SEBHA UNIVERSITY JOURNAL OF PURE & APPLIED SCIENCES VOL.21 NO. 2 2022
DOI: 10.51984/JOPAS.V21I2.1909

جامعة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية مجلة
Sebha University Journal of Pure & Applied Sciences

Journal homepage: www.sebhau.edu.ly/journal/index.php/jopas

دراسة تأثير فترات ودرجات حرارة التخزين على جودة ثمار التفاح صنف جولدن ديليشيص

انتصار محمد الشريف بن ريمة

قسم النبات، كلية الآداب والعلوم المرج، جامعة بنغازي، ليبيا

الملخص

تهدف هذه الدراسة لمعرفة مدى إمكانية احتفاظ ثمار صنف التفاح "جولدن ديليشيص" النامي بمزارع منطقة الوردية بجودتها أثناء التخزين المبرد وذلك من خلال دراسة التغير في بعض الصفات الطبيعية للثمار والتي خزنت بثلاجات خاصة خلال موسمي الزارعة 2019 و 2020، والمعاملات كانت التخزين لمدة (0، 60، 120) يوم عند درجة حرارة (0 ،3o م) والنتائج المتحصل عليها أظهرت أنه كلما زادت فترة التخزين كلما قلت جودة الثمار حيث انخفضت درجة تلون الثمار ومحتواها من النشا وصلابتها، كما زاد فقدها للوزن بتقدم فترة التخزين، وقد احتفظت الثمار بجودتها عند التخزين على درجة الصفر المئوي بشكل أفضل من مثيلتها المخزنة عند درجة 3 مئوي.

الكلمات المفتاحية:

التفاح
الوردية
جودة
جولدن ديليشيص
درجات حرارة
فترات التخزين

Study of the effect of storage periods and temperatures on the quality of apple fruits, cultivar Golden Delicious

Entesar. M. A. Benrema

Botany Department, College of Arts and Sciences Al-Marg, University of Benghazi, Libya

Keywords:

Apples
Al-Wardiya
Quality
Golden Delicious
Temperatures
Storage periods

ABSTRACT

This study aims to know the extent to which the fruits of the “Golden Delicious” apple variety grown in Al-Wardiya farms can retain their quality during cold storage, by studying the change in some natural characteristics of the fruits that were stored in special refrigerators during the 2019 and 2020 planting seasons, and the treatments were storage for (0, 60, 120) days at a temperature of (0, 3 oC) and the results obtained showed that the longer the storage period, the lower the quality of the fruits The degree of coloration of the fruits, their starch content and their hardness decreased, and their weight loss increased with the progression of the storage period, Also, the fruits retained their quality when stored at zero degrees Celsius better than those stored at 3 degrees Celsius.

المقدمة

يعتبر التفاح من الفواكه الغنية بالفيتامينات والمعادن ومن ألذها وأكثرها طلباً لدى المستهلكين [1] ، ينتمي التفاح للجنس Malus والنوع domestica و العائلة الوردية Rosaceae [2] ، ولثماره قابلية عالية للتخزين تختلف باختلاف الأصناف وطرق التخزين حيث قد تصل لعام أو أكثر [3] ، وتتحمل ثماره النقل والتداول بشكل كبير [4] ولظروف التخزين دور كبير في جودة الثمار [5] لإمداد السوق باستمرار وبشكل منظم بهذه الثمار المطلوبة على مدار العام [6]، ولإطالة فترة تواجد الثِمار في السوق بجودة عالية مع تقليل الفاقد أدى ذلك للبحث باستمرار عن طرق ومعاملات أفضل وأقل تكلفة للحصول على أفضل النتائج ومن أهم هذه الطرق التخزين المبرد الذي يحافظ على جودة الثمار أثناء التخزين [7] وكذلك استخدام التكنولوجيا المتقدمة في التخزين [8] ويعتبر التخزين في درجات حرارة منخفضة من أهم المعاملات للحفاظ على جودة الثمار المخزنة، فكلما انخفضت درجة حرارة التخزين كلما احتفظت الثمار بجودتها بشكل أفضل [9] .

تحتاج أشجار التفاح لمناخ معتدل دافئ لتنمو وتنتج وهذا المناخ متوفر بمنطقة الجبل الأخضر بليبيا. ويعتبر صنف التفاح جولدن دليشيص من أهم أصناف التفاح المزروعة في ليبيا لما يتمتع به من قبول واستحسان عند المزارعين والمستهلكين وذلك لتمتع ثماره بصفات نوعية جيدة إضافة لكونه ملقح مهم للعديد من الأصناف .

