Agriculture College – Wasit University

Dijlah Journal of Agricultural Sciences

ISSN 2790 – 5985
e ISSN 2790 – 5993

Dijlah J. Agric. Sci., 2(1):94-103 , 2024

Preparation and Study of the Effectiveness of Nano-Starch used as a Edible Coating in Extending the Shelf - life of Sweet Cherries during cold storage

Muhsin Falih AL-Quraishi

Department of Food Science ,Collage of Agriculture ,Wasit University ,Wasit, Iraq,

***Corresponding author e-mail**: mufalih@uowasit.edu.iq

Abstract:

The study aimed to prepare starch with nano dimensions chemically using concentrated hydrochloric acid and study its morphological properties and use it as edible film and study its effect in extending the shelf - life and delaying the appearance sings of ripping and senescence of sweet cherry during of storage period of 12 days at a temperature ranging from 5-7 C , as some of its physicochemical properties were studied (weight loss, percentage of total dissolved solids, concentration of anthocyanin pigment, total acidity) during the storage. Three treatments (T1, T2, T3) were prepared by adding different concentrations of nano-starch to the solution used in packaging cherries at a rate of (0.5, 1, 1.5)% respectively in addition to the control sample T0 (without packaging). The results showed the possibility of obtaining starch with nano-sized sizes ranging from (34.16 - 48.16) nm, as well as the effectiveness of coating cherries with nano-starch in preserving their qualitative properties and delaying the appearance of signs of ripening and aging during the storage period, as The control treatment T0 obtained the lowest results with significant differences compared to the rest of the treatments, as it recorded the highest weight loss percentage, which reached 4.11%. It also recorded a significant increase in the concentration of anthocyanin pigment and the percentage of total dissolved solids, which reached 47.30 mg/100 g and 18.04, respectively, while it recorded a significant decrease in the total acidity value, which was 0.22 at the end of the storage period. The results also indicate the superiority of the T3 treatment samples, as it obtained the best results compared to the rest of the treatments during the storage period.

Keywords: Nano-Starch, Edible Coating, Shelf – life, Sweet Cherries.

تحضير ودراسة فاعلية النشا ـ النانوي المستعمل كغلاف في اطالة العمر الخزني للكرز الحلو اثناء الخزن المبرد

محسن فالح القريشي

قسم علوم الاغذية – كلية الزراعة – جامعة واسط / العراق

الخلاصة

هدفت الدراسة الى تحضير النشا بابعاد نانوية بطريقة كيمائية باستعمال حامض الهيدروكلوريك المركز ودراسة خصائصه المورفولوجية واستعماله كغشاء ودراسة تأثيره في اطالة العمر الخزني وتأخير ظهور علامات النضج والشيخوخة ثمار الكرز الحلو خلال مدة خزن اثنا عشر يوما بدرجة حرارة تتراوح بين 5-7م, اذ تمت دراسة بعض خصائصه الفيزوكيمائية (فقدان الوزن, نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية, تركيز صبغة الانثوسيانين, الحموضة الكلية) خلال تلك المدة, تم تحضير ثلاثة معاملات (T1,T2,T3) وذلك بإضافة تراكيز مختلفة من النشا النانوي الى المحلول المستعمل في تغليف الكرز وبواقع (0.5,1,1.5)% على التوالي بالإضافة الى عينة السيطرة T0 (بدون تغليف) . اظهرت النتائج إمكانية لحصول على النشا بحجوم نانوية تراوحت (34.16 - 48.16) نانومتر, كذلك فاعلية تغليف الكرز بالنشا النانوي في المحافظة على خصائصه النوعية وتأخير ظهور علامات النضج والشيخوخة خلال مدة الخزن , اذ حصلت معاملة السيطرة T0 اقل النتائج وبفروقات معنوية مقارنة مع بقية المعاملات حيث سجلت اعلى نسبة فقد بالوزن والتي بلغت 4.11%, كذلك سجلت ارتفاعا معنويا في تركيز صبغة الانثوسيانين ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية حيث بلغت 47.30 ملغم/100غم و 18.04 على التوالي , بينما سجلت انخفاضا معنويا في قيمة الحموضة العيارية الكلية والتي كانت 0.22 عند نهاية مدة الخزن, ايضا تشير النتائج لتفوق عينات المعاملة T3 اذ حصلت على افضل النتائج مقارنة من بقية المعاملات خلال مدة الخزن .

الكلمات المفتاحية: النشا – النانوي، اطالة العمر الخزني، للكرز الحلو.

