تأثير الطريقة الباردة والساخنة وتركيز المحلول السكري في مدة حفظ خشافات التفاح والمشمش

د.م. نسرين البيطار *م.هبة شتور*

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - جامعة البعث

الملخص

أُجريت هذه الدراسة لتحديد مدى تأثير تصنيع الخشافات بالطريقة الباردة والطريقة الساخنة في جودة الخشافات خلال فترة التخزين، إذ أُستخدم تراكيز مختلفة من المحلول السكري المحضر وفق النسب التالية (20 و30 و40)% وتم تخزينها لمدة 30يوم.

أظهرت نتائج البحث أن استخدام الطريقة الباردة وتركيز المحلول السكري 40% قد حافظ على خواص القوام المميزة للخشافات كالصلابة وترابط وتماسك البنية خلال فترة التخزين التي بلغت 30 يوماً، حيث كانت قيم الصلابة في الزمن الصفر لعينة خشافات التفاح والمشمش (0.8837,11.6577) N وبعد 30يوماً (10.4219 ، 0.7660)N على التوالي . كما حافظت هذه العينات أيضاً على ثباتية فيتامينC، وذلك مقارنة مع العينات المحضرة بالطريقة الساخنة عند نفس التركيز، إذ كانت قيم فيتامين C في الزمن الصفر لعينة خشافات المشمش والتفاح (4.593،9.896) (mg/100g) وبعد 30يوماً (4.496,4.496) (mg/100g) على التوالي .

وبالمقابل، تميزت عينات الخشاف المحضرة بالطريقة الساخنة وتركيز محلول سكري 40% بقيم رطوبة وفعالية مائية أخفض من العينات المحضرة بالطريقة الباردة، وذلك ابتداءً من اليوم 7 وحتى اليوم الأخير من التخزين (30 يوماً)، إذ انخفضت الرطوبة من(83.8،79) % لعينة خشافات المشمش والتفاح بالطريقة الباردة إلى (78.1,80.7) % على التوالي .

وأخيراً، يوصى بتصنيع الخشافات بالطريقة الباردة والتركيز 40% للمحافظة على جودة الخشافات خلال التخزين.

الكلمات المفتاحية: الخشافات، المحلول السكري، مدة حفظ ،التفاح، المشمش.

Effect of the hot and cold method and the concentration of the sugar solution on the expiration date of apple and apricot Compote

Dr. Eng .Nisreen Al-Bitar * Eng. Hiba Shattour*

Abstract

This study was conducted to determine the effect of manufacturing Compote by the cold method and the hot method on the quality of straws during the storage period, as different concentrations of the prepared sugar solution were used according to the following percentages (20, 30 and 40%).

The results of the research showed that the use of the cold method and the concentration of the sugar solution 40% preserved the characteristics of the distinctive textures of Compote such as hardness, cohesion and structural cohesion during the storage period of 30 days, where the hardness values at time zero for apple and apricot ope sample were (0.8837,11.6577) N and after 30 days. (10.4219 , 0.7660) N respectively. These samples also maintained the stability of vitamin C, compared to the samples prepared by the hot method at the same concentration, as the values of vitamin C in the zero time of the sample of apricot and apple ops were (9.896, 4.593) (mg/100g) and after 30 days (4.496,4.496) (mg/100g) respectively.

On the other hand, poppy samples prepared by the hot method and a sugar solution concentration of 40% were characterized by lower values of moisture and water efficiency than the samples prepared by the cold method, starting from the 7th day until the last day of storage (30 days), as the humidity decreased from (79,83.8%) for a sample. Apricot and apple flies by cold process to (78.1,80.7)%, respectively.

Finally, it is recommended to manufacture the Compote by the cold process and with a concentration of 40% to maintain the quality of the opals during storage.

Key words: Compote, sugar solution,expiration date, apple, apricot.

1.مقدمة:

تعليب الفواكه هي التقنية التي تشير إلى عملية تسخين المنتج الغذائي ضمن عبوات محكمة الإغلاق، إلى زمن ودرجة حرارة محددين، بهدف قتل الأحياء الدقيقة الممرضة المتواجدة في الغذاء، وبالتالي تطيل عملية التعليب مدة صلاحية المنتجات الغذائية[1].

وتُعّرف الخشافات بالفواكه المعلبة التي أعدت باستخدام فواكه سليمة في الأساس، بعد نضوجها على النحو المناسب لأغراض التجهيز، ولا يُنزع منها أي عنصر من عناصرها الأساسية المميّزة، وهي تخضع لعمليات مثل الغسيل والتقشير ونزع النواة ونزع الساق والتدريج والتقطيع والتعبئة ضمن شراب سكري متوسط التركيز (20-40)% [2].

تختلف الخطوات الخاصة بتعليب الفواكه بناءً على نوع المنتج [3]. وأهم خطوات العملية التصنيعية للخشافات اختيار الثمار المراد تعليبها حيث تؤخذ بعين الاعتبار الخواص الحسية للمادة الأولية مثل اللون والقوام والطعم والنكهة والمظهر الخارجي بالإضافة إلى الصنف، ثم يتم تدريجها على أساس الأبعاد واللون بهدف الحصول على منتج نهائي بخواص جودة موحدة، يلي ذلك غمر الثمار وغسلها بالماء لإزالة الغبار والأوساخ العالقة بها، ثم التقشير "نزع الغلاف الخارجي للثمار" وتقطيع الثمار إلى الأحجام المرغوبة وإزالة النوى والبذور، ويجب أن توضع قطع الفواكه المقطعة دائماً في الماء أو محلول حمضي بتركيز(1-2) % وذلك لتجنب حدوث الاسمرار الأنزيمي، يلي ذلك عملية السلق برفع درجة حرارة الفواكه إلى حوالي (82–87) °م باستخدام الماء الساخن بهدف تثبيط النشاط الأنزيمي، طرد الغازات، وتطرية المنتج، وتحسين اللون والتخلص من الطعم أو النكهات غير

المرغوبة في الفواكه ، ثم تعبئة الثمار يدوياً لمنع تضررها والتأكد من الفرز الجيد، ويتم بعد التعبئة مباشرة غمر الثمار بمحلول سكري والأغلاق.