تتأثر ثِمار التُفاح المخزنة بطول فترة التخزين فكُلما زادت فترة التخزين قَلَّت جَودتها [10]، وتختلف مُدة التخزين حَسب الأصناف [11] حيث تصل مُدة

*Corresponding author:
E-mail addresses: entesar.abdalah@uob.edu.ly

Article History : Received 11 June 2022 - Received in revised form 24 December 2022 - Accepted 30 December 2022

تخزين صِنف جولدن دليشيص مِن 90-120 يوم، و قد أجريت العديد من الدراسات للحفاظ على جودة ثماره وإطالة عمرها التخزيني، ومن هذه المعاملات التخزين المبرد للمحافظة على جودة الثمار لأطول فترة ممكنة، لذا تم إجراء هذا البحث على ثمار التفاح صنف جولدن دليشيص النامية بمنطقة الوردية بالجبل الأخضر بهدف معرفة مدى إمكانية المحافظة على جودة الثمار عند التخزين المبرد على درجات حرارة (0 ،3) درجة مئوية و لمدة (0، 60، 120) يوم من خلال دراسة أهم الصفات الطبيعية للثمار.

المواد وطرق العمل

تم تنفيذ هذه الدراسة في عامي 2019 و2020 على صنف التفاح جولدن دليشيص بهدف الحفاظ على أعلى جودة للثمار أثناء التخزين المبرد ولأطول فترة ممكنة وخزنت عند درجة حرارة (0 و3) درجة مئوية (ورطوبة نسبية 90 ± 2% لمدة (0، 60 و120 يوم)، اشتملت الدراسة 6 معاملات (ثلاث فترات تخزين ودرجتي حرارة تخزين)، لكل معاملة ثلاث مكررات وكل مكررة احتوت5 ثمار مغلفة في كيس شبكي وذلك بمجموع 15 ثمرة لكل معاملة وتم إجراء التحاليل الآتية:

1-دراسة نسبة الفقد في وزن الثمار: حيث تم وزن الثمار لكل معاملة قبل التخزين وبعد التخزين لمعرفة تأثير المعاملات في نسبة الفقد في وزن الثمار.

الفقد بالوزن= (الوزن المبدئي - الوزن النهائي) / الوزن المبدئي×100.

2-دراسة تأثير المعاملات المختلفة في درجة تغير صلابة الثمار خلال التخزين، وقد تم ذلك بواسطة جهاز البنترومیتر Penetrometer نموذج ft,327 ، و ذلك بعد إزالة قشرة الثمرة بمساحة 1 سم 2 تقريباً من جانبين متقابلين من الثمرة.

3-اختبار النشا: وذلك من خلال إجراء مقاطع عرضية من منتصف الثمرة، وغمْرِها لمُدة نِصف دقيقة في محلول Iodine Potassium–Iodide الذي تمَّ تحضيرهُ كالآتي: (5جرام أيوديد بوتاسيوم Iodide Potassium + 1.25 جرام أيودين Iodine مذابة في 500 ملليلتر ماء مُقطر) ، ثمَّ تركِها تجِف في هواءِ الغُرفة ومُقارنتها فيما بعد بنموذج تدرُّج التغير في النشا الخَاص بالصِنف Golden Delicious والمقسم درجات من 1- 6، حيث أن 1 تعني أعلى قيمة لوجود النشا حسب ما ذكره.[12]

4-التغير في اللون: تم تقديره إعتماداً على المقياس المذكور في [13] .

أستخدم تصميم القطاعات العشوائية التامة لتحليل البيانات وعزلت المتوسطات باختبار أقل فرق معنوي LSD عند 5% [14].