المقدمة

الكرز الحلو من الفواكه التي تمتاز بسرعة التلف اثناء الخزن نتيجة لنشاطها الأيضي المرتفع وامتلاكها غشاء نباتي رقيق وانسجة داخلية رخوة نسبيا (Babak and Narges 2023) وهذا يسرع من فقدان الرطوبة وخسارة الوزن اثناء الخزن ,تغير اللون, انخفاض الحموضة ,وانكماش السطح بالإضافة الى ليونة الانسجة والتي تعد علامات التقدم بالنضج والشيخوخة, طبقا لما جاء في (Benichou et al 2018)فان واحدة من كل ثلاث ثمرات تفقد قبل وصولها الى المستهلكين, لذلك وجب ايجاد حلول مناسبة لإطالة عمره الخزني كاستعمال المركبات الكيميائية او الاغلفة البلاستيكية التي تسبب غالبا مشاكل بيئية وصحية على صعيد الفرد والبيئة (Guler et al 2019),في ضل هذه التحديات اصبح من الضروري ايجاد تقنيات بديلة كاستعمال الاغشية القابلة للأكل على والتي اخذت بالتطور بشكل متسارع في العقدين الاخيرين اذ استعملت مركبات طبيعية امتازت بخصائص فيزو ميكانيكية جيدة بالإضافة الى وفرتها وعدم تسببها باي مشاكل صحية او بيئية كالبوليمرات الكربوهيدراتية والبروتينات والزيوت وغيرها من المركبات الطبيعية (David et al et al 2017) , ايضا استعمل في الآونة الاخيرة الاغلفة النانوية القابلة للأكل والتي تعمل كحواجز للحفاظ على اللون ومركبات النكهة كذلك تقلل من فقدان الرطوبة وسرعة التنفس وهذ يساعد على ابطاء تدهور الفواكه والخضروات واطالة عمرها اثناء الخزن (Saputra et al 2023).

استعملت العديد من المركبات كأغشية نانوية قابلة للأكل كالنشا والكايتوسان والبكتين والزيوت والعسل والصمغ والبروتين (Agusriansyah and Agus 2023), اذ لاحظ (Bernard et al 2021)ان استعمال العسل بتركيب نانوي قد ساهم فياطالة مدة خزن فاكهة البابايا, بينما وجد (Nooshin et al 2017)ان الاغشية المكونة من الكايتوسان النانوي - الكابروكسي مثيل سيلوز- اوكسيد الزنك النانوي قد ساهم في المحافظة على الخصائص الفيز وكيمائية وتأخير علامات التلف للخبز المخزن بالتبريد . كذلك (Rohasmizah and Azizah 2022) قام باستعمال غشاء مكون من (البكتين النانوي - زيت قشور الليمون) قد ساهم في الحفاظ على نوعية قطع التفاح خلال مدة الخزن على 5م لمدة 15 يوم.

يعد النشأ من البوليمرات الطبيعية اذ تتكون من كربوهيدرات معقدة (وحدات كلوكوز متعددة) والتي تمتاز بخصائص حجزيه اتجاه انفاذ الرطوبة والاوكسجين بالإضافة الى وفرته ورخص ثمنه كما يمتاز بكونه عديم اللون والطعم وامن من الناحية الصحية و ذو قابلية عالية على التحلل البيولوجي مما اكسبها اهمية في صناعة الاغشية النانوية القابلة للأكل (Herlina et al 2023),لاحظ (Carla et al 2022) ان الاغشية القابلة للأكل المصنعة من النشا قد ساهمت في تعزيز القابلية الحجزيه اتجاه نفاذ الرطوبة والماء بالإضافة الى عملها على تثبيط عمل انزيمي البولي فينول اوكسيديز والبيروكسيديز المسؤولين عن اكسدة صبغة الانثوسيانين لبعض انواع الفواكه, كما وجد (Kshirod et al 2019) زيادة في الخاصية الحجزية اتجاه الرطوبة والاشعة فوق البنفسجية وتعزيز الخصائص الميكانيكية للفواكه والخضر المغلفة (بالنشا-البكتين –التيتانيوم النانوية).

الاغشية المصنعة من النشا النانوي تمتاز بخصائص فائقة من ناحية القوة الميكانيكية ,حجز الرطوبة, قابلية تحلل بايلوجي عالية عند مقارنتها مع الاغشية المصنعة من النشأ, يمكن تحويل النشأ الى الحجم النانوية بالعديد من الطرق منها الفيزيائية والكيميائية والانزيمية (Herlina et al 2023) , اذ قام (Putro et al .,2020) بتحضير النشا النانوي بطريقة التحلل الحامضي لنشأ

البطاطا باستعمال حامض الكبريتيك المركز, بينما حضر (Ajinath et al 2021) النشا النانوي بمعاملة نشا الذرة بانزيم الفا-اميليز.

لاحظ (Gurvendra et al .,2024) زيادة الفترة الخزنية للطماطم عند تغليفها بالنشأ النانوية المصنع من مخلفات بذور المانكو, بينما وجد (Lorraine et al,. 2023) تغليف الفراولة باغشية (اوكسيد الزنك- نشا نانوي) قد ساهم بشكل فعال في تأخير علامات النضج واطالة عمرها الخزني مقارنة بعينة السيطرة (بدون تغليف).

مواد وطرق العمل

تحضير النشا النانوي:

حضر محلول التغليف طبقا (David et al 2018) مع بعض التعديلات البسيطة اذ تم اضافة 20 غم من نشا الذرة الى 100 مل ماء مقطر ,خلط باستعمال جهاز خلاط الصفيحة الساخنة(model ATO-HS-12) 200 دورة/دقيقة لمدة 30 دقيقة على 65 درجة مئوية ,ثم اضيف تدريجيا حامض الهيدروكلوريك 2 مول/لتر لغاية الوصول PH 3- 4 ,سخن المحلول على 65 م على 450 دورة /دقيقة لمدة ساعة واحدة, بعدها وضع المحلول في جهاز الموجات فوق الصوتية (model , Leelasonic-60)على تردد 50 واط لمدة 10 دقائق والذي يعمل بالإضافة الى حامض الهيدروكلوريك على تكسير بوليمرات النشا وتحولها الى الحجوم النانوية , عرض الى قوة الطرد المركزي(model NO :80-2) (4000 دورة/دقيقة)لمدة 10 دقائق للتخلص من الراشح الحامضي , خلط الراسب مع 10 اضعاف حجمه ماء خالي من الايونات خلط جيدا ثم عرض مرة اخرى للطرد المركزي ,كررت العملية لغاية الوصول الى 7-6.5 PH , جففت العينات باستعمال المبخر المائي (model: RS-1.5)على 50 م, خزنت العيان بدرجة حرارة 4 م لحين الاستعمال.

