]

(1). قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة البصرة، البصرة، العراق.

(*للمراسلة: د. بتول الأنصاري. البريد الإلكتروني: batool.mahmod6@gmail.com).

تاريخ الاستلام: 2020/04/04 تاريخ القبول: 2020/06/03

الملخص

أجريت هذه الدراسة في الفترة الواقعة بين شهري كانون الثاني وشهر شباط من العام 2019 في جامعة البصرة، كلية الزراعة، في مختبرات قسم علوم الأغذية، لمعرفة تأثير طرق السلق المختلفة (الغمر بالماء المغلي T1 والبخار T2 والمايكروويف T3) لمدة 5 دقائق، في فعالية أنزيم البيروكسيديز، والخصائص النوعية لشرائح الجزر المخزنة بالتجميد لفترة 30 يوماً. تم قياس فعالية أنزيم البيروكسيديز لجميع المعاملات وإجراء بعض الاختبارات الكيميائية والحسية لشرائح الجزر قبل وبعد التجميد. أظهرت النتائج وجود فروقات معنوية عند مستوى احتمالية ($P<0.05$) بين المعاملات T3, T2, T1 مقارنة مع معاملة الشاهد T0 (جزر غير مسلوق) إذ انخفضت فعالية الأنزيم تدريجياً مع تقدم مدة الخزن. ويلاحظ من النتائج أن وقت السلق كان غير كافي لوقف نشاط الأنزيم والذي يعتبر دليل على كفاءة عملية السلق، في حين ازدادت نسبة الرطوبة والرقم الهيدروجيني بينما انخفضت نسبة المادة الجافة ونسبة الحموضة الكلية ومحتوى حامض الاسكوربيك للمعاملات T1، T2،T3 مقارنةً مع معاملة الشاهد T0. وبينت نتائج الاختبارات الحسية عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى احتمالية ($P<0.05$) بين المعاملات T1، T2،T3 مقارنة مع معاملة الشاهد T0 وكانت أفضل معاملة هي طريقة السلق بالماء المغلي والسلق بالمايكروويف من حيث اللون والقوام، في حين لم يظهر اختلاف بالطعم والرائحة لجميع المعاملات بعد انتهاء فترة الخزن بالتجميد.

الكلمات المفتاحية: بيروكسيديز، خزن بالتجميد، جزر، عملية السلق، حامض الاسكوربيك.

المقدمة:

إن الهدف الأساسي من عمليات تصنيع وحفظ الأغذية هو المحافظة على جودة الغذاء وعلى قيمته الغذائية. ويعتمد اختيار العملية التصنيعية أو طريقة الحفظ الملائمة على نوع الغذاء وصفات الجودة للمواد المراد المحافظة عليها، وكذلك مدى تأثيرها في القيمة الغذائية والناحية الصحية عند استهلاك الغذاء (الحسيني، 2012). في الوقت الحاضر تركز صناعة المواد الغذائية على طرق جديدة لإيقاف نشاط الأنزيمات مع الحد الأدنى من الآثار الضارة على الملمس والنكهة والعناصر الغذائية. ويعتبر التجميد طريقة سريعة ومريحة وشائعة للحفاظ على نوعية وجودة الخضروات اذا تم استخدامها بشكل صحيح. كما أنه يؤخر نمو البكتيريا والعفن والخمائر

ويبطىء فعالية الأنزيمات الطبيعية التي تسبب تغيرات في النكهة واللون والقوام والقيمة الغذائية ولكن لا يوقف فعاليتها (Pervin *et al.*, 2017).

تعد طريقة السلق واحدة من المراحل التي تسبق عملية تعليب الخضروات وتجفيفها وتجميدها، إذ أن المعاملة بالسلق تثبت اللون والملمس والنكهة وتحافظ على جودة المنتجات الغذائية، فضلاً عن أنه يبطئ أو يوقف عمل الأنزيمات الطبيعية والتي إذا لم يتوقف نشاطها قبل التجميد فقد تستمر الخضراوات في النضج أو تطور النكهات أو تغير اللون والملمس والقيمة الغذائية، ومن هذه الأنزيمات أنزيم البيروكسيديز الذي يحفز التغييرات الغير مرغوبة في تلك المنتجات (Sezer and Demirdoven, 2015) وهو أنزيم مهم من الناحية التكنولوجية، إذ يعد مؤشراً لكفاءة عمليات السلق في مجال الصناعات الغذائية بما يتمتع به من ثبات حراري تجاه المعاملات الحرارية خلال العمليات التصنيعية كونه أكثر الأنزيمات مقاومة للحرارة، ولايزال الباحثون يبحثون عن أنزيمات البيروكسيديز الجديدة ذات الثباتية العالية والخصائص المناسبة لمختلف التطبيقات البيوتكنولوجية والطبية الحيوية ((Bania and Mahanta 2012).

