مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الزراعية المجلد (26) العدد (1)2004
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Agriculture Science Series Vol (26) No (1) 2004

دراسة فيتامين C والمواد الصلبة الذائبة والحموضة في ثمار أهم الحمضيات في الساحل السوري

الدكتور محمد حيدر*

(قبل للنشر في 2004/9/7)

□ الملخّص □

تم تقدير فيتامين C في عصائر بضعة عشر نوعاً وصنفاً من ثمار أكثر الحمضيات انتشاراً في الساحل السوري خلال موسمي 1998 / 1999 و1999 / 2000 بمعدل خمس عينات من كل موسم. تراوح تركيز الفيتامين بين 18 مع / 100 مل في عصير المندلينا و53 مغ في الكلمنتين، وقد أثبت التحليل الإحصائي تدني الأول وتفوق الثاني بدلالة معنوية عالية في محتواهما من الفيتامين بالمقارنة مع غالبية الأنواع الأخرى.

بينت النتائج أن تركيز الفيتامين كان عالياً ومتقارباً (41 – 45 مغ) في أصناف البرتقال الرئيسية الثلاثة اليافاوي وأبو صرة وفالنسيا، وكان أيضاً قريباً من تركيزه في ثمار الليمون الأضاليا والجريفون بصنفيه الأبيض والأحمر (41 – 43 مغ). أما الأنواع التي تلت ذلك في المحتوى الفيتاميني (30 – 37 مغ) فقد ضمت البرتقال الماوردي والسكري والشادوك (أبو ميلو) واليوسفي الكلمنتين صنف (كارفلال). وُجدت التراكيز الدنيا (18 – 25 مغ) في صنفي الساتزوما والمندلينا من مجموعة اليوسفي، وفي الليمون الحامض نوع الماير الذي ثبت تفوق الحامض الأضاليا عليه بمعنوية عالية.

كان تركيز الفيتامين في الطبقة الخارجية (الفلافيدو) وفي الطبقة البيضاء (الألبيدو) أعلى بكثير منه في لب الثمار، وأعلى بقليل في اللب منه في العصير. كما كان التركيز أعلى في الثمار الناضجة من غير الناضجة إلا في حالة الليمون الأضاليا. قورن تركيز الفيتامين في عصير الحمضيات المدروسة بمثيلاته في بعض الدول، كما تم ذلك أيضاً لنسب المواد الصلبة الذائبة والحموضة. أشارت النتائج إلى ضعف الارتباط بين تركيز الفيتامين وبين نسبة المواد الصلبة الذائبة أو الحموضة، وإلى الحاجة لمزيد من الدراسات حول العوامل التي تؤثر على محتوى ثمار الحمضيات السورية من فيتامين C.

* أستاذ في قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الزراعية المجلد (26) العدد (1)2004
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Agriculture Science Series Vol (26) No (1) 2004

A Study of Vitamin C, Total Soluble Solids, and Acidity in Common Citrus Fruits in the Syrian Coast

Dr. Muhammad Haydar*

(Accepted 7/9/2004)

□ ABSTRACT □

Vitamin C was determined in the juice of five samples from each crop of 1999 and 2000 of the most common citrus fruits in the Syrian coast. The vitamin concentration was found to range between 18 mg / 100 ml juice in Mandalina and 53 mg/100ml in Clementine Mandarin. The former (Mandalina) was inferior in the vitamin content, and the latter was superior to most citrus fruits with statistically significant differences.

Vitamin content of the juice of the major three orange varities; Jaffa, Navel, and Valencia was high (41-45mg) and very close to Grapefruit and local lemon (41-43mg). A considerably lower content (30-37mg) was present in Mawardi (blood orange) and Sukkary (sweet) oranges and in Pummelo and French Mandarin (Carfalhais). The lowest vitamin concentrations (18-25mg) were found in the juice of two varieties of mandarines; namely Satsuma and Mandalina, and of the Mayer lemon which was statistically inferior to the Baladi lemon variety.

Vitamin concentration was much higher in the flavedo and albedo layers than the pulp, and slightly higher in the latter than the juice, and in the unripe than the ripe fruits except in the local lemon variety. Total soluble solids and acidity were also determined in the fruit juices in addition to vitamin C, and compared with their counterparts in some other countries. The correlation between vitamin content and total soluble solids or acidity was low, and further studies are needed on the factors which affect the vitamin in Syrian citrus fruits.