تحضير محلول التغليف النانوي :

حضر محلول التغليف حسب(Babak and Narges 2023)مع بعض التغييرات اذ تم عمل ثلاث محاليل بتراكيز مختلفة (1.5,1,0.5)% وزن /حجم من النشا النانوي الى 100 مل ماء مقطر ثم اضيف لكل العينات 1% غليسرول كعامل ملدن واستحلاب خلطت جيدا باستعمال الخلاط الكهربائي 400 دورة/دقيقة على 40م لمدة 10 دقائق, خلط جيدا لمدة ساعة على 50م بعدها ترك لكي يبرد ثم خزن في الثلاجة لحين الاستعمال.

تغليف الكرز

تم تجهيز الطازجة من الاسواق المحلية لمدينة الكوت(جنوب بغداد) حيث تم اختيار ثمار سليمة ومتماثلة في الحجم ودرجة النضج. قسمت عينات الكرز الى ثلاث معاملات رئيسية (T1,T2,T3) والتي تمثل الفاكهة المغلفة بمحلول انشا النانوي بتراكيز (1.5, 1, 0.5)% على التوالي بالإضافة الى عينة السيطرة(T0) بدون تغليف ,غمرت ثمار الكرز في محلول التغليف لمدة 30 ثانية كل عينة على حدا, تركت لكي تجف على درجة حرارة الغرفة لمدة ساعتين ثم خزنت بالتبريد 5-7 م لحين الفحص, اخذت القراءات كل ثلاثة ايام ولغاية 12 يوم خزن وبواقع ثلاث مكررات لكل معاملة .

حجم ومورفوجيا غشاء النشا النانوي :

استعمل مجهر الماسح الإلكتروني لقياس ابعاد النشا النانوية المحضر وحسب ما جاء في (Mikka ., 2015) مع بعض التعديلات البسيطة , اذ تم تحضير محلول النشا النانوي بتركيز0.1 % عرض بعدها الى الموجات فوق الصوتية 50 واط لمدة 5 دقائق لغرض تجانس المحلول والتخلص من التكتلات الموجودة في المحلول النانوي ثم رشح من خلال ورق ترشيح (واتمان16) ثم وزعت بضع قطرات منه على سطح شريحة زجاجية لعمل غشاء رقيق منه , وجففت بدرجة حرارة الغرفة -23 25م بعدها ثم فحصت بالمجهر الفاحص ثم اخذت الصورة مباشرة. استعمل مجهر القوى الذرية AFM لدراسة حجم ومورفولوجيا والتباين الحاصل في سطح الاغشية النانوية المحضرة وحسب (Joao et al ., 2012) مع بعض التعديلات , وضعت العينات انشا النانوي في جهاز مولد الموجات الفوق صوتية لغرض تجانس المحاليل النانوية والتخلص من التكتلات اذ ضبط الجهاز على 150 واط لمدة 10 دقائق ,بعدها وضعت قطرات من المحاليل المحضرة كلا على حدا على سطح رقائق زجاجية خاصة بجهاز مجهر القوى الذرية تركت كي تجف ثم اخذت الصورة مباشرة .

تحضير عينة الكرز للفحص

تحليل الخصائص الفيز وكيميائية للكرز:

الفقدان بالوزن

قدرت النسبة المئوية للفقد بالوزن لعينات الكرز طبقا لما جاء في (Zhang et al 2021), اذ وزنت عينات الكرز باستعمال ميزان الكتروني في وقت الصفر , كررت العملية كل ثلاثة ايام لغاية الوصول لمدة الخزن المطلوبة وقدرت النسبة المئوية لخسارة الوزن باستخدام المعادلة التالية :