يعد البيروكسيديز 1.1.7 1.1 من الأنزيمات الهامة في الأنظمة الحيوية في الكائنات الحية الهوائية وهو أحد أنزيمات الأكسدة والاختزال الذي يحفز تحويل بيروكسيد الهيدروجين إلى الماء وبذلك يخلص خلايا الكائن الحي من أضراره، إذ أن بقاء بيروكسيد الهيدروجين في الخلايا يعني إمكانية مهاجمة المركبات الحيوية داخل الخلية، وتعطيل العديد من الفعاليات الحيوية فيها كونه مصدر للجذور الحرة (الراوي، 2016). وهو أنزيم نباتي يشارك في العديد من التغييرات المتدهورة التي تؤثر في النكهة والملمس واللون والقيمة الغذائية في الفواكه والخضروات المصنعة. يتم تثبيط أنزيمات النبات بشكل عام باستخدام المعاملات الفيزيائية أو الكيميائية مثل التسخين (السلق) أو خفض درجة الحموضة أو خفض النشاط المائي أو دمج المضافات الكيميائية (Alvares *et al.*, 2015)، لذا تعد عملية السلق معاملة حرارية تخضع لها الخضار والفواكه قبل تصنيعها للحفاظ على سمات الجودة مثل: اللون والملمس مع تأثيرات إيجابية، بما في ذلك تدمير البكتيريا السطحية وتثبيط الأنزيمات. ومع ذلك قد تؤدي المعاملة الحرارية أيضاً إلى تغيرات غير مرغوب فيها بما في ذلك فقدان القيمة الغذائية (Norena *et al.*, 2018). في حين تعمل عمليات السلق على تحسين اللون والنسجة والنكهة والقيمة الغذائية للأغذية باعتبارها طريقة من طرق الحفظ، كما تختلف أوقات السلق مع حجم ونوع الخضروات، وقد يؤدي فرط السلق إلى فقدان الفيتامينات والمعادن والنكهة واللون بسبب ترشيح هذه العناصر الغذائية المهمة (Moses *et al.*, 2013). تحتاج الخضروات إلى السلق في الماء المغلي أو بالبخار قبل تجميدها إذ تعتبر أغذية قابلة للتلف السريع بسبب الكائنات الحية الدقيقة أو الأنزيمات أو تفاعلات الأكسدة. إذ تساعد درجة حرارة التخزين الثابتة في الحفاظ على جودتها (Sezer and Demirdoven 2015).

يعتبر الجزر (*Daucus carota* L.) واحد من أهم الخضروات الجذرية الغنية بمحتوياتها الغذائية بما في ذلك الكاروتين والكاروتينات ومضادات الأكسدة الطبيعية والألياف الغذائية والفينولات والبولي اسيتلين والتي يمكن تصنيفها كمواد غذائية من حيث محتوياتها من التوكوفيرول وحامض الاسكوربيك فيتامين C وفيتامين B1 وB2 وB6 وB12 (Sezer and Demirdoven, 2015). تفضل الناس بشكل عام تناول الخضروات الطازجة بسبب فوائدها المميز ومع ذلك قد لا يحصل المستهلكون على احتياجاتهم من الخضروات الطازجة بسبب قصر موسمها. لذا سيختار المستهلكون الخضروات الجاهزة والمعاملة بحد أدنى من العمليات التصنيعية والهدف منها هو الحفاظ على نضارة المنتج بدون أي تأثير على قيمته الغذائية وغطالة مدة حفظه (Santosa *et al.*, 2016) ومن الأنزيمات الموجودة بشكل شائع في الجزر هي البيروكسيديز والكاتليز والتي لها تأثيراً كبيراً في خصائصه النوعية، ولغرض تقليل الفعل التدهوري لهذه الأنزيمات

تعامل الفواكه والخضروات بالحرارة أو السلق لتثبيط هذه الأنزيمات. ونظراً لما ذكر أعلاه أجريت الدراسة الحالية من أجل معرفة تأثير طرق السلق المختلفة (سلق بالماء المغلي والسلق بالبخار والسلق بالمايكروويف) في الخواص النوعية والحسية والقابلية الخزنية لشرائح الجزر المخزن بالتجميد لمدة 30 يوماً.

مواد البحث وطرائقه:

تم جلب الجزر الطازج من السوق المحلية، وغسل جيداً بماء الحنفية لإزالة الشوائب والأوساخ، ثم قشّر يدوياً بواسطة سكين من الفولاذ المقاوم للصدأ، وقطّع إلى شرائح بسمك 1 سم، وخضعت هذه الشرائح إلى أربع معاملات، وكان وزن شرائح الجرز 500 غ لكل معاملة كما في الجدول (1).

الجدول 1. معاملات البحث

المعاملة (T)	نوع المعاملة	زمن السلق / دقيقة	فترة الخزن/ يوم
1 (عينة الشاهد)	غير مسلوقة	0	30
2	سلق بالبخار	5	30
3	سلق بالغمر بالماء المغلي	5	30
4	سلق بالمايكروويف	5	30

سلقت شرائح الجزر لمدة 5 دقائق ثم بردت بعد عملية السلق إلى درجة 25 م° وذلك بواسطة تيار مائي مباشرة لإحداث تبريد مفاجيء لايقاف النشاط البكتيري والتأثير الحراري على شرائح الجزر المسلوق. تم تصفية شرائح الجزر من الماء العالق ثم عبئت بأكياس من البولي إثيلين وأغلقت بإحكام ووضعت بطاقات التعريف على كل كيس. جمّدت الأكياس الحاوية على العينات على درجة –18 م° وهي نفسها الحرارة التي تمت فيها عملية التخزين بالتجميد، حيث تذوب العينات عند إجراء التحليل بالماء البارد في مصافي.