النتائج والمناقشة

تشير نتائج الدراسة الموضحة في الجدول رقم (1) أنه بزيادة فترة التخزين زاد كل من التغير في لون الثمار والفقد في الوزن بزيادة فترات التخزين عند كلا درجتي حرارة التخزين حيث عند درجة حرارة الصفر المئوي كانت درجة تلون الثمار قبل التخزين لعامي الدراسة على التوالي 1.10و 1.15 وبعد التخزين لمدة 60 يوم صارت 2.13 و 2.19 وبعد 120 يوم زادت إلى 3.84 و 3.74 حسب المقياس المذكور وذلك لكلا العامين على التوالي، وكانت الفروق معنوية بين فترات التخزين ضمن درجة حرارة الصفر المئوي، وعند درجة 3 مئوي زادت درجة تلون الثمار بزيادة فترات التخزين بشكل معنوي فقد كانت درجة تلون الثمار في بداية التخزين 1.15 و 1.16 وزادت بعد60 يوم من التخزين إلى 3.13 و 3.73 وبعد 120 يوم زادت إلى 4.71 و 4.15 لكلا العامين على التوالي وكانت الفروق معنوية بين فترات التخزين ضمن درجة حرارة 3 مئوي ، ولكن لم توجد فروق معنوية في درجة تغير اللون للثمار عند التخزين لمدة 120 يوم عند درجة الصفر المئوي والتخزين لمدة 60 يوم عند درجة حرارة 3 مئوي بالرغم من تفوقهما على معاملة التخزين عند درجة 3 مئوي لمدة 120 يوم لكلا عامي الدراسة، و قد وجِد عند تخزين ثِمار التُفاح تخزيناً مُبرّداً أن صَبغة الكلوروفيل يقل تركيزها في جلد الثِمار كُلما زادت فترة التخزين ودرجة حرارة التخزين [15] و ذلك نتيجة لزيادة النضج الناتج عن زيادة إنتاج الإيثلين والذي يزداد إنتاجه بزيادة درجة الحرارة حيث أن الإيثلين يعمل على تحطم الكلوروفيل [16] وقد ذكر [17] أن لانخفاض درجة حرارة التخزين دور في تقليل فقد الصبغات النباتية وإطلاق الإيثلين، أما بالنسبة للفقد في الوزن فقد زاد عند التخزين على درجة الصفر المئوي بعد 60 يوم بنسبة 0.48% و0.52% وبعد 120 يوم زاد بنسبة 1.01% و 1.18% لكلا عامي الدراسة على التوالي ، وعند التخزين عند درجة 3 مئوي زاد الفقد أيضاً بزيادة فترات التخزين فقد زاد بعد 60 يوم بنسبة 1.14% و1.23% وبعد 120 يوم زاد بنسبة 2.21% و 1.89% لكلا عامي الدراسة على التوالي وقد كانت الفروق معنوية ضمن نفس درجة حرارة التخزين، على الرغم من أنه لم توجد فروق معنوية في فقد الوزن أثناء التخزين عند درجة الصفر المئوي لمدة 120 يوم والتخزين عند درجة 3 مئوي لمدة 60 يوم برغم تفوقهما على معاملة التخزين عند درجة 3 مئوي لمدة 120 يوم وتتفق هذه النتائج مع ما وجده [18] ، ويعود السبب الرئيسي في فقد وزن الثمار أثناء التخزين إلى أكسدة المادة الجافة من خلال عملية التنفس التي تزيد بزيادة درجة حرارة التخزين، حيث أن معدلات التنفس تتغير خلال التخزين [19] وتؤدي لاستهلاك المواد الغذائية بالثمار كما يحدث الفقد في الوزن نتيجة للفقد في المحتوى الرطوبي والذي يزداد بزيادة حرارة ومدة التخزين [20] [21].

كما يتضح من الجدول رقم (1) أن محتوى الثمار من النشا قلَّ معنوياً لموسمي الدراسة بزيادة فترات التخزين وقل أكثر عند التخزين على درجة حرارة 3 مئوي مقارنة بدرجة الصفر المئوي، فعند التخزين في درجة الصفر المئوي تغير دليل تواجد النشا في الثمار المخزنة قبل التخزين من 1.02 ، 1.07 إلى 2.09 ، 1.97 بعد 60 يوم من التخزين، وبعد 120 يوم ارتفعت القيمة إلى 3.06، 2.89 لكلا عامي الدراسة مما يدل على تناقص النشا في الثمار بزيادة فترات التخزين، وكذلك عند التخزين في درجة 3 مئوي قل محتوى الثمار من النشا معنوياً بزيادة فترات التخزين فقد كانت قيمة دليل تواجد النشا في الثمار قبل التخزين 1.10 ، 1.05 وزادت إلى 3.96 ،2.99 بعد 60 يوم من التخزين، وبعد 120 يوم ارتفعت القيمة إلى 4.95، 3.91 لكلا عامي الدراسة مما يدل على تناقص النشا في الثمار بزيادة فترات التخزين وقد كان التناقص أعلى عند التخزين على درجة 3 مئوي مقارنة بالتخزين عند الصفر المئوي بالرغم من عدم وجود فروق معنوية عند التخزين على درجة الصفر المئوي لمدة 120 يوم والتخزين على درجة 3 مئوي لمدة 60 يوم برغم تفوقهما على معاملة التخزين عند درجة 3 مئوي لمدة 120 يوم لكلا عامي الدراسة، وتتفق النتائج مع ما وجده [22] على ثِمار التُفاح المخزنة تخزيناً مُبرَّداً حيث وجد أنَّ مُحتوى الثِمار من النشا يقل باستمرار فَتَرَات التخزين وزيادة درجات حرارة التخزين، فالنشا يقل بالثِمار لتحوله إلى سكر وهو من علامات نُضج الثمرة، حيث أنَّ إنتاج ثِمار التُفاح لغاز الإيثلين يزداد بزيادة فَتَرَات التخزين ودرجات حرارة التخزين وبناءً عليه يزداد نُضج الثِمار وتحلل النشا [23].