% لخسارة الوزن= وزن الفراولة قبل الخزن– وزنها بعد الخزن/ وزنها قبل الخزن * 100

تقدير صبغة الانثوسيانين

تم تقدير تركيز صبغة الانثوسيانين حسب (Wenzhong et al ,. 2022) مع بعض التعديلات اذ هرست النماذج لمعاملات الكرز باستعمال خلاط كهربائي ثم اخذ وزن 5 غرام من الهريس واضيف له 50 مل من محلول الاستخلاص المكون من85:15 الايثانول : حامض الهيدروكلوريك M1 (v/v) وترك لمدة 10 دقائق في الظلام وبدرجة حرارة الغرفة ثم عرض لعملية النبذ المركزي 4000 دورة/دقيقة لمدة 5 دقائق ثم اخذ 3 مل من الراشح وخفف مع5 مل من محلولي بفر مختلفين كلا على حدا احدهما محلول كلوريد البوتاسيوم (PH 1.0) حضر باذابة غرام 1.86من كلوريد البوتاسيوم في لتر من الماء المقطر ثم عدلت قيمة PH بإضافة حامض HCL المركز ,اما محلول الاخر فهو محلول استيات الصوديوم (PH 4.5) فيحضر باذابة 54.4 غرام من استيتات الصوديوم المائية في واحد لتر من الماء المقطر وتعدل قيمة PH بإضافة حامض الخليك , بعدها تحضن بالظلام لمدة نصف ساعة بدرجة حرارة الغرفة واخيرا تقدر كمية الانثوسيانين عن طريق قراءة الامتصاصية باستعمال جهاز السبكتروفوتوميترو على طول موجي A535 و A700.اذ تمثل النتيجة ملي غرام من مركب (cyaniding-3 glucosie)لكل 100 غرام من ثمار الفراولة ,

وقدر تركيز الانثوسيانين حسب المعادلة التالية كما جاء في (Mohamed et al ., 2018)

Anthocyanin concentration =(ΔA . MW . DF.100/ε. λ.

حيث ان ΔA تمثل الفرق بين قراءة الامتصاصية للعينة مع محلول بفر PH 1 وعلى طول موجي 535 و 700 وبين قراءة الامتصاصية لنفس العينة مع محلول بفر 4.5 pH وعلى نفس الاطوال الموجية السابقة.

$\Delta A= (A_{535}-A_{700})PH:1 -(A_{535}-A_{700})PH:4.5$

MW = الوزن الجزيئي لل cyaniding-3 glucosie و يساوي449.2 غم /مول

DF = معامل التخفيف وهو 10:1

ε =معامل الاندثار المولي للcyaniding-3 glucosie ويساوي (26.900 cm /M).

λ = لطول الموجي المرئي وهو (1cm)

لمواد الصلبة الكلية

تم تقدير المواد الصلبة الكلية باستعمال جهاز الرفراكتوميتر اليدوي في درجة حرارة الغرفة 23-25م حسب ما ورد في (Zhang et al 2021).

تقدير الحموضة الكلية

قدرت الحموضة الكلية بطريقة المعايرة مع القاعدة طبقا لما جاء في (Babak and Narges et al ,.2023) اذ تم اضافة 1 مل من عصير الكرز الى 25 مل ماء مقطر وتم معايرته باستعمال محلول قاعدي هيدروكسيد الصوديوم N 0.1 , الحموضة الكلية تمثل % لحامض الماليك في عينات الكرز.

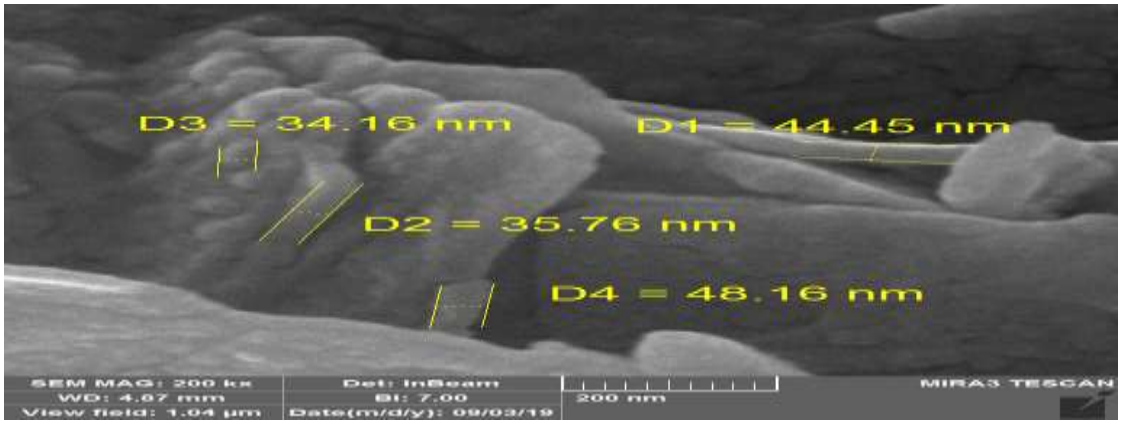
التحليل الاحصائي

استعمل البرنامج الإحصائي (Statistical Analysis System -SAS (2012) في تحليل البيانات لدراسة تأثير المعاملات المختلفة في الصفات المدروسة وفق تصميم عشوائي كامل (CRD)، وقورنت الفروق المعنوية بين المتوسطات باختبار اقل فرق معنوي (Least Significant Difference-LSD).