الاختبارات الكيميائية:

1–الاختبار النوعي لنشاط أنزيم البيروكسيديز:

تم سحق قطع الجزر المسلوقة في صحن خزفي مباشرة بعد عملية السلق. ثم أخذ 10 – 20 غراماً من المسحوق ووضعت في أنبوب اختبار وأضيف لها 20 مل ماء مقطر. بعد ذلك تم تحضير المحاليل (1٪) كوايكول guaiacol $C_7H_8O_2$ و(0.3٪) H_2O_2 حسب الطريقة الموصوفة من قبل Ranganna (1991). تم سكب (1) مل من محلول guaiacol و(1.6 مل) من بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 في أنبوب الاختبار ومزجت المحاليل جيداً. يدل تلوين النسيج بلون بني محمر سريع ومكثف بداخل الأنبوب خلال 5 دقائق على نشاط عالي لأنزيم البيروكسيديز. أما المظهر التدريجي للون الوردي الضعيف يدل على انخفاض فعالية أنزيم البيروكسيديز بعد 5 دقائق. وإذا لم يكون هناك أي تطور في اللون بعد 5 دقائق يعتبر التفاعل سلبي والأنزيم عديم الفعالية.

2–قياس فعالية أنزيم البيروكسيديز:

قدرت فعالية الأنزيم حسب طريقة Hameda and Klein (1990) حيث أخذ 20 غرام من شرائح الجزر ويجنس لمدة 1 دقيقة بإضافة 50 مل من الماء المقطر البارد ثم يكمل الحجم إلى 100 مل بالماء المقطر بعد ذلك يرشح المحلول باستعمال ورق ترشيح رقم 42 . تتكون مادة التفاعل substrate من (2.9 ml of 0.3%) H_2O_2 و1 مل من محلول الكوايكول guaiacol المضاف إلى 10 مل من 50% كحول اثيلي C_2H_6OH و 100 مل من المحلول الدارىء Soduim phosphate $NaHPO_4$ بتركيز 50 ميلي مولاري ورقم هيدروجيني 7.5 . يؤخذ 0.1 مل من الراشح ويضاف لها 2.9 مل من محلول مادة التفاعل ثم تقرأ الامتصاصية على طول موجي

470 نانو متر من 1 دقيقة إلى 5 دقائق باستعمال جهاز المطياف الضوئي. التغير في الامتصاصية بمقدار 0.001 لكل دقيقة تساوي وحدة واحدة من فعالية أنزيم البيروكسيديز.

3-تقدير نسبة الحموضة الكلية:

حسبت الحموضة الكلية على أساس حامض الماليك بالطريقة التسحيحية وفق المعادلة التالية:

$$\text{الحموضة الكلية\%} = \frac{\text{حجم القاعدة (مل)} \times \text{عياريتها} \times \text{الوزن المكافئ لحامض الماليك}}{\text{وزن العينة (غ)}} \times 100$$

4-تقدير الرقم الهيدروجيني

قدر الرقم الهيدروجيني للجزر بواسطة جهاز pH-meter (Mi-150) الماني المنشأ.

5-تقدير محتوى حامض الاسكوربيك:

تم تقدير محتوى حامض الاسكوربيك Ascorbic acid (فيتامين C) حسب طريقة Ranganna (1994) إذ يؤخذ 10 غرام من الجزر ويجنس في 50 مل من 3% metaphosphoric acid (HPO3) المبرد بواسطة خلاط كهربائي لمدة 2 دقيقة ثم يرشح المستخلص من خلال ورق ترشيح رقم 2. يستعمل الراشح الرائق لتقدير حامض الاسكوربيك بواسطة محلول صبغة 2,6-dichlorophenolindophenol إلى أن يتغير لون الراشح إلى اللون الوردي لمدة 15 دقيقة ويسجل الحجم المسحح من محلول الصبغة 2,6-dichlorophenolindophenol. يعاير محلول الصبغة بواسطة محلول حامض الاسكوربيك القياسي قبل عملية التسحيح. تحسب كمية طبقاً إلى حجم محلول صبغة المسحح، وحسبت النتيجة 100g/1mg (حامض اسكوربيك/وزن العينة).

الاختبارات الحسية:

قيمت الصفات الحسية لمعاملات شرائح الجزر قبل التجميد وبعد التجميد وفق طريقة Hedonic Scale وأعطيت لكل صفة 5 درجات لكل من اللون والقوام والرائحة والطعم (Lawless *et al.*, 1999).

التحاليل الإحصائية:

أجري التحليل الاحصائي باستخدام برنامج (SPSS, 2016)، وحسبت قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D.) عند مستوى احتمالية (0.05).

النتائج والمناقشة:

تأثير عمليات السلق على فعالية أنزيم البيروكسيديز:

بينت نتائج الاختبار النوعي وجود فعالية للأنزيم في معاملات السلق المختلفة (السلق بالماء المغلي T1والسلق بالبخار T2 والسلق بالميكروويف T3) اعتماداً على درجة اللون المتكون في أنبوبة الاختبار، ويعزى ذلك إلى أن وقت التسخين وهي 5 دقائق لم تكون كافية لوقف فعالية الأنزيم.