وتتم إضافة المحلول السكري إلى العبوات إما بالطريقة الباردة أو الساخنة:

- الطريقة الباردة: يتم فيها مزج السكر مع الماء ويتبع ذلك تحريك وتصفية لإزالة الشوائب غير المنحلة.
- الطريقة الساخنة: يتم غلي السكر مع الماء في حوض مسخن بالبخار وتتم إزالة الرغوة السطحية[4].

تشمل جودة الخشافات على المظهر والقوام والنكهة والرائحة، فالمظهر هو العامل الأساسي للمستهلكين عند اتخاذ قرار شراء الخشافات، وتصنف الفواكه ذات المظهر الجيد بانتظام الحجم والشكل واللون، من حيث القوام تُفضل الأنسجة الصلبة في محاصيل الفواكه المعدة للخشافات، ويمكن الحكم على بعض جوانب القوام بصرياً، على سبيل المثال عندما تبدأ الثمرة بالذبول نتيجة التقدم في النضج، تصبح غير مقبولة في صناعة الخشافات، على الرغم من الحاجة إلى درجة معينة من الطراوة لتحقيق جودة تصنيعية مطلوبة للفواكه، إلا أن الإفراط في الطراوة أمر غير مرغوب به، كما أنه علامة على التحلل أو التلف الداخلي للثمار، وكثيراً ما تكون المحافظة على جودة القوام أمراً حرجاً في عملية تصنيع الخشافات، أما النكهة فهي خاصية حسية معقدة تجمع مكونات المذاق والرائحة، إذ إن مكونات المذاق الأساسية في المنتجات الطازجة هي الحلاوة والحموضة والطعم القابض والمرارة، ويجب المحافظة على التوازن بين الطعم الحلو والحموضة للمحافظة على نكهة الفواكه، وللرائحة دور مهم في تحديد فترة صلاحية المنتج واستهلاكه، فالرائحة غير المقبولة أو الغريبة تجعل المنتج غير قابل للشراء حتى ولو كانت خواص وعوامل الجودة الأخرى مقبولة إلى درجة كبيرة [5].

2.هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير طريقة تحضير الخشافات (الطريقة الباردة، الطريقة الساخنة) في جودة المنتج ومدة صلاحيته، وتحديد طريقة التحضير الأمثل،وقد تم تسليط الضوء تأثير تغير تركيز المحلول السكري (20–30–40)% المستخدم في تحضير الخشافات في جودة المنتج ومدة صلاحيته، وتحديد طريقة التركيز الأمثل.

3. مواد البحث والأجهزة والأدوات المستخدمة:

✓ **مواد البحث:**

- ثمار التفاح والمشمش: تم الحصول عليهما من السوق المحلية.
- مياه الشرب.
- سكر تجاري.
- ملح كلوريد الصوديوم التجاري.

4. خطوات العمل وطرئق البحث:

✓ **خطوات العمل:**

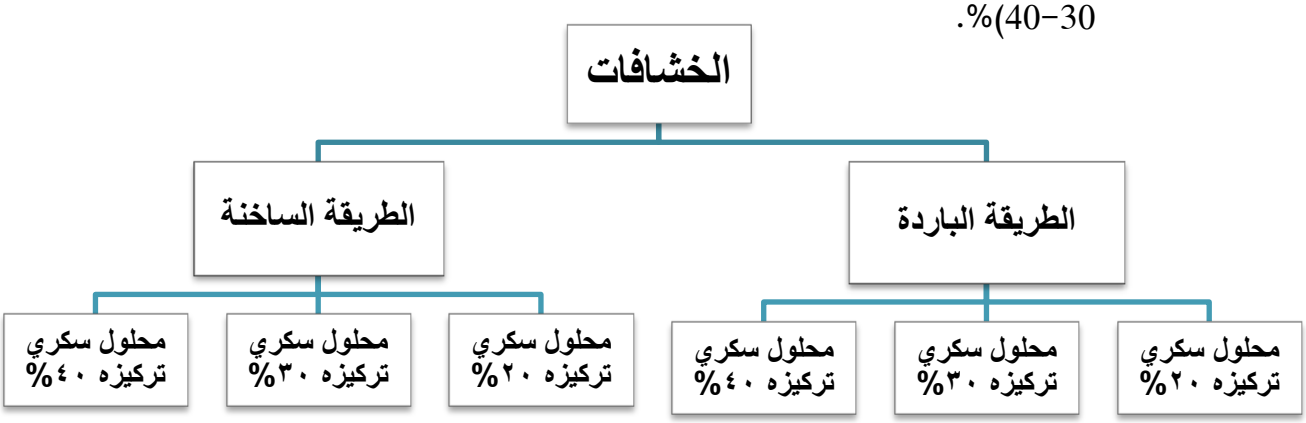
❖ **اختيار الثمار والقيام بالعمليات الأولية:** تم اختيار الثمار ذات اللون الجذاب والنكهة والرائحة المميزة بالثمار ويجب أن تكون الثمار ناضجة بشكل كامل (ليست طرية) وخالية من الاصابات المختلفة، حيث تم اختيار ثمار المشمش ذو النوع *pruns armeniaca* وثمار التفاح ذو النوع *Malus domestica* .

❖ **الغسيل والتقشير والتقطيع:** غسلت الثمار بشكل جيد بالماء وتقطع باستخدام القطاعة اليدوية ثم تقشر باستعمال القشارات اليدوية، تغطس أنصاف الثمار مباشرة

في وعاء يحوي على ماء مضاف اليه قليل من حمض الليمون 2% لمنع اسمرار اللون.