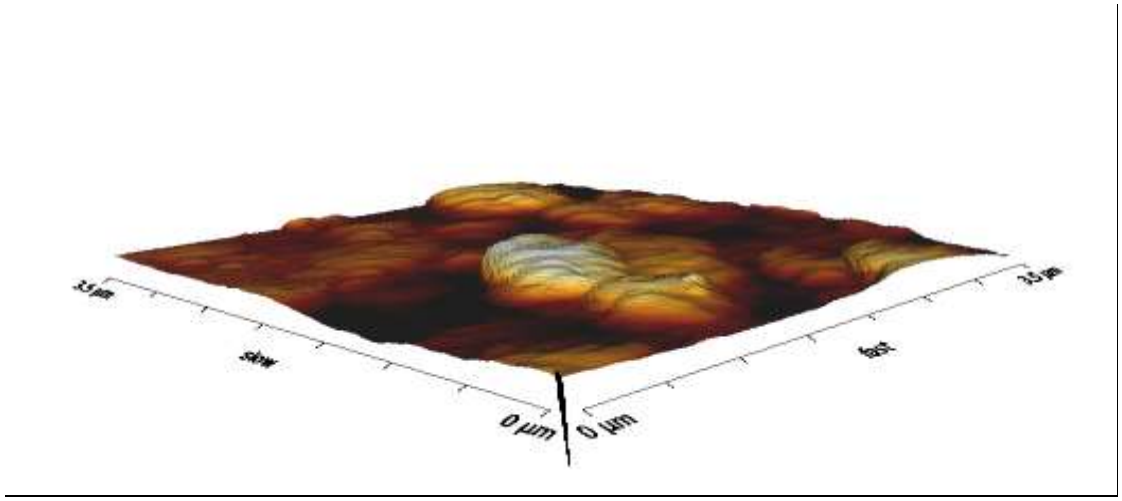
النتائج والمناقشة

الحجم والمورفولوجيا

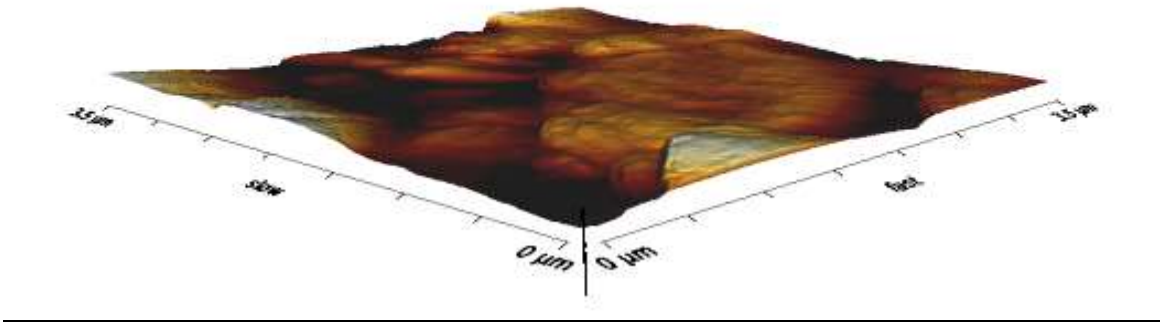
استعمل المجهر المسح الالكتروني (FESEM) لقياس حجم الجسيمات النانوية المتواجدة على سطح غشاء النشا النانوي المحضر أذ تراوحت بين (34.16 - 48.16) نانومتر الصورة (1), كذلك استعمل المجهر القوى الذرية (AFM) لدراسة الصفات المورفولوجية للأغشية النانوية المحضرة اذ نلاحظ وجود تباين في هيئة وتماسك ونعومة الاغشية المصنعة من النشا النانوي باختلاف التراكيز المستعملة , (رقم الصورة) تمثل هيئة الغشاء المصنع من محلول النشا النانوي بتركيز 0.5% والذي امتاز بخشونة وعدم تماسك مقارنة مع الغشاء بالغشاء ذو التركيز 1%(صورة3), بينما نجد ان الغشاء بتركيز 1.5 % (صورة 4)فهو الاكثر نعومة وتماسك من بقية الاغشية نتيجة لتركيز النشا النانوي المرتفع المستعمل في تحضيره اذ كلما زاد التركيز ازداد معه نعومة وتماسك الغشاء المستعمل ف تغليف الاغذية المختلفة , وهذا يتفق مع (Saputra et al 2023) والذي لاحظ ان استعمال النشا النانوي بتركيز 6% قد ساهم في اعطاء الغشاء قوة ومتانة ومرونة وخصائص حجزية جيدة مقارنة باستعمال تراكيز اقل من ذلك .



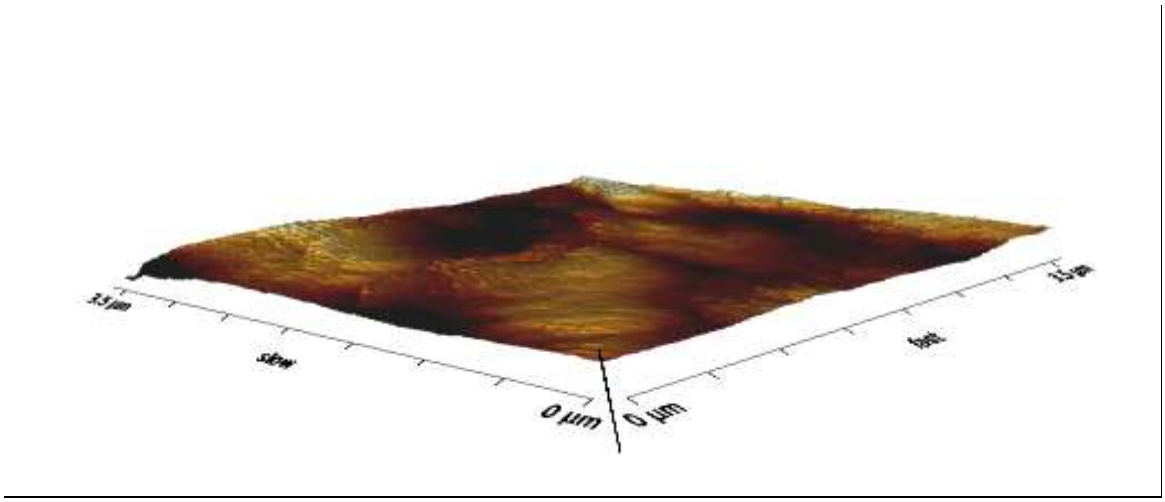
صورة(1) حجم النشا النانوية المحضر باستعمال مجهر المسح الالكتروني