يظهر من الجدول (1) انخفاض فعالية أنزيم البيروكسيديز تدريجياً مع تقدم مدة الخزن للمعاملات T3,T2,T1 إذ كانت 85 و97 و115 (وحدة) على التوالي بعد 1 و15 و30 يوماً من مدة الخزن بالتجميد مقارنةً مع المعاملة T0(عينة الشاهد) إذ بلغت فعالية

الأنزيم 120 (وحدة) وأن هذا الانخفاض في الفعالية اختلف معنوياً (باختلاف عملية السلق بكل أنواعها للمعاملات T3, T2, T1 إذ قللت من فعالية الأنزيم، في حين بقيت فعالية الأنزيم مرتفعة للمعاملة T0 إذ اختلفت معنوياً ($P < 0.05$) مع بقية المعاملات T3, T2, T1 بعد فترة الخزن بالتجميد لمدة 30 يوماً بالتجميد على الرغم من أن فعالية الأنزيم انخفضت قليلاً في نهاية مدة الخزن. ويلاحظ من الشكل ارتفاع فعالية الأنزيم في اليوم 15 من مدة الخزن ثم انخفاضها في اليوم 30 من مدة الخزن بالتجميد لكل من المعاملات T3, T2, T1 ويعزى هذا إلى التلف الفيزيائي الذي يحدث بسبب تكون بلورات الثلج وأيضا تمدد الماء الذي يحدث أثناء التجميد والذي يسبب زيادة فعالية الأنزيم ويبدو أن نشاط الأنزيم يظهر تجدد مع مرور الوقت بالخزن بالتجميد وهذا ما توصل إليه (Lin and Brewer, 2005) عند تجميد البازلاء الخضراء غير المسلوقة والمسلوقة بالماء المغلي والبخار وبالميكروويف إذ وجد أن نشاط الأنزيم تجدد بعد انتهاء مدة الخزن بالتجميد لمدة 6 أسابيع.

ويلاحظ من الجدول أن أقل فعالية للأنزيم كانت للمعاملة T1 مقارنةً مع باقي المعاملات ويعود ذلك إلى طريقة السلق المستخدمة والوقت اللازم لعملية السلق ،ويلاحظ من النتائج أن وقت السلق كان غير كافي لوقف فعالية الأنزيم والذي يعتبر دليل على كفاءة عملية السلق. وجد (Norena *et al.*, 2018) عند دراستهم لتقييم معدل تثبيط البيروكسيديز لثمار العليق خلال عملية السلق بأن معدل الفعالية المتبقية للبيروكسيديز ارتفعت عند الدقيقتين الأولى من وقت السلق ولكنها انخفضت ببطء حتى الدقيقة 10 من وقت السلق وعزي السبب إلى أن تأثير الحرارة لم يكن كافي تماماً لتثبيط الأنزيم للوقت المحدد لعملية السلق.

الجدول 1. تأثير عمليات السلق المختلفة في فعالية أنزيم البيروكسيديز في الجزر

المعاملة	مدة الخزن / يوم		
	1	15	30
	فعالية أنزيم البيروكسيديز		
T0	125	124	123
T1	87	89	85
T2	96	99	97
T3	113	118	115
L.S.D.= 0.982			

T0: بدون سلق، المعاملة T1: سلق بالماء الغلي، المعاملة T2: سلق بالبخار، المعاملة T3: سلق بالمايكروويف

كما أن فعالية الأنزيم للمعاملة T3 كانت أعلى مقارنة مع المعاملات T2, T1ويعزى ذلك إلى الحرارة المستخدمة في عملية السلق بالمايكروويف إذ تكون الحرارة على سطح المادة الغذائية أعلى من الحرارة الموجودة في مركز المادة الغذائية أما بالنسبة إلى عملية السلق بالبخار فإنها تحتاج وقت تسخين أكثر مقارنة بعملية السلق بالماء المغلي (Sezer and Demirdoven, 2015). تختلف أوقات السلق حسب حجم ونوع الخضروات ويجب اتباع الوصفات المستندة إلى الأبحاث في أوقات السلق الدقيقة لأنه أقل وقت للسلق يحفز نشاط الأنزيمات ويكون أسوأ من عدم االسلق، بينما الافراط في وقت السلق يمكن أن يسبب فقد النكهة واللون والفيتامينات والمعادن (Sezer and Demirdoven, 2015).

تقدير نسبة الرطوبة:

بينت النتائج في الجدول (2) أن نسبة الرطوبة انخفضت طول فترة الخزن بالتجميد لمدة 30 يوم ويلاحظ وجود فرق معنوي عند مستوى احتمالية ($P < 0.05$) في نسب الرطوبة للمعاملة T0(عينة الشاهد) والتي كانت أقل نسبة رطوبة مقارنة مع نسب الرطوبة

لباقي المعاملات T3, T2, T1ولم تختلف نسب الرطوبة كثيراً بين المعاملات T3, T2, T1 بينما كانت المعاملة T1 أعلى نسبة رطوبة بالنسبة للمعاملتين T3, T2 ويعزى ذلك إلى أن عملية السلق بالماء المغلي أدت إلى زيادة رطوبة الجزر بسبب غمر قطع الجزر بالماء مع استخدام التسخين بالحرارة مقارنة مع عملية السلق بالبخار والتي تحتاج إلى وقت يستغرق 1 ونصف مرة أكثر من وقت السلق بالماء المغلي (Singh and Heldman, 2009).