- **السلق والتعبئة:** سُلقت الثمار المقشرة في ماء درجة حرارته (70–80) °م، لمدة 3 دقائق ثم تصفى وتبرّد وتعبأ برفق داخل المرطبان مع ضرورة ترك فراغ في أعلى المرطبان بحدود 1 سم ويضاف إلى الثمار وبرفق محلول سكري مسبق التحضير وهو بدرجة الغليان مع مراعاة المحافظة على ترك الفراغ العلوي بدون تعبئة ويغلق المرطبان مباشرة، وتراوح تركيز المحلول السكري حسب نوع الثمار من (20–30–40)% مع إضافة حمض الليمون بنسبة 0.2% للطريقة الساخنة.
- **التعقيم** : توضع المرطبانات المغلقة بإحكام بعد ذلك برفق في الحمام المائي الذي يحوي ماء بدرجة الغليان بحيث يغمر المرطبانات ويزيد عليها(2– 3) سم فوق المرطبانات وتستمر عملية التعقيم لمدة 30 دقيقة، تخرج بعدها المرطبانات من الحمام المائي وتبرد بسرعة وتخزن في الشروط الصحية [6].

يبين المخطط الصندوقي لمراحل تصنيع الخشاف الذي أُنجز في هذا البحث، حيث تم بالطريقتين الباردة والساخنة وباستخدام ثلاث تراكيز من المحلول السكري(20–30–40)%.



مخطط صندوقي لمراحل العمل

✓ **طرائق البحث:**

1-تقدير الرطوبة: تم استخدام طريقة التجفيف حتى ثبات الوزن، إذ تعتمد هذه الطريقة على تبخير الماء الموجود ضمن المادة المراد معرفة رطوبتها في فرن كهربائي بدرجة حرارة ثابتة 105°C حتى ثبات الوزن حسب [7].

2-**تقدير اللون:** تم قياس اللون باستخدام جهاز قياس اللون(Konica Minolta CM-3500d،Japan) لتحديد قيم الفراغ اللوني L*,a*,b* حيث:

L* (شدة الإضاءة): تعبر عن كمية الضوء الأبيض المنعكس عن المادة التي تجرى عليها التجربة، ويعبر عنها بنسبة مئوية من 0% للأسود حتى 100% للأبيض.

a* تتغير من (0→+a*) وتقيس التغيرات في اللون من الرمادي إلى الأحمر، وتتغير من (0→-a*) وتقيس التغيرات من الرمادي إلى الأخضر ضمن مجال يتراوح بين(+60 إلى -60).

b* تتغير من(0→+b*) وتقيس التغيرات من الرمادي إلى الأصفر، وتتغير من(0→-b*) وتقيس التغيرات من الرمادي إلى الأزرق ضمن مجال يتراوح بين (+60 إلى -60) [8].

3- النشاط المائي:

باستخدام جهاز Axier Ltd Novasina instrumen حسب طريقة [8]. على درجة حرارة 25 °م.

4- تقدير الصلابة والمتانة وتماسك البنية:

باستخدام جهاز جهاز TA-XT.plus Texture Analyser (Stable Micro Systems، Surrey، U.K حسب طريقة [8].

5-**تقدير الـ pH:**

تمّ قياس pH المحلول باستخدام جهاز pH-meter نموذج C835 Consort (Belgium) بدرجة حرارة 20 °م وذلك عبر غمر الإلكترود في مستخلص الخشافات وبعد انتهاء القياس يغسل الإلكترود بالماء [9].

6- **تقدير المواد الصلبة المنحلة:**

قُـدرت المـادة الصـلبة المنحلـة باسـتخدام جهـاز قيـاس قرينـة الانكسـار (Kruss, Germany) بدرجة حرارة 20 ºم [9].

7-تقدير السكريات المرجعة

تمّ تقدير السكر المرجع بطريقة فهلنغ [10]. وفق المعادلة الآتية:

$$\%X = \frac{(v1 - v2).C2.100}{g.C1}$$

حيث: C2 تركيز محلول الغلوكوز القياسي، C1 تركيز العينة %، g حجم العينة المأخوذة للمعايرة.

8. تقدير فيتامين C:

قُدر فيتامين C وفق [11] ، حُسب تركيز فيتامين C في العصير وفق المعادلة الآتية:

$$\text{تركيز فيتامين } C \left(\frac{mgr}{100g}\right) = \frac{\text{قوة الصبغة} \times \text{حجم الصبغة المستهلك } ml \times \text{معامل التمديد} \times 100}{\text{وزن العينة } gr}$$

5. النتائج والمناقشة:

الرطوبة:

بينت النتائج الموضحة في الجدول (1) انخفاض رطوبة شرائح الفواكه في عينات الخشاف كلها في اليوم 7 (سواءً التفاح أو المشمش) مقارنة مع الشرائح الطازجة، كما يلاحظ أن الرطوبة تنخفض خلال مدة التخزين أيضاً ابتداءً من اليوم 7 وحتى اليوم 30 من التخزين، وقد يرجع ذلك إلى انتقال السكريات من المحلول إلى الشرائح بسبب اختلاف الضغط الأسموزي (انتقال الماء من الثمار إلى المحلول وفق مبدأ الأسمزة) بين الوسطين، وتستمر هذه العملية حتى حصول التوازن [10].

كما يلاحظ أنه بزيادة تركيز السكر في المحلول تنخفض رطوبة الشرائح، وذلك سواءً أكانت العينات محضرةً بالطريقة الساخنة أو الباردة، حيث كانت الرطوبة في عينات الخشاف تركيز محلول سكري 40 % أقل من عينات الخشاف تركيز 20%، ويعود ذلك إلى انتقال كميات أكبر من السكر من المحلول الأكثر تركيزاً إلى الشرائح، وهذا يؤدي

إلى انخفاض الرطوبة فيها بشكل أكبر من الشرائح المغمورة في محلول سكري أخفض تركيزاً [12] .