صورة (2) مورفولوجيا غشاء النشأ النانوي المحضر بتركيز 0.5% باستعمال مجهر القوى الذري



صورة (2) مورفولوجيا غشاء النشأ النانوي المحضر بتركيز 1% باستعمال مجهر القوى الذرية



صورة (2) مورفولوجيا غشاء النشأ النانوي المحضر بتركيز 1.5% باستعمال مجهر القوى الذرية

% فقدان الوزن

اظهرت النتائج المستحصلة من الجدول (1) ان جميع المعاملات قد عانت من فقد الوزن خلال مدة الخزن نتيجة لتبخر الرطوبة من خلال غشاء الرقيق لثمرة الكرز . كما ونلاحظ حصول عينة السيطرة على اقل النتائج اذ سجلت ارتفاع معنويا في نسبة الفقد بالوزن اذ بلغت(4.11)% عند نهاية مدة الخزن , بينما حصلت عينات المعاملات T2,) (T3 على افضل النتائج اذ سجلت انخفاضا معنويا بنسبة الفقد بالوزن اذ سجلت (2.88,2.95) %على التوالي عند نهاية مدةالخزن, ويرجع السبب لدور اغلفة النشا النانوية في التقليل من تبخر الرطوبة من خلال الغشاء الخارجي للكرز , وهذ يتفق ما ما توصل اليه (Naser et al 2015) اذ وجد ان تغليف الكرز بمحلول مكون من (النانو سيليلوز- والكايتوسان -زيت الزعتر) ادى الى التقليل من فقدان الرطوبة وبالتالي انخفاض النسبة المئوية للفقد بالوزن عند نهاية مدة الخزن وبفرق معنوي عند مقارنتها بعينة السيطرة, كذلك لاحظ (Zhang Yu Lie et al 2021) والذي سجل انخفاضا معنويا في النسبة المئوية للفقد بالوزن للكرز الحلو المغلف(الكاربوكسي مثيل كايتوسان— جيلاتين) مقارنة مع العينات الغير مغلفة.

جدول (1) تأثير تغليف بالنشا النانوي على % للفقد بالوزن للكرز خلال مدة الخزن

المعاملة	مدة خزن /يوم			
	3	6	9	12
T0	1.89	2.85	3.56	4.11
T1	1.65	2.13	2.60	3.28
T2	1.33	1.70	2.22	2.95
T3	1.37	1.66	2.10	2.88
قيمة LSD	0.703	0.784	0.803	0.841
* ($P\leq0.05$).				

المواد الصلبة الذائبة الكلية :

الجدول رقم (2) يبين تاثير التغليف على نسبة المواد الصلبة الكلية خلال مدة الخزن اذ يلاحظ من خلاله ارتفاع نسبة ال TSS لثمار جميع المعاملات بشكل تدريجي بالتوافق مع زيادة مدة الخزن , ويرجع سبب ذلك الى حصول عملية التنفس والعمليات الايضية الأخرى وهذا يساهم في تحطيم السكريات المعقدة مثل الالياف وتحولها الى سكريات ابسط اثناء الخزن كما الاشارة(Naser et al 2015) والذي اشار ايضا ان ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في ثمار الفاكهة هو دليل على النضج والشيخوخة , كذلك اظهرت النتائج ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة في معاملة السيطرة وبفرق معنوي $P\leq0.05$عند نهاية مدة الخزن اذ بلغت نسبتها 18.04 , ويرجع ذلك لتأثير التغليف لثمار الكرز بمحلول النشا النانوية والذي ساهم في ابطاء العمليات الايضية وبالتالي تاخير ظهور علامات النضج والشيخوخة لثمار الكرز , بينما سجلت عينة T3 افضل النتائج اذ بلغت 16.84عند نهاية مدة الخزن,وهذا يتفق مع (Camilo et al 2021) والذي وجد ان تغليف الكرز الحلو بمادة الجينات الصوديوم ومستحلب نانوي قد ساهم في ابطاء تحطم السكريات الغير ذائبة (الالياف) والحد من ارتفاع تركيز المواد الصلبة الذائبة وبفرق معنوي مقارنة مع عينة السيطرة (بدون تغليف) عند خزنه لمدة 20 بدرجة 5-7م ,

جدول (2) تاثير التغليف بالنشا النانوي على نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية للكرز خلال مدة الخزن

المعاملة	فترة خزن/يوم			
	3	6	9	12
T0	16.59	16.95	16.95	18.04
T1	16.46	16.67	17.04	17.42
T2	16.38	16.60	16.76	16.93
T3	16.42	16.61	16.71	16.84
قيمة LSD	0.092	0.192	0.250	0.163
* ($P\leq0.05$).				