الجدول 2. تأثير عمليات السلق المختلفة على نسبة الرطوبة في الجزر

المعاملة	مدة الخزن / يوم		
	1	15	30
	الرطوبة %		
T0	87.90	88.52	84.93
T1	90.63	90.45	90.05
T2	88.37	88.56	88.49
T3	89.73	89.47	89.52
L.S.D. = 0.191			

T0: بدون سلق، المعاملة T1: سلق بالماء المغلي، المعاملة T2: سلق بالبخار، المعاملة T3 : سلق بالمايكروويف

يتأثر انخفاض المحتوى المائي بتغير درجة الحرارة. اذ يتبخر الماء بسبب انخفاض الرطوبة النسبية داخل غرف التجميد ليصل الى حالة التوازن، كما ان محتوى الماء في المادة الغذائية يتحول الى بلورات ثلجية اثناء التجميد والتي تتأثر بتغير درجة الحرارة مما يؤدي الى حدوث تشققات في قشر الجزر بسبب حركة الماء (Santosa *et al.,* 2016).

تقدير نسبة المادة الجافة:

يوضح الجدول (3) انخفاض نسبة المادة الجافة للمعاملات جميعها T3, T2, T1 مع زيادة مدة التخزين بالتجميد لمدة 30 يوم وذلك مقارنةً بما هي عليه قبل عملية التجميد T0 (عينة الشاهد) في حين يلاحظ ارتفاع في نسبة المادة الجافة للمعاملات T3, T2, T1مع زيادة مدة الخزن بالتجميد، كما لوحظ وجود فروقات معنوية في نسبة المادة الجافة بين المعاملات T3, T2, T1 والمعاملة T0 فضلاً عن وجود فروقات معنوية في نسبة المادة الجافة بين المعاملات T3, T2, T1 عند مستوى معنوية ($P<0.05$). ويعزى هذا الانخفاض إلى فقد جزء من مكونات المادة الغذائية مع العصارة الخلوية المنسابة من الجزر المجمد بعد إزالة حالة التجميد منها خلال فترات الخزن، ويلاحظ من الشكل نفسه أن الفقد كان أقل ما يمكن عند المعاملة T3 مقارنة مع نسب المادة الجافة في بقية المعاملات

الجدول 3. تأثير عمليات السلق المختلفة على نسبة المادة الجافة في الجزر

المعاملة	**مدة الخزن / يوم**		
	1	**5**	**10**
	المادة الجافة %		
T0	12.10	11.42	15.07
T1	9.37	9.55	9.95
T2	11.63	11.44	11.51
T3	10.27	10.53	10.84

L.S.D. = 0.229

المعاملة T1: سلق بالماء الغلي، المعاملة T2: سلق بالبخار، المعاملة T3: سلق بالمايكروويف

ويعود هذا إلى درجة الحرارة وزمن السلق المستخدم. وهذا ما توصل إليه اليازجي وعزيزية (2010) بأن نسبة المادة الجافة لعينات السبانخ غير المسلوق والمسلوقة انخفضت خلال فترات الخزن بالتجميد.

تقدير نسبة الحموضة الكلية:

بينت النتائج في الجدول (4) انخفاض نسبة الحموضة الكلية لجميع المعاملات طول مدة الخزن بالتجميد، إذ وصلت الى 0.097 % بعد 30 يوم من الخزن بالتجميد بالنسبة للمعاملة To (عينة الشاهد) في حين كانت 0.065 و0.067 و0.076% بالنسبة للمعاملات T1وT3وT2 كما يلاحظ وجود فرق معنوي بين المعاملة Toوبقية المعاملات عند مستوى احتمالي (P<0.05). ويعزى سبب ذلك إلى اختلاف درجة حرارة التسخين.

الجدول 4. تأثير عمليات السلق المختلفة على نسبة الحموضة الكلية في الجزر

المعاملة	مدة الخزن / يوم		
	1	15	30
	الحموضة الكلية %		
T0	0.260	0.134	0.0 97
T1	0.200	0.134	0.065
T2	0.130	0.134	0.067
T3	0.070	0.067	0.067
L.S.D. = 0.184			

T0: بدون سلق، المعاملة T1: سلق بالماء الغلي، المعاملة T2: سلق بالبخار، المعاملة: T3 سلق بالمايكروويف

تقدير الرقم الهيدروجيني:

ومن خلال النتائج الموضحة في الجدول (5) لوحظ ارتفاع في الرقم الهيدروجيني للمعاملة T0 مع تقدم مدة الخزن، إذ ارتفع الرقم الهيدروجيني نهاية مدة الخزن وبلغ 6.7 بينما بلغ 6.5 و 6.6 و6.7 على التوالي بالنسبة للمعاملات T3,T2,T1 بعد 30 يوماً من الخزن بالتجميد، ولم يلاحظ فروقات معنوية بين المعاملات T3,T2,T1 وبين معاملة الشاهد T0 عند مستوى احتمالية (P<0.05) في قيمة الرقم الهيدروجيني خلال مدة الخزن بالتجميد.