كما بينت النتائج أيضاً اختلاف رطوبة شرائح الفواكه (سواءً التفاح أو المشمش) تبعاً لطريقة تحضيرها، حيث انخفضت الرطوبة بشكل عام عند تحضير الخشاف بالطريقة الساخنة بشكل أكبر من الخشاف المحضر بالطريقة الباردة، وقد يعود ذلك إلى أن المعاملة الحرارية التي تمّ تطبيقها قد سرّعت من عملية انتقال السكر من المحلول السكري إلى شرائح الفواكه، ويستمر هذه الانتقال حتى حصول التوازن في الضغط الأسموزي بين الوسطين [13].

الفعالية المائية aw:

يوضح الجدول (1) قيم الفعالية المائية لخشاف التفاح وخشاف المشمش، المحضر بالطريقتين الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة خلال أزمنة تخزين مختلفة، يُلاحظ وجود ارتباط بين قيم الرطوبة وقيم الفعالية المائية للعينات، وتعتبر المادة الغذائية ذات الفعالية المائية الأقل قابلة للحفظ لفترة أكبر[14].

كما يُلاحظ أنه كلما زادت نسبة السكر في المحلول تنخفض فعاليته المائية بسبب الضغط الأسموزي[13] ، بينت النتائج أنّ العينات ذات نسبة سكر 40% في المحلول، المحفوظة سواءً بالطريقة الساخنة أو الباردة كان لها أقل قيمة بالفعالية المائية بقيم (79.0,78.1) ، وذلك ابتداءً من اليوم 7 وحتى اليوم 30 من التخزين بالتبريد، وبالتالي فإن هذه العينات قابلة للحفظ لفترة أطول.

أما مع اختلاف المعاملة الحرارية، فقد بينت النتائج أن العينات المعاملة بالطريقة الساخنة ونسبة سكر 40% في المحلول ذات فعالية مائية أخفض من العينات التي لم تعامل حرارياً وذات تركيز سكري 40%، وذلك ابتداءً من اليوم 7 وحتى اليوم 30 من التخزين، ويعود ذلك إلى انخفاض رطوبتها، وانتقال السكر من المحلول إلى الشرائح، وتزداد حركية هذا الانتقال بزيادة درجة الحرارة[15] ، وبالتالي تعتبر عينة الخشاف

تركيز سكري 40% ومحضرة بالطريقة الساخنة ذات قابلية للحفظ لفترة أطول من تلك المحضرة بالطريقة الباردة عند نفس التركيز 40%.

جدول (1) قيم الرطوبة (%) والفعالية المائية لعينات خشاف التفاح وخشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة، وخلال أزمنة تخزين مختلفة

طريقة تحضير المحلول السكري	تركيز المحلول السكري	زمن التخزين (يوم)	الرطوبة(%)		الفعالية المائية a_w	
			خشاف التفاح	خشاف المشمش	خشاف التفاح	خشاف المشمش
العينة الطازجة			0.21±85.0	0.3±85.2	0.014±0.920	0.004±0.915
على البارد	%20	7	0.47±83.6	0.3±80.6	0.009±0.917	0.009±0.912
		15	0.25±83.5	0.5±80.2	0.008±0.916	0.002±0.910
		30	0.11±83.4	0.51±80.0	0.009±0.916	0.008±0.908
	%30	7	0.15±82.1	0.70±83.9	0.02±0.915	0.01±0.910
		15	0.91±81.8	0.21±83.5	0.016±0.915	0.012±0.907
		30	0.75±81.7	0.76±83.4	0.013±0.914	0.014±0.905
	%40	7	0.37±79.0	0.41±83.8	0.008±0.913	0.008±0.909
		15	0.41±78.7	0.63±83.3	0.008±0.911	0.017±0.908
		30	0.8±78.7	0.54±83.1	0.051±0.908	0.002±0.907
على الساخن	%20	7	0.76±82.9	0.5±78.1	0.014±0.914	0.008±0.908
		15	0.75±82.8	0.65±77.8	0.013±0.910	0.009±0.904
		30	0.49±82.7	0.51±77.6	0.014±0.907	0.012±0.902
	%30	7	0.8±80.3	0.8±78.9	0.011±0.898	0.021±0.905
		15	0.17±80.1	0.23±78.6	0.022±0.897	0.03±0.903
		30	0.41±80.0	0.80±78.5	0.03±0.897	0.009±0.902
	%40	7	0.61±78.1	0.35±80.7	0.013±0.896	0.008±0.903
		15	0.63±78.0	0.29±80.5	0.004±0.894	0.004±0.896
		30	0.35±77.9	0.27±80.4	0.009±0.893	0.014±0.894

قياس الـ pH:

يوضح الجدول (2) قيم pH عينات خشاف التفاح وخشاف المشمش، المحضرة بالطريقة الباردة والساخنة، بتراكيز سكر مختلفة وخلال أزمنة تخزين مختلفة.

بينت النتائج أنه بزيادة تركيز السكر في المحلول ترتفع قيمة pH المقاسة، وذلك بسبب انتقال السكر من المحلول إلى الشرائح (حتى حصول التوازن)، كما أظهرت النتائج أيضاً أن العينات قد حافظت على قيم pH خلال فترة التخزين، وهذا يدل على فعالية عملية التعقيم.