تقدير تركيز صبغة الانثوسيانين

يعد الانثوسيانين احد اهم مجاميع الفلافونويدات وهي صبغة ذائبة بالماء وتستعمل كمؤشر على نوعية ودرجة نضج ولون ثمار الكرز, من الجدول (3) نلاحظ الزيادة التدريجية في نسبة الانثوسيانين لجميع المعاملات خلال استمرار عملية الخزن ويرجع السبب الى استمرار عملية الايض والتنفس لثمار الكرز خلال مدة الخزن ,كما نلاحظ ان زيادة معنويا في تركيز الانثوسانين لعينة السيطرة اذ بلغت (47.30) ملغم/100 غم عند نهاية مدة الخزن ويرجع ذلك لزيادة في عملية الايض و تفاعلات الاسمرار الانزيمية لثمار عينة السيطرة لعدم وجود ما يعيق دخول الاوكسجين اليها من خلال السطح الخارجي ايضا ارتفاع نسبة الفقد بالرطوبة فيها خلا ل مدة الخزن قد ساهم في ارتفاع تركيز الانثوسيانين وهذ يتفق مع ما اشار اليه (Xiangyong et al 2022) , بينما حصلت عينات المعاملة T3 على افضل النتائج اذ سجلت اقل زيادة في تركيز الانثوسيانين اذ بلغت(38.90) ملغم/100

غم عند نهاية مدة الخزن, وذلك لتأثير التغليف بالنشا النانوي والذي ساهم في تقليل نفاذ الاوكسجين وبالتالي الحد من العمليات الايضية والانزيمية للثمار اثناء الخزن , وهذ يتفق مع (Naser et al 2015) والذي لاحظ ان تغليف الكرز الحلو بمحلول السيليلوز النانوي قد ساهم ساهم في الحد من الزيادة في تركيز الانثوسيانين اثناء الخزن وبفرق معنوي مقارنة مع عينات الكرز الغير مغلفة (عينة السيطرة).

جدول (3) تاثير التغليف بالنشا النانوي تركيز صبغة الانثوسيانين للكرز خلال مدة الخزن

المعاملة	فترة خزن/يوم			
	3	6	9	12
T0	34.20	38.36	46.33	47.30
T1	30.21	35.70	41.14	42.00
T2	31.22	35.33	38.78	39.10
T3	30.26	34.73	37.21	38.90
قيمة LSD	1.592	1.615	2.648	2.177
* ($P \leq 0.05$).				

الحموضة العيارية الكلية

من خلال الجدول (4) نلاحظ انخفاض معنويا لجميع المعاملات من ضمنها عينة السيطرة في قيمة الحموضة الكلية عند نهاية فترة الخزن وهذا يرجع للنشاط الايضي الأنزيمي الذي يحدث للثمار الفاكهة خلال فترة الخزن نتيجة لتحطم الاحماض العضوية وتحولها الى مركبات ابسط مما يقلل من الحموضة الكلية وهذا يتفق مع اشار اليه (Xiangyong et al 2022).

كما و نلاحظ انخفاضا معنويا لعينة السيطرة مقارنة مع المعاملات الاخرى اذ بلغت اذ بلغت (0.22) عند نهاية مدة الخزن والذي يعدا مؤشرا على التقدم بالنضج , بينما حصلت عينات المعاملات T3 على اعلى نسبة حموضة اذ بلغت (0.33,0.32) على التوالي عند نهاية مدة الخزن , ويرجع سبب ذلك الى تاثير التغليف في تثبيط الفعل الانزيمي لثمار الكرز وبالتالي تقليل تحطم الاحماض العضوية الموجودة في الثمار مما يساهم في تأخير ظهور علامات اتلف اثناء الخزن, وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Babak and Narges et al ,.2023) اذ وجد ان تغليف الكرز الحلو بزيت الزعتر والاوليفيرا قد ساعد في الحفاظ على كمية جيدة من حامض الماليك اثناء الخزن المبرد لمدة 15 يوم مقارنة مع عينة السيطرة .

الجدول (4) تاثير التغليف بالنشا النانوي الحموضة الكلية للكرز خلال مدة الخزن

المعاملة	**فترة خزن/يوم**			
	3	6	9	12
T0	0.39	0.26	0.24	0.22
T1	0.36	0.35	0.31	0.29
T2	0.39	0.37	0.35	0.32
T3	0.40	0.35	0.33	0.33
قيمة LSD	**0.086**	**0.089**	**0.089**	**0.090**

الاستنتاجات

- يمكن تحضير النشا بابعاد نانوية بطريقة كيميائية باستعمال حامض الهيدروكلوريك المركز .
- امكانية استعمال بوليمرات النشا النانوية في مجال تغليف الاغذية لما يمتاز به من خصائص حجزية ضد نفاذ الرطوبة والغازات .
- تغليف ثمار الكرز الحلو بتراكيز مختلفة من النشا النانوية- زيت الزعتر قد ساهم في تأخير علامات النضج والشيخوخة واطالة عمرها الخزني.

References

A.Saputra, Herpandi Herpandi, A.Supriadi, and D.Saputra.2023. The effects of nano-edible coating on shelf life,physicochemical,microbial,and horticulture: A mini review.E3S Web of conferences 373,04006(2023).

Agusriansyah and Agus .2023.The effect of Nano-edible coating on shelf life ,physicochemical, microbial and sensory properties in food preservation and horticulture :A mini review .Articls in E3S web of conference. March 2023.