ويتضح من النتائج في الجدول رقم (2) أن صلابة الثمار ووزنها الجاف قلَّ

معنوياً لموسمي الدراسة عند كلا درجتي حرارة التخزين، فعند التخزين عند الصفر المئوي كانت صلابة الثمار قبل التخزين 2.94 و 3.12 كجم/سم ^{2} لعامي الدراسة على التوالي وقلت إلى 2.37 و 2.43 كجم/سم ^{2} بعد 60 يوم من التخزين وتناقصت إلى 1.78 و 1.74 كجم/سم ^{2} بعد 120 يوم من التخزين لكلا عامي الدراسة، كما أن الثمار المخزنة عند درجة 3 مئوية كانت صلابتها عند التخزين 2.92 و 3.14 كجم/سم ^{2} لعامي الدراسة على التوالي وقلت إلى 1.37 و1.39 كجم/سم ^{2} بعد 60 يوم من التخزين وتناقصت إلى 0.75 و 0.77 كجم/سم ^{2} بعد 120 يوم من التخزين لكلا عامي الدراسة وبفروق معنوية، إلا أن صلابة الثمار المخزنة عند درجة الصفر المئوي لمدة 120 لم تختلف معنوياً عن مثيلتها المخزنة عند درجة 3 مئوي لمدة 60 يوم لعامي الدراسة برغم تفوقهما على معاملة التخزين عند درجة 3 مئوي لمدة 120يوم ، وقد أكد ذلك [24] بأن صلابة ثِمار التُفاح تقل بزيادة فترة التخزين المُبرَّد وبزيادة درجة حرارة التخزين، كما أكده أيضاً [25] وكذلك [26]على صنف فوجي، ومن المعروف أنَّ جُدر الخلايا هي المسؤولة عن صلابة الثِمار حيث يتكون جِدار الخلية من مواد بِكتينية وخاصة البروتوبِكتين بالإضافةِ إلى السليلوز والهيموسليلوز والليبيدات والبروتين، ويُعتبر البروتوبِكتين غير الذائب هو المسؤول عن صلابة الثِمار. ويتحول البروتوبِكتين غير الذائب إلى بِكتين ذائب في الماء خِلال النُضج فيحدث فقد لصلابة الثِمار ويزداد هذا الفقد كُلما زَادَ نُضج [11]، حيث أن النضج يزداد بزيادة إنتاج غاز الإيثلين الذي يتأثر طردياً بزيادة درجة حرارة التخزين [23]، وبالنسبة للوزن الجاف فقد تناقص أيضاً وبشكل معنوي عند التخزين في أي من درجتي الحرارة فعند التخزين عند الصفر المئوي تناقص من 20.11% و 18.87% قبل التخزين إلى 19.60% و 18.12% بعد التخزين لمدة 60 يوم، وبعد 120 يوم تناقص إلى 18.21% و 17.72% لعامي الدراسة على التوالي ، وعند التخزين على درجة حرارة 3 مئوي تناقص الوزن الجاف من 20.18% و 18.75 % قبل التخزين إلى18.18 % و 17.99% بعد التخزين لمدة 60 يوم، وبعد 120 يوم تناقص إلى 16.51% و 16.08% للعامين على التوالي، كما نلاحظ من الجدول عدم وجود فروق معنوية بين معاملة التخزين عند الصفر المئوي لمدة 120 ومعاملة التخزين عند درجة 3 مئوي لمدة 60 يوم برغم تفوقهما على معاملة التخزين عند درجة 3 مئوي لمدة 120يوم وتتفق هذه النتائج مع ما وجده [27] بأن ذلك يعزى لتحلل المواد الغذائية بالثمار بفعل التنفس.