الجدول (2) قيم pH لعينات خشاف التفاح وخشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة، وخلال أزمنة تخزين مختلفة

طريقة تحضير المحلول السكري	تركيز المحلول السكري	زمن التخزين (يوم)	pH	
			خشاف التفاح	خشاف المشمش
العينة الطازجة			0.09±3.50	0.11±4.60
على البارد	%20	7	0.11±3.31	0.18±4.54
		15	0.23±3.34	0.15±4.51
		30	0.17±3.34	0.11±4.51
	%30	7	0.29±3.41	0.14±4.43
		15	0.25±3.43	0.23±4.42
		30	0.16±3.43	0.16±4.42
	%40	7	0.11±3.64	0.27±4.45
		15	0.32±3.66	0.26±4.43
		30	0.21±3.66	0.22±4.43
على الساخن	%20	7	0.26±3.40	0.12±4.49
		15	0.3±3.42	0.20±4.45
		30	0.13±3.42	0.14±4.45
	%30	7	0.25±3.53	0.9±4.45
		15	0.16±3.51	0.14±4.43
		30	0.12±3.51	0.11±4.43
	%40	7	0.17±3.70	0.12±4.48
		15	0.23±3.69	0.27±4.46
		30	0.23±3.69	0.19±4.46

المواد الصلبة المنحلةT.s.s:

يوضح الجدول (3) قيم Bx لهريس خشاف التفاح والمشمش، المحضرين بالطريقة الباردة والطريقة الساخنة، عند تراكيز سكر مختلفة وأزمنة تخزين مختلفة.

نلاحظ أنه كلما ازدادت نسبة السكر بالمحلول زادت قيمة T.s.s لهريس الخشاف، وذلك بسبب انتقال السكر من المحلول إلى الشرائح نتيجة اخلاف الضغط الأسموزي بين الوسطين، ويستمر هذا الانتقال حتى حصول التوازن بينهما [13]. كما نلاحظ أن العينات المحضرة بالطريقة الساخنة كان لها قيم T.s.s أعلى من العينات المحضرة بالطريقة الباردة، وذلك لأن المعاملة الحرارية تسرع العملية [13]. وبالتالي فإن العينات المحضرة بالطريقة الساخنة عند تركيز محلول سكري 40% كان لها قيم T.s.s أعلى من مقابلتها والمحضرة بالطريقة الباردة، وذلك طوال فترة التخزين.

جدول (3) قيم T.s.s لهريس خشاف التفاح وخشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة، وخلال أزمنة تخزين مختلفة

طريقة تحضير المحلول السكري	تركيز المحلول السكري	زمن التخزين (يوم)	B_x	
			خشاف التفاح	خشاف المشمش
العينة الطازجة			0.09±12.0	0.06±14.1
على البارد	%20	7	0.06±13.4	0.08±14.5
		15	0.07±13.5	0.02±14.8
		30	0.09±13.6	0.19±14.9
	%30	7	0.13±14.9	0.15±17.8
		15	0.12±15.2	0.21±18.0
		30	0.09±15.3	0.1±18.1
	%40	7	0.12±18.0	0.08±19.9
		15	0.19±18.3	0.07±20.2
		30	0.15±18.3	0.08±20.3
على الساخن	%20	7	0.03±14.1	0.19±15.0
		15	0.09±14.2	0.15±15.3
		30	0.21±14.3	0.19±15.4
	%30	7	0.09±16.7	0.02±18.1
		15	0.09±16.9	0.08±18.4
		30	0.15±17.0	0.19±18.5
	%40	7	0.09±18.9	0.08±20.4
		15	0.13±19.0	0.13±20.7
		30	0.02±19.1	0.19±20.9

السكريات المرجعة:

من الجدول (4) نلاحظ أن العينات المحضرة بالطريقة الساخنة وتركيز السكر 40%، أعطت أعلى قيمة للسكر المرجع مقارنة مع العينات المحضرة بالطريقة الباردة عند نفس تركيز السكر، وقد يعود ذلك إلى تفكك السكروز أثناء المعاملة الحرارية بوجود حمض الليمون المضاف أثناء التحضير، ويزداد مردود هذا التفكك (المحتوي من السكريات المرجعة) بزيادة تركيز المحلول السكري، والمعاملة الحرارية.

الجدول (4) قيم السكريات المرجعة (%) لعينات خشاف التفاح وخشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة، وخلال أزمنة تخزين مختلفة

طريقة تحضير المحلول السكري	تركيز المحلول السكري	زمن التخزين (يوم)	قيم السكريات المرجعة (%)	
			خشاف التفاح	خشاف المشمش
العينة الطازجة			0.15±13.50	0.21±15.00
على البارد	%20	7	0.1±18.37	6±20.18.55
		15	0.23±18.36	0.31±18.53
		30	0.31±18.35	0.31±18.52
	%30	7	0.22±19.35	0.21±20.27
		15	0.43±19.34	0.27±20.26
		30	0.21±19.33	0.17±20.25
	%40	7	0.23±22.56	0.16±20.35
		15	0.43±22.55	0.13±20.34
		30	0.55±22.54	0.19±20.33
على الساخن	%20	7	0.33±20.15	0.31±19.45
		15	0.32±20.14	0.19±19.44
		30	0.22±20.13	0.24±19.33
	%30	7	0.53±21.47	0.27±23.54
		15	0.42 ±21.45	0.15±23.52
		30	0.48±21.44	0.16±23.50
	%40	7	0.19±25.34	0.12±27.53
		15	0.25±25.32	0.19±27.52
		30	0.21±25.31	0.17±27.51

قياس اللون:

تم قياس اللون للعينات الطازجة لكل من التفاح والمشمش، بالإضافة إلى العينات المحضرة بالطريقتين الباردة والساخنة، وذلك عند تركيز محلول سكري متغير (20، 30، 40) % خلال التخزين .

يتعلق تغير اللون في العينات بالزمن المستهلك في تقشير العينات، والزمن الفاصل بين عملية التقشير وعملية الغمر في المحلول السكري، وتركيز المحلول السكري، والمعاملة الحرارية المطبقة [16].