الجدول 5. تأثير عمليات السلق المختلفة على الرقم الهيدروجيني في الجزر

المعاملة	مدة الخزن / يوم		
	1	15	30
	الرقم الهيدروجيني		
T0	6.7	6.4	6.7
T1	6.4	6.2	6.5
T2	6.3	6.2	6.6
T3	6.5	6.3	6.7

L.S.D. = 0.374

T0: بدون سلق، المعاملة T1: سلق بالماء الغلي، المعاملة T2: سلق بالبخار، المعاملةT3: سلق بالمايكروويف

نستنتج من الجدولين (4) و(5) بان هناك حدثت تغييرات كيميائية في تركيب الثمار نتيجة لاستمرار عملية التنفس بعد عملية الحصاد. وتعتبر الأحماض العضوية غير الطيارة من المكونات الخلوية الرئيسة التي يحصل فيها تغييرات أثناء نضج الثمار ولهذا يعزى سبب انخفاض الحموضة الكلية للثمار بسبب استهلاك هذه الأحماض في عملية التنفس وعند دخول الثمار في مرحلة الشيخوخة تبدأ الحموضة بالارتفاع مرة أخرى (عبد الهادي وآخرون، 1980).

تقدير حامض الاسكوربيك:

يلاحظ من الجدول (6) عدم وجود فرق معنوي بين عينة الشاهد المعاملة T0 وبقية المعاملات عند مستوى احتمالية ($P<0.05$). ويعزى سبب ذلك إلى اختلاف درجة حرارة التسخين باختلاف عمليات السلق المستخدمة. وإن كمية حامض الاسكوربيك (فيتامين ج) كانت 5.6 (ملي غرام/100 غرام) للمعاملة T0 ولكنها انخفضت بتقدم مدة الخزن بالتجميد وبلغت 4.9 (ملي غرام/100 غرام) عند 30 يوماً من الخزن، وانخفضت كمية حامض الاسكوربيك في المعاملات T1وT3وT2 مع طول مدة الخزن بالتجميد مقارنةً مع المعاملة To. ويظهر من الشكل نفسه أن أقل كمية لحامض الاسكوربيك كانت للمعاملة 4.2T1 (ملي غرام/100 غرام) وهي عملية السلق بالماء المغلي عند يوم 30 من الخزن بالتجميد. إذ أن عمليات السلق التي تجري على الفواكه والخضروات قبل التجميد لها تأثير كبير على محتويات حامض الاسكوربيك وهذا التأثير يبقى مستمراً بالتجميد (Tosum and Yucecan, 2008). يعتبر حامض الاسكوربيك من المؤشرات المهمة على الحفاظ على القيمة الغذائية للمنتجات الغذائية وذلك بسبب قابليته على الذوبان وحساسيته للحرارة وهذا ما توصل إليه (Pervin *et al.*, 2017) بأن كمية حامض الاسكوربيك انخفضت مع زيادة مدة سلق البازلاء على 80 م° ولمدة1 و3 و 5 و7 دقيقة والمخزنة بالتجميد لمدة 6 أشهر.

الجدول 6. تأثير عمليات السلق المختلفة على محتوى حامض الاسكوربيك في الجزر

المعاملة	مدة الخزن / يوم		
	1	15	30
	حامض الاسكوربيك (ملي غرام / 100 غرام)		
T0	5.6	5.2	4.9
T1	5.0	4.8	4.2
T2	5.2	5.0	4.8
T3	5.4	5.2	4.6

L.S.D= 0.814

T0: بدون سلق، المعاملة T1: سلق بالماء الغلي، المعاملة T2: سلق بالبخار، المعاملةT3: سلق بالمايكروويف

وجد Moses *et al.*, (2013) أن كمية حامض الاسكوربيك قد انخفضت في الخضروات المسلوقة في 100 درجة مئوية لمدة 15 دقيقة إذ تجرى عملية السلق قبل تجميد أو تجفيف الخضروات لتقليل نشاط الأنزيمات والتي يمكن أن تساهم في تغييرات غير مرغوب فيها كاللون أو النكهة أو القيمة الغذائية أثناء التخزين وكذلك تسبب أيضاً فقدان كبير لفيتامين ج. ووجد Santosa *et al.,* (2016) أن أفضل درجة حرارة لسلق الجزر كانت 70 م لمدة 4 دقائق للحفاظ على كمية حامض الاسكوربيك والتي بلغت 0.022 % في الجزر المخزن بالتجميد لمدة 14 يوماً.

قد تكون التفاعلات الكيميائية والفيزيائية لا تتوقف تماما أثناء الخزن بالتجميد ويمكن أن تختلف هذه التفاعلات تبعاً لدرجة حرارة التخزين. إذا لم تكون الخضروات مليئة ببخار الماء والاوكسجين يمكن استبدال بلورات الثلج الموجودة على سطح الخضروات بالهواء وبالتالي تتصل مباشرة بالأوكسجين، مما يؤدي إلى أكسدة الجزيئات الحساسة مثل حامض الاسكوربيك. يمكن أن يكون هذا النوع من التلف يزداد مع زيادة درجة حرارة التخزين (أي فتح باب الفريزر بشكل متكرر) (Tosum and Yucecan, 2007).