جدول 1: تأثير فترات التخزين على كل من التغير في اللون والنشا والفقد في الوزن لثمار التفاح صنف جولدن دليشيص:

المعاملات		التغير في اللون	التغير في النشا	الفقد في الوزن%
		موسم2019		
عند 0°م	0	1.10a	1.02a	000a
	60	2.13b	2.09b	0.48b
	120	3.84c	3.06c	1.01c
عند 3°م	0	1.15a	1.10a	0.00a
	60	3.13c	3.96c	1.14c
	120	4.71d	4.95d	2.21d
قيم LSD عند 5%		0.82	0.96	0.47
		موسم 2020		
عند 0°م	0	1.15a	1.07a	000a
	60	2.19b	1.97b	0.52b
	120	3.74c	2.89c	1.18c
عند 3°م	0	1.16a	1.05a	000a
	60	3.73c	2.99c	1.23c
	120	4.15d	3.91d	1.89d
قيم LSD عند 5%		0.91	0.89	0.50

جدول 2 :تأثير فترات التخزين على كل من الصلابة والوزن الجاف لثمار التفاح صنف جولدن دليشيص:

المعاملات		الصلابة(كجم/سم^2)	الوزن الجاف%
		موسم2019	
عند 0°م	0	2.94a	20.11a
	60	2.37b	19.60b
	120	1.78c	18.21c
عند 3°م	0	2.92a	20.18a
	60	1.37c	18.18c
	120	0.75d	16.51d
قيم LSD عند 5%		0.56	0.47
		موسم 2020	
عند 0°م	0	3.12a	18.87a
	60	2.43b	18.12b
	120	1.74c	17.72c
عند 3°م	0	3.14a	18.75a
	60	1.39c	17.99c
	120	0.75d	16.08d
قيم LSD عند 5%		0.62	0.51

قائمة المراجع

[1]- Cline, J., and Gardner, J. 2005. Commercial production of 'HoneycrispTM' apples in Ontario Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs, Factsheet Order No. 05-047, p12-27.

[2]- Paul, M.V. 1999. Fertilizing temperate tree fruit and Nut crops at home, Publication of University of California.

[3]- Schulz, H. 2000. Physiologie der lagernden frucht. In: Friedrich, G. and M. Fischer. Physiologische grundlagen des obst baues verlag eugen ulmer Stuttgart. Pp. 372- 397.

[4]- Lauri, P., Karen, M. and Catherine, T. 2006. Architecture and size relations: an essay on the apple (Malus x domestica, Rosaceae) tree. American Journal of Botan. (93): 357–368.

[5]- Raffo, A.; M. Kelderer; F. Paoletti; and A. Zanella . 2009. Impact of innovative controlled atmosphere storage technologies and postharvest treatments on volatile compounds production in Cv.

Pinova Apples. Journal of Agriculture Food Chemistry. 57: 915–923.

[6]- Guerra, M.; J.B. Valenciano; V. Marcelo; and P.A. Casquero. 2010. Storage behavior of 'Reinette du Canada' apple cultivars. Spanish Journal of Agricultural Research. 8(2): 440- 447.

[7]- Wendt, L. M.; V. Ludwig, F. P. Rossato, M. R. P. berghetti, E. E. Schultz, F.R. Thewes, F. J. Soldateli, A. Brackmann, V. Both. 2021. variation and dynamic controlled atmosphere after long-term storage of 'Maxi Gala' apples. J. Food Packaging and Shelf Life.31:1-12.

[8]- Both, V., Brackmann, A., Thewes, F. R., Weber, A., Schultz, E. E., and Ludwig, V. 2018. The influence of temperature and 1-MCP on quality attributes of 'Galaxy' apples stored in controlled atmosphere and dynamic controlled atmosphere. Food Packaging and Shelf Life, 16, 168-177.

[9]- جاد الله، سليمان عمر. 2006. تأثير دَرَجَة حَرارة التخزين على ثِمار التُفاح صِنف "ديليشيص" النامية تحت الظروف الليبية. مجلة المختار للعلوم- العدد (13):47-56 .