نلاحظ من النتائج الموضحة في الجدول (5) حصول تغير بسيط في لون العينات المحضرة بالطريقة الباردة مقارنة مع العينات المحضرة بالطريقة الساخنة، ويعود ذلك إلى حصول الاسمرار الأنزيمي في شرائح التفاح (وبشكل أقل في حالة المشمش)، وذلك بسبب غناها بالمركبات الفينولية ووجود أنزيم بولي فينول أكسيداز PPO الذي ينشط عند تقشير وتقطيع الفواكه، وتسبب عملية الغمر في محلول مائي سكري بطء هذه العملية بسبب عزل الأنزيم عن الأكسجين الجوي [16]. وبينت النتائج أيضاً حصول تغير في اللون لعينات الخشاف المحضرة بالطريقة الساخنة مقارنة بالعينات الطازجة، وذلك خلال اليوم 7 من التخزين، ويعود ذلك إلى حصول إسمرار غير أنزيمي (تفاعل ميلارد) في شرائح الفواكه (وخصوصاً التفاح) بسبب غناها بالأحماض الأمينية والسكريات المرجعة التي تعد الركائز الأساسية لحدوث هذه التفاعلات بوجود الحرارة، التي تسبب تغير اللون (دكانة اللون)، تجدر الإشارة إلى أن شدة هذه التفاعلات تتعلق بزمن المعاملة الحرارية، ودرجة الحرارة المطبقة، وتركيز الأحماض الأمينية، والسكريات المرجعة في المادة، وهذه يفسر دكانة اللون في العينات المحضرة بالطريقة الساخنة تركيز 40% بشكل أكبر من التركيز 20% مع ثبات زمن ودرجة حرارة المعاملة الحرارية المطبقة

كما يلاحظ من النتائج أن تغير اللون مع التخزين بالنسبة للخشاف المحضر بالطريقة الساخنة كان معدوماً، وذلك لأن المعاملة الحرارية قد سببت تثبيط أنزيم PPO، وبالتالي توقف عملية الإسمرار الأنزيمي [16].

جدول (5) قيم اللون لخشاف التفاح وخشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة، وخلال أزمنة تخزين مختلفة

طريقة تحضير المحلول السكري	تركيز المحلول السكري	زمن التخزين (يوم)	قيم اللون					
			خشاف التفاح			خشاف المشمش		
			L*	a*	b*	L*	a*	b*
العينة الطازجة			0.62±66.12	0.08±2.13	0.21±25.15	0.45±48.81	0.08±17.40	0.18±55.30
على البارد	%20	7	0.74±63.50	0.05±1.92	0.18±27.54	0.86±46.52	0.05±9.44	0.07±50.70
		15	0.86±63.19	0.08±1.93	0.16±27.57	0.81±46.48	0.22±9.93	0.12±50.69
		30	0.81±62.72	0.13±1.37	0.21±27.71	0.84±46.44	0.06±9.43	0.14±50.64
	%30	7	0.54±55.86	0.07±9.78	0.22±31.37	0.72±48.01	0.04±13.94	0.07±55.55
		15	0.64±55.79	0.08±9.79	0.21±31.34	0.68±47.95	0.06±13.94	0.32±55.53
		30	0.81±55.74	0.04±9.80	0.19±31.38	0.78±47.92	0.06±13.93	0.37±55.51
	%40	7	0.55±61.73	0.09±6.46	0.09±27.58	0.81±48.18	0.21±12.63	0.45±58.26
		15	0.42±60.19	0.08±6.65	0.17±27.62	0.84±48.38	0.11±12.61	0.41±58.04
		30	0.58±60.03	0.05±6.15	0.32±27.74	0.83±48.35	0.04±12.62	0.32±58.02
على الساخن	%20	7	0.55±60.05	0.21±3.61	0.25±27.41	0.78±8.46	0.05±8.85	0.21±49.02
		15	0.67±60.88	0.07±3.63	0.15±27.55	0.73±48.43	0.12±8.84	0.14±49.09
		30	0.65±61.07	0.07±3.64	0.23±27.28	0.82±48.43	0.18±8.82	0.25±49.13
	%30	7	0.56±56.40	0.06±3.57	0.12±26.97	0.91±46.49	0.20±8.54	0.17±52.38
		15	0.86±56.60	0.16±3.57	0.09±29.95	0.82±46.43	0.05±8.54	0.35±52.38
		30	0.75±57.01	0.04±3.32	0.14±26.06	0.86±46.37	0.07±8.54	0.11±52.34
	%40	7	0.96±65.73	0.04±1.61	0.24±23.68	0.99±50.98	0.16±10.98	0.18±55.95
		15	0.85±66.96	0.05±1.60	0.18±23.71	0.91±50.87	0.11±10.97	0.24±55.88
		30	0.87±66.99	0.07±1.60	0.32±23.75	0.85±50.84	0.12±10.97	0.13±55.90

القوام:

بينت النتائج الموضحة في الجدول (6) أن خصائص القوام كالصلابة وتماسك البنية في شرائح التفاح الطازجة كانت أكبر من حالة المشمش، وقد يعود ذلك إلى محتوى التفاح المرتفع من البكتين 1.5% مقارنة مع المشمش 1% ، حيث يعتبر التفاح من الفواكه الغنية بالبكتين مقارنة بالمشمش الذي يصنف ضمن الفواكه الفقيرة بالبكتين[1]، وتنخفض مؤشرات القوام مع تقدم نضج الفواكه، حيث ينخفض التماسك ويحصل تراجع في الصلابة كلما ازداد النضج، وذلك بسبب تغير بنية البكتين[17].

نلاحظ أنه كلما ازداد تركيز المحلول السكري المستخدم في العينات المحضرة بالطريقة الباردة، تحتفظ شرائح التفاح بخواص القوام المميزة كالصلابة وترابط وتماسك البنية، وبالتالي فإنّ عينات الخشاف المحضرة بالطريقة الباردة وتركيز السكر الأكبر (40%) حافظت على القوام بشكل أفضل من الطريقة الساخنة عند نفس التركيز.