التقييم الحسي:

توضح النتائج في الجدول (2) درجات التقييم الحسي للمعاملات T1وT3وT2 إذ يلاحظ عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى احتمالية ($P<0.05$) في حين لم تختلف معنويا مع المعاملة T0(عينة الشاهد)، إلا أن المعاملة T1, T3 حصلت على درجات تقييم أعلى من درجات تقييم المعاملة T1, T0 بالنسبة إلى صفة اللون بعد انتهاء مدة التخزين 30 يوماً بالتجميد وقد تميزت المعاملات T3,T1 بقوام أقل صلابة من بقية المعاملات إذ كانت المعاملة T1, T0 ذات قوام أكثر صلابة ولم يوجد أي تفتت أو تكسر ظاهري في قطع الجزر غير المسلوقة والمسلوقة. ويلاحظ أن وقت التخزين لم يؤثر على قوام قطع الجزر وهذا يتناقض مع النتائج التي توصل إليها Ramaswamy and Ranganna, (1989) إذ وجد أن التجميد ووقت الخزن قد أثر سلبياً على نسيج الجزر والبطاطا الحلوة.

الجدول 2. نتائج التقَّييم الحسي لمعاملات قطع الجزر المدروسة

المعاملة	الصفات الحسية المدروسة	قبل التجميد	المدة الزمنية للتخزين المجمد/ يوم	
			15	30
T0	اللون	5	4	3
	القوام	5	3	2
	الرائحة	5	4	3
	الطعم	5	4	3
T1	اللون	4	4	4
	القوام	3	3	3
	الرائحة	4	4	4

	الطعم	4	5	4
T2	اللون	2	3	1
	القوام	4	4	2
	الرائحة	3	3	3
	الطعم	4	2	4
T3	اللون	2	5	4
	القوام	2	3	3
	الرائحة	4	4	3
	الطعم	4	3	3

T0: بدون سلق، المعاملة T1: سلق بالماء الغلي، المعاملة T2: سلق بالبخار، المعاملةT3: سلق بالمايكروويف

أما بالنسبة الى صفة النكهة والتي تشمل صفة الطعم والرائحة فيظهر من النتائج أن وقت التخزين لم يؤثر على صفة النكهة بالنسبة إلى جميع المعاملات المدروسة والمخزنة بالتجميد لمدة 30 يوماً.

الاستنتاجات:

بينت نتائج البحث أن معاملات السلق المختلفة (الغمر بالماء المغلي والسلق بالبخار والسلق بالمايكروويف) قللت من فعالية أنزيم البيروكسيديز تدريجياً مع تقدم مدة الخزن لشرائح الجزر المخزنة بالتجميد لفترة 30 يوماً، كما يلاحظ من النتائج أن وقت السلق (5) دقائق كان غير كافي لوقف نشاط البيروكسيديز والذي يعتبر دليل على كفاءة عملية السلق، في حين ازدادت نسبة الرطوبة والرقم الهيدروجيني وانخفضت نسبة المادة الجافة والحموضة الكلية ومحتوى حامض الاسكوربيك للمعاملات كافة مقارنةً مع معاملة الشاهد وهي شرائح الجزر غير المسلوقة. وبينت نتائج الاختبارات الحسية عدم وجود اختلافات بين جميع المعاملات وأن معاملة السلق بالماء المغلي والسلق بالمايكروويف حصلت على درجات تقييم أعلى من درجات تقييم معاملة الشاهد ومعاملة السلق بالبخار بالنسبة إلى صفة اللون والقوام، ولم تؤثر معاملات السلق المختلفة ووقت التخزين على صفة النكهة بالنسبة إلى جميع المعاملات المدروسة والمخزنة بالتجميد لمدة 30 يوماً.

شكر:

أتوجه بالشكر الجزيل الى أساتذة وطلبة الدراسات العليا قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة البصرة لمساعدتهم لي في إنجاز بحثي وإخراجه بالشكل الصحيح.

المراجع:

الحسيني، خديجة صادق جعفر (2012). تأثير السلق والتغليف على محتوى فيتامين (C) في الباقلاء الخضراء واللوبياء الخضراء المجمدة لفترات زمنية مختلفة. مجلة الكوفة للعلوم الزراعية. 4(1):23-30.

الراوي، خالد فاروق وغازي منعم عزيز وعبد الحكيم دحام (2016). استخلاص أنزيم البيروكسيديز من بذور بعض النباتات العائدة للعائلات النباتية النجيلية والبقولية والباذنجانية ودراسة خواصه الكيموحيوية من المصدر المنتخب. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية. 41 (4): 314 – 326.

اليازجي، صباح وعبد الحكيم عزيزية (2010). تأثير المعاملات الاولية على نوعية السبانخ خلال التخزين المجمد. مجلة دمشق للعلوم الزراعية. 26(1) : 277- 292.

Alvarez, M.V.; M.R. Moreira; and A. Ponce (2015). Peroxidase activity and sensory quality of ready to cook mixed vegetables for soup: combined effect of bio preservatives and refrigerate storage. Food Sci. Technol, Campinas. 35(1): 86-94.