[10]- Konopacka, D; Rutkowski and W. Pocharski. 2003. Changes in Jonagold and Gala apple quality during cold storage determined on the basis of semi-consumer tests. Zeszyty Naukowe instytutu sadownictwa kwiaciarstwa skiernieewicach. Vol. 11: 143-148.

[11]- Blazek, J and J. Krelinova. 2007. Selected fruit quality characteristics of new apple cultivars bred in Holovousy in comparison to some commonly grown standards. Vedecke - Prace- Ovocnarske. Vol. 20: 53-61.

[12]- Schwallier, P. 2012. Checking apple maturity: What to look for. Available at: http://msue.anr. msu.edu/news/ checking_apple maturity_ what_to_look_for (Accessed: 2 March 2019).

[13]- Kader, A. 1999. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality, Apple, Golden Delicious. Available at: http://postharvest.

[14]- Little, T.M. and Hills, F.J. 1978. Agricultural experimentation design and analysis. John Wiley & Sons pub – Inc. Santa Barbara USA.

[15]- Hassan, G. F. A. 2001. Effect of dormex treatment and picking dates on fruit quality of apple during cold storage. Ph.D. Thesis CairoUniversity.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Fruit_English/?uid=3&ds=798 (Accessed: 3 May 2020).

[16]- Gavalheiro, O. J.; A. Santos; I. Recasens; C. Larrigancliere and A. Silvestre. 2003. Quality of the Portuguese "Bravo de Esmolfe" apple after normal cold storage or controlled atmosphere and two shelf-life periods. Acta Horticulture. Vol. 1: 395-400.

[17]- Lu, L.; W. Zuo, C. Wang; C. Li; T. Feng; X. Li; C. Wang; Y. Yao; Z. Zhang; X. Chen. 2021. Analysis of the postharvest storage characteristics of the new red-fleshed apple cultivar 'meihong'. J. Food Chemistry.354:1-11.

[18]- أمبارك، ناصر منصور2008. م. تأثير الرش بكلوريد الكالسيوم على نمو ونضج وتخزين صنفين من التفاح مزروعة بمنطقة الجبل الأخضر. رسالة ماجستير. كُلية الزارعة - جامعة عُمر المُختار، ص:15-12.

[19]- Rees, D.; D. Bishop, J. Schaefer, R. Colgan, K. Thurston, R. Fisher, A.Duff. 2021. SafePod: A respiration chamber to characterise apple fruit response to storage atmospheres. J. Postharvest Biology and Technology. 181: 1-13.

[20]- Elyatem, M. S. and A. A. Kader. 1984. Postharvest physiology and storage behavior of pomegranate. J. Fruit. Sci. Hort. 24:287-298.

[21]- Osterloh, A. 1996. Lagerung der obstarten. In: Osterloh, A., Edert, G., Held, W., Schulz, H., Urban, E. Lagerung von Obst und südfrüchten. Eugen Ulmer. Stuttgart. 147-176.

[22]- Kvikliene, N.; D. Kviklys and P. Viskelis. 2006. Changes in fruit quality during ripening and storage in the apple cultivar Auksis. Journal-of-fruit and ornamental. Plant.Research. Vol. 14:195-202.

[23]- بن ريمة، انتصار محمد الشريف.2009 م. تأثير التسخين و مواد التغليف و كلوريد الكالسيوم و درجة حرارة التخزين على جودة ثمار التفاح صنف "جراني سميث". رسالة ماجستير. كُلية الزارعة - جامعة عُمر المُختار، ص:169-164 .

[24]- Mitropoulos, D. and Lambrinos, G. 2005. Changes in the firmness of apples are affected by moisture loss during storage. J. Hort. Sci & Biotec, 80(4),421-426.

[25]- Osuga, R.; S. Koide, M. Sakurai, T.Orikasa, M. Uemura. 2021. Quality and microbial evaluation of fresh-cut apples during 10 days of supercooled storage. J. Food Control.126:1-6.

[26]- Zhang, B.; M. Zhang, M. Shen, H. Li, Z. Zhang, H. Zhang, Z. Zhou, X.Ren, Y. Ding, L. Xing, J. Zhao. 2020. Quality monitoring method for apples of different maturity under long-term cold storage. J. Infrared Physics and Technology.112:1-11.

[27]- Streif, J. 2002. Ernte, Lagerung, Sortierung und Verpackung. In: Winter, F., Lucas, Anleitung zum Obstbau, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. 338-369.