Ajnath S Dukare , A.Arputharaj , A.K. Bharimalla, Suajata saxena, N.Vignesshwaran.2021. Nanostarch production by enzymatic hydrolysis of cereal and tuber starches. carb.poly.tech.and applics 2(2021) 100121.

Babak Valizadehkji and Narges Fakhri .2023. Postharvest application of Aloe Vera gel and thymol enhances shelf-life of duke cherry via altering physiochemical parameters: chem.biol.agric.(2023)10:85.

Benichou M ,Ayour j ,Sagar M ,Alahany A,Elateri,AitoubahouA.2018. Postharvest Technologies for shelf life enhancement of temperate fruit. Cham:Springer ;2018 978-3-319-4-4.

Bernard M, Norhashila H, Intan S,Mahmud T,Muhammad H,Maimunah M .2021.Effect of Kelulut Honey nanoparticles coating on the changes of respiration rate,Ascobic acid,and Total phenolic content of Papaya during cold storage. PMC. Foods .2021 Feb;10(2):432.

Camilo Gutierrez, Cristina Bilbao, Tara Mchugh , and Bor-Sen Chiou .2021. Effect of cross-linked Alginate/Oil nano emulsion coating on Cracking and quality parameters of sweet cherries.MDP1 .Issus 2021,10(2),449.

Carla.G, Wilson.D and German Ayala.2022. Starch-Based coating for food preservation :Areview. Starch/volume 74, issue 5-6/2100279.

Dagmara Bajer .2023. Nano-Starch for food applications obtained by hydrolysis and ultra sonication methods. Food chemistry .j. volume 402,15 feb 2023,134489.

David Chena , Evezen Sarka,Pavel Ulbrich and Eva Mensikova.2018. Starch Nanoparticles-Two ways of their preparation.Czech.j.food sci.,36,2018(2) :133-138.

F.Saeed et al .2024. Cereal starch –based nanoparticles in food packaging application. Starch based nano materials for food packaging (2024) .

Guler SK,Karakaya O,Karakaya M,Ozturk B ,Algar E,YarilacT,Gun S.2019. Combined treatment of modified atmosphere packaging with aminoethoxyvinylglycine maintained fruit quality in sweet cherry throughout cold storage and shelf life >Acta sci pol hortorum cultue.2019;18(5):13-26.

Gurvendra Pal ,Kishna Aayush ,Parfull Chavan ,Ivy Chiu,Song Yan, and Rachna Verma.2024. Valoriztion of agro industrial wastes:Seed into starch nanoparticles-based edible coating for fresh produce preservation. Innovative food sci & emerging tech. volume 95,july 2024,103722.

H.Rohasmiziah and M.Azizah .2022. Pectin-based edible coating and nanoemulsion for the preservation of fruits and vegetables :Areview. Applied food research volume 2,issue2, December 2022,100221.

Herlina .M, Dina I.R, Mohamad .D, Masita .M ,Yana .C. 2022 .Starch nanoparticles: preparation, properties and Applications. polymers 2023,15(5),1167.

J.N.Putro , S.Ismaji , C.Gunarto , F.E.Soetaredjo ,Y.H.Ju.2020. A study of anionic,cationic,and nonionic surfactant modified starch nanoparticles for hydrophobic drug loading and release .journal of moleculerliquids,298(2020)articles 112034.

Joao ,P., Morsyleide, A ., and Mende, M . 2012. Extraction and characterization of nanocellulose structure from raw cotton linear. Cellulose ,8:14-20.

Kshirod .K ,N. Afzal ,Dipannita Das ,D. Mohanta. 2019. Thorough evaluation of sweet potato and lemon-waste pectin based-edible films with nano - titania inclusions for food package applications. Intr,j. of biological macromolecules.volume 139,15 October 2019,pages 449-458.

Lorraine Chitena ,Cosmas Muiva, Lemme P.Kebaabetswe .2023. Application of in – situcasted ZnO-Sarct nano composite for packaging strawberries .Heliyon. volume 9,issue 11, nov.2023,e22556.

Naser Nabifarkhan, Mehdi Sharifani, Amir Daraei ,and Ebrahim Ganji .2015.Effect of nano-composite and thymol oil coating on fruit quality during storage period.Food sci nutr.2015 jul;3(4):349-354.

Nooshin N, Babak G, Reza R,Mahdi H .2017. Novel active packaging based carboxymethyl cellulose-chitosan ZnO nanocomposite for increased the shelf life of Bread. Food packaging and shelf life volume 11,March 2017, pages 106-114.

Wenzhong Hh, Sarengaowa ,and Ke Feng .2022. Effect of edible coating on the quality and antioxidant enzymatic activity of postharvest sweet cherry during storage. Coating 2022,12,581.

Xiangyong Meng , Chang Chen , Teng Song, and Jingwen Xu. 2022. Effect of nano-silica coating combined with pressurized Ar treatment on postharvest quality and reactive oxygen species metabolism in sweet cherry fruit.Food chemistry , volume 374, April 2022,131715.

Yu-Li Zhang , Qing-Liang Cui, Yu Wang ,and Fie Shi .2021. Effect of edible carboxymethyl-chitosan- gelatin coating on the quality and nutritional properties of different sweet cherry cultivars during postharvest storage. coatings 2021,11,396.