كما نلاحظ أيضاً أن المعاملة الحرارية قد سببت تراجعاً في تماسك العينات، مقارنة مع العينات التي حضرت بالطريقة الباردة، سواءً في عينات خشاف التفاح أو المشمش، ويزداد هذا التراجع بزيادة تركيز المحلول السكري، وقد يعود ذلك إلى التغيرات في السكريات التي تحدث بسبب المعاملة الحرارية، وحدوث تغير في البنية النسيجية للثمار أثناء المعاملة الحرارية.

جدول (6) نتائج قياس القوام لخشاف التفاح وخشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة، وخلال أزمنة تخزين مختلفة

طريقة تحضير المحلول السكري	تركيز المحلول السكري	زمن التخزين (يوم)	خشاف التفاح			خشاف المشمش		
			صلابة(N)	ترابط وتماسك(N)	متانة(N)	صلابة(N)	ترابط وتماسك(N)	متانة(N)
العينة الطازجة			0.034±19.766	0.028±0.825-	0.321±12.307	0.030±0.606	0.014±0.084-	0.072±0.202
على البارد	%20	7	0.019±9.962	0.056±0.299-	0.215±4.734	0.087±0.489	0.021±0.056-	0.085±0.244
		15	0.043±9.773	0.231±0.153-	0.265±4.682	0.045±0.453	0.013±0.042-	0.069±0.216
		30	0.022±9.681	0.039±0.109-	0.235±4.613	0.065±0.428	0.023±0.038-	0.075±0.198
	%30	7	0.029±10.162	0.063±0.331-	0.314±4.923	0.037±0.704	0.013±0.059-	0.071±0.275
		15	0.036±9.751	0.052±0.299-	0.351±4.691	0.012±0.693	0.011±0.053-	0.077±0.247
		30	0.082±9.439	0.048±0.229-	0.213±4.538	0.072±0.677	0.012±0.049-	0.081±0.218
	%40	7	0.044±11.658	0.096±0.363-	0.511±5.426	0.119±0.884	0.021±0.023-	0.091±0.420
		15	0.075±10.718	0.150±0.208-	0.274±5.029	0.056±0.795	0.041±0.015-	0.058±0.389
		30	0.046±10.422	0.057±0.143-	0.254±4.921	0.042±0.766	0.032±0.010-	0.081±0.367
على الساخن	%20	7	0.087±5.447	0.093±0.139-	0.231±2.932	0.118±0.822	0.011±0.028-	0.085±0.181
		15	0.022±5.124	0.014±0.107-	0.199±2.189	0.063±0.795	0.009±0.020-	0.019±0.101
		30	0.031±4.923	0.521±0.093-	0.235±1.873	0.052±0.720	0.009±0.018-	0.035±0.890
	%30	7	0.032±6.968	0.079±0.093-	0.246±3.118	0.048±0.858	0.021±0.068-	0.072±0.405
		15	0.036±6.798	0.215±0.089-	0.289±2.576	0.096±0.735	0.022±0.065-	0.075±0.349
		30	0.033±6.163	0.075±0.083-	0.315±2.156	0.057±0.621	0.019±0.061-	0.081±0.298
	%40	7	0.028±7.848	0.083±0.074-	0.289±3.392	0.150±0.751	0.021±0.029-	0.081±0.358
		15	0.046±6.956	0.054±0.063-	0.312±2.281	0.117±0.554	0.015±0.021-	0.074±0.246
		30	0.053±6.683	0.072±0.052-	0.216±2.263	0.045±0.439	0.013±0.020-	0.077±0.189

فيتامين C:

يوضح الجدول (7) قيم فيتامين C لعينات خشاف التفاح وخشاف المشمش المحضرين بالطريقة الباردة والطريقة الساخنة عند تراكيز سكر مختلفة وأزمنة تخزين مختلفة. نلاحظ أن كمية فيتامين C في المشمش أكبر من التفاح في العينات الطازجة، واحتفظ فيتامين C بثبات كميته بشكل نسبي في عينات المشمش خلال مرحلة التصنيع، وأيضاً خلال فترة التخزين مقارنة بالتفاح الذي انخفض محتواه من فيتامينCمع تقدم فترة التخزين، وقد يرجع ذلك إلى محتوى المشمش من حمض السيتريك الذي يساهم في زيادة ثباتية فيتامين C خلال مرحلة التصنيع والتخزين، مقارنةً مع التفاح الذي يحوي في تركيبه على حمض الماليك، حيث يعتبر حمض السيتريك أقوى كحمض من حمض الماليك (pka لحمض السيتريك أقل من حمض الماليك، وبالتالي يوفر وسطاً حمضياً أكبر يسبب زيادة ثباتية فيتامين C) [18]. كما يعتبر فيتامين C من الفيتامينات الحساسة للحرارة، حيث يتغير تركيبه ويفقد خواصه بشكل كبير كلما كانت درجة الحرارة التي تتم عندها المعاملة الحرارية أكبر ومدتها أطول، حيث كان الفقد في فيتامينCفي العينات المحضرة بالطريقة الساخنة أكبر من الباردة، وذلك بسبب تفككه بالحرارة [18]. وبالتالي فإن العينات المحضرة بالطريقة الباردة وتركيز 40% تعتبر الأمثل من حيث محتواها من فيتامين C.