A.O.A.C. (2000). Official Methods of Analysis AOAC International, 17th Ed., Vols. 1, 2, Association of Official Analytical Chemists International, Washington DC.

Bahceci, K.S.; A. Serpen; V. Gokmen; and J. Acar (2005). Study of lipoxygenase and peroxidase as indicator enzymes in green beans: Change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage. J. Food Eng., 66 (2): 187–192.

Bania, I.; and R. Mahanta (2012). Evaluation of peroxidases from various plant source. International Journal of Scientific and Research Publications. 5(2): 1-5.

Hameda, H.M.; and B.P. Klein (1990). Effects of naturally occurring antioxidants on peroxidase activity of vegetable extracts. J. Food Sci., 55 (1): 184–187.

Lawless, H.T.; and H. Heymann (1999). The sensory evaluation of food principle and practices, Chapman Hall Food Science, Book (ANASDN publication), Gaithersburg, Maryland. P451.

Moses, M.O.; S.H. Adesoji; and A. Adebola (2013). Effect of blanching and frozen storage on some selected minerals and vitamin c content for four leafy vegetables widely consumed in ilaro community, Ogun state, Nigeria. Journal of Global Biosciences. 2(4):79-84.

Norena, C.Z.; and R.T. Rigon (2018). Effect of blanching on enzyme activity and bioactive compounds of blackberry. An International Journal Brazilian Archives of Biology and Technology. 61 (1):1-13.

Pervin, S.; M.D. Miaruddin; M.D.S. Islam; M.D.H.H. Khan; and M.D.M Rahman (2017). Blanching effect on the quality and shelf life of pea. Journal of Postharvest Technology. 05(2):

Ramaswamy, H.S.; and S. Ranganna (1989). Residual peroxidase activity as influenced by blanching, SO_2 treatment and freezing of cauliflowers. J. Sci. Food Agric., 47 (1): 377–382.

Ranganna, S. (1991). Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products. Pp. 84–87, Tata Mcgraw Hill, New Delhi, India.

Ranganna, S. (1994). Manual of analysis of fruit and vegetable products. Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited, NewDelhi.

Santosa, M.; A. Hasan; and K. Umam (2016). Influence of temperature and blanching duration on quality of minimally-processed carrot (*Daucus carota*, l.) during freeze storage. International Food Research Journal. 23(Suppl): 119-123.

Seser, B.S.; and A. Demirdoven (2015). The effects of microwave blanching conditions on carrot slices: optimization and comparison. Article in Journal of Food Processing and Preservation 39(6):2188- 2196.

Singh, R.P.; and D.R. Heldman (2009). Food freezing. in introduction to food engineering (S.l. taylor, ed.) pp. 501–541, ELsevier Inc., Burlington, MA.

SPSS, (2016). Statistical package for social science, version 24. Users guide for statistical, Chicago. https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software

Tosun, B. N.; and S. Yucecan (2008). Influence of commercial freezing and storage on vitamin C content of some vegetables. International Journal of Food Science and Technology. 43(1):316–321.

Tosun, B.N.; and S. Yucecan, (2007). Influence of home freezing and storage on vitamin C contents of some vegetables. Pakistan Journal of Nutrition. 6 (5): 472-477.

Effect of Different Blanching Methods on the Activity of the Peroxidase Enzyme and the Quality Characteristics of Frozen Carrot Slices

Batool Alansari*(1) and Abdulrahman Hasan Laftah(1)

(1). Department of Food Science, Faculty of Agriculture, University of Basrah, Basra, Iraq.

(*Corresponding author: Dr. Batool Alansari. E-Mail: batool.Mahmod6@gmil.com).

Received: 04/04/2020 Accepted: 03/06/2020

Abstract

This study was carried out between January to February 2019 in Basra University, Faculty of Agriculture, at laboratory of Food Science Department to determine the effect of different blanching methods (boiling water immersion T1, steam T2 and microwave T3) for 5 minutes on the activity of the peroxidase enzyme and the quality characteristics of the carrot slices stored in freezing for a period of 30 days. The activity of the peroxidase enzyme was measured for all treatments and some chemical and sensory tests of carrot slices were performed before and after freezing. The results showed that there were significant differences at the probability level ($P < 0.05$) between T3, T2, and T1 treatments compared to the T0 control treatment (un blanched carrots), as the enzyme activity decreased gradually as the storage period progressed. It is noted from the results that banching time was insufficient to stop the activity of the enzyme, which is evidence of the efficiency of the blanching process, while the percentage of moisture and pH increased, while the ratio of dry matter, the percentage of total acidity and the content of ascorbic acid to the treatments T3, T2, T1 decreased compared with T0 (control treatment). The results of the sensory tests showed that there were no significant differences at the probability level ($P < 0.05$) between the T3, T2, and T1 treatments compared to the T0 (control treatment). The best treatment was the blanching method with boiling water immersion and microwave blanching in terms of color and texture, whereas there were no differences in taste and smell for all treatments after the end of the freezing storage period.

Key words: Peroxidase, Freeze storage, Carrot, Blanching, Ascorbic acid.