جدول (7) كمية فيتامين C (mg/100g) في الخشاف التفاح وخشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة والساخنة، وبتراكيز سكر مختلفة، وخلال أزمنة تخزين مختلفة

طريقة تحضير المحلول السكري	تركيز المحلول السكري	زمن التخزين (يوم)	كمية فيتامين C (mg/100g)	
			خشاف التفاح	خشاف المشمش
العينة الطازجة			0.08±4.600	0.09±10.000
على البارد	%20	7	0.09±3.056	0.06±9.531
		15	0.35±3.050	0.07±9.520
		30	0.08±2.948	0.09±9.500
	%30	7	0.09±4.435	0.12±9.725
		15	0.13±4.360	0.13±9.718
		30	0.07±4.285	0.08±9.705
	%40	7	0.07±4.593	0.09±9.896
		15	0.11±4.563	0.19±9.832
		30	0.09±4.496	0.23±9.806
على الساخن	%20	7	0.07±2.874	0.05±9.486
		15	0.04±2.608	0.07±9.435
		30	0.12±2.567	0.09±9.419
	%30	7	0.12±3.225	0.10±9.225
		15	0.11±3.213	0.08±9.173
		30	0.14±3.110	0.11±9.102
	%40	7	0.09±4.467	0.35±9.097
		15	0.15±4.392	0.24±9.075
		30	0.9±4.317	0.17±9.043

6.الاستنتاجات والتوصيات:

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن خشاف التفاح أو خشاف المشمش المحضر بالطريقة الباردة عند تركيز محلول سكري 40%، قد حافظ على خواص القوام المميزة للخشافات كالصلابة وترابط وتماسك البنية خلال فترة التخزين التي بلغت 30 يوماً، كما حافظت هذه العينات أيضاً على ثباتية فيتامين C، وذلك مقارنة مع العينات المحضرة بالطريقة الساخنة عند نفس التركيز.

وبالمقابل، تميزت عينات الخشاف المحضرة بالطريقة الساخنة وتركيز محلول سكري 40% بقيم رطوبة وفعالية مائية أخفض من العينات المحضرة بالطريقة الباردة، وذلك ابتداءً من اليوم 7 وحتى اليوم الأخير من التخزين (30 يوماً)، كما كان تغير اللون في هذه العينات خلال فترة التخزين شبه معدوم، وذلك بسبب تثبيط أنزيمات PPO بعملية السلق.

وأخيراً، تمّ تفضيل تصنيع خشاف التفاح أو خشاف المشمش بالطريقة الباردة وعند تركيز محلول سكري 40%، وذلك للمحافظة على خواص القوام المميز للخشافات وعلى قيمة تغذوية مرتفعة خلال فترة التخزين. ويوصى بما يلي:

1. التوسع في عملية تصنيع الخشافات، بحيث تشمل أصناف أخرى من الفواكه وذلك بهدف تأمينها في غير مواسمها، وتوفير طريقة حفظ بسيطة نوعاً ما للفواكه سريعة الفساد.
2. دراسة تعليب الخضار، بحيث يتم حفظ أصناف من الخضار كالبازيلاء في محاليل ملحية.
3. محاولة نقل هذه الدراسة للتطبيق العملي الصناعي، لأنها تعتبر وسيلة حفظ لمنتجات الفواكه أو الخضار لفترات طويلة بدون الحاجة إلى توفير ظروف تخزينية صارمة كالتبريد أو التجميد.

7.المراجع:

1. Hallabo, Saad; Badi, just; Bakhit, Mahmoud (2008). Food Industry Technology, Basics of Food Preservation and Manufacture, Academic Library, Egypt .(Arabic)

2. Egyptian Standard Specification No. 129. (2005). Preserved fruit products - Egyptian General Organization for Standardization and Quality .(Arabic)

3. Al-Saad, Ali, 2009, Canning and Cooling Fruits and Vegetables, Theoretical Department, Food Processing Department, Cairo University Publications. (Arabic)

4 .Sehrawat, R., Khan, K. A., Goyal, M. R., & Paul, P. K. (Eds.). (2018). Technological Interventions in the Processing of Fruits and Vegetables. CRC Press.

5.Jongen, W. (Ed.). (2002). Fruit and vegetable processing: improving quality. Elsevier.

6. alwazir, Dredd, (2011). Vegetable and Fruit Technology, Theoretical Department, Faculty of Chemical and Petroleum Engineering - Al-Baath University Publications. Syrian Arab Republic. (Arabic)

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

8. Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Fruits and fruit products. Food chemistry, 1009-1079.

9. alwazir, Duraid, (2011). Technology of vegetables and fruits, Department of Practicality, Faculty of Chemical and Petroleum Engineering - Al-Baath University Publications. Syrian Arab Republic . (Arabic)

10. Al-Baqoni and Saad, (1997). Food Chemistry, Department of Practicality, College of Chemical and Petroleum Engineering - Al-Baath University Publications. Syrian Arab Republic. (Arabic)

11.AOAC (2006). Association of official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. (17th Ed.) Mary land. U.S.A.

12. Yadav A.k.k. and Singh S.V.(2012). Osmotic dehydration of fruits and vegetable s: a review. J Food Sci Technol

13. Matusek A. And Merész P.(2002). Modelling Of Sugar Transfer During Osmotic Dehydration Of Carrots. Periodica Polytechnica Ser. Chem. Eng. Vol. 46, No. 1–2, PP. 83–92

14. Nyangena, I., Owino, W., Ambuko, J., Imathiu, S. (2019). Effect of selected pretreatments prior to drying on physical quality attributes of dried mango chips. Journal of Food Science and Technology, 1-10.

15. Chen W. S., Liu D.C. and Chen M.T.(2002). Effects of High Level of Sucrose on the Moisture Content, Water Activity، Protein Denaturation and Sensory Properties in Chinese-Style Pork Jerky. J. Anim. Sci. Vol 15, No. 4 : 585-590

16. Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. and Brulé G.(2016). Enzymatic Browning. Handbook of Food Science and Technology 1: Food Alteration and Food Quality: 160-181

17. Hajnal V., Szalay l., németH Sz., Ficzek G., BujdoSó G. and tótH m.(2012). Changes In The Fruit Texture Parameters And Composition Of Apricot Cultivars During Ripening. Acta Alimentaria, Vol. 41,pp. 73–82

18. Oyetade, O.A., Oyeleke, G.O., Adegoke, B.M. and Akintunde, A.O. (2012). Stability Studies on Ascorbic Acid (Vitamin C) From Different Sources. IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC), Volume 2, Issue 4, PP 20-24 .