***Professor, Department Of Food Sciences, Faculty Of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

فيتامين ج (Vitamin C) المعروف كيميائياً بحمض L – أسكوربيك L – Ascorbic acid هو أحد الفيتامينات الذوابة في الماء والضرورية للإنسان، بينما تستطيع غالبية الحيوانات تصنيعه داخل أجسامها من السكريات السداسية. لقد ثبت أن هذا الفيتامين ضروري لاصطناع بروتين الكولاجين الذي يدخل في تركيب غضاريف المفاصل والأنسجة الرابطة والمواد اللاصقة اللازمة لشفاء الجروح ولسلامة الأوعية الدموية [1]. يؤدي نقص الفيتامين في غذاء الإنسان إلى الإصابة بمرض الحفر أو الأسقربوط Scurvy حيث يعاني المريض من آلام المفاصل وتورم اللثة وسهولة نزف الدم منها وتخلخل الأسنان وبطء شفاء الجروح. ونظراً لأن هذا الفيتامين يساعد على زيادة امتصاص عنصر الحديد عبر جدران الأمعاء فقد يسبب نقصه فقر الدم الذي يتميز بصغر حجم الكريات الحمراء وانخفاض نسبة الخضاب أو الهيموغلوبين [2]. الجدير بالذكر أن طبيب البحرية البريطاني جيمس ليند James Lind كان أول من أشار عام 1753 إلى فوائد تناول ثمار الليمون والبرتقال في الشفاء من مرض الأسقربوط الذي كان واسع الانتشار بين البحارة أثناء رحلاتهم البحرية الطويلة. وقد تم عزل حمض الأسكوربيك من عصير البرتقال لأول مرة من قبل العالم الهنغاري سانت جيورجي Szent – Gyorgyi في عام 1928 ثم صُنِّع كيميائياً بعد ذلك ببضع سنوات [1، 3، 4].

يوجد فيتامين C بوفرة في معظم الأغذية النباتية – وخاصة في الأجزاء الطرية لا الجافة كالبذور – أما الأغذية الحيوانية المنشأ كالحليب والبيض واللحوم (عدا الكبد والكلى) فليست بشكل عام غنية بحمض الأسكوربيك. تعتبر الفليفلة والبقدونس والملفوف وثمار الحمضيات والكيوي والجوافة من أهم المصادر الغذائية لهذا الفيتامين وأغناها به [4، 5، 6، 7، 8] إذ يكفي تناول بضع عشرات من الغرامات لتزويد الإنسان بحاجته اليومية. تنصح اللجنة المشتركة لمنظمة الصحة العالمية (W H O) ومنظمة الأغذية والزراعة (F A O) بتناول 30 مغ يومياً للبالغين [9]، بينما تنصح لجنة الغذاء والتغذية في الأكاديمية الوطنية للعلوم بالولايات المتحدة بتناول 60 مغ [10]، وتزداد الحاجة للفيتامين عند الحمل والإرضاع وفي حالات الإصابة بالزكام والحروق وحالات القلق والتوتر. الجدير بالذكر أن فيتامين C سهل التحطم بالأكسدة وخاصة في الأوساط القلوية وفي وجود بعض الأيونات المعدنية كالنحاس، كما تؤدي عمليات السلق والتعليب والتخزين إلى فقد نسبة منه قد تصل أحيانا إلى 80%، ويعتبر ذلك أحد المشكلات في التصنيع الغذائي [11].

تتبوأ الحمضيات مكانة هامة في الزراعة السورية فقد تجاوز عدد الأشجار منذ عام 2000 العشرة ملايين شجرة كما تجاوز الإنتاج ثمانمائة ألف طن تركزت غالبيتها العظمى (£98%) في الساحل السوري، ويوضح الجدول رقم (1) أهم الأنواع المزروعة والإنتاج من كل منها [12]. وعلى الرغم من ذلك فلا توجد دراسات كافية لمحتوى ثمار الحمضيات السورية من فيتامين C.

لقد اقتصرت نتائج مكتب الحمضيات في طرطوس على ثمار بعض الأصناف المأخوذة من بستان واحد عام 1988 [13]، كما أن التحاليل الأخرى التي أجريت في سياق دراسة تأثير بعض أصول الحمضيات في مواصفات النمو والإنتاج لأهم الأصناف المطعمة عليها والمنتشرة في سوريا لم تشمل سوى ثمار الجريفون والكلمنتين [14]. أما البحث الوحيد المنشور في هذا المجال فقد كان خاصاً بمحتوى ثمار بعض أنواع الفاكهة من فيتامين C، (ومن بينها أصناف حمضيات) في المناطق الشمالية الغربية من سورية [15]، ويلخص الجدول رقم (2) جميع تلك النتائج.

جدول رقم (1): أهم أنواع وأصناف الحمضيات في الساحل السوري والإنتاج من كل منها عام 2001* [12].

النـوع أو الصنف والإنتـاج (ألف طن)		النـوع أو الصنف والإنتـاج (ألف طن)	
البرتقال (اليافاوي)	200	اليوسفي (كلمنتين)	120
// (أبو صرة)	135	// (ساتزوما)	86
// (فالنسيا)	63	// (هجن متنوعة)	57
// (بلدي وختملي)	44	الجريفون الأبيض	14
// (ماوردي)	19	// الأحمر	7
الليمون الحامض (أضاليا)	49	الشادوك (بوميلو)	2
// // (ماير)	36	**المجموع العام**	**832**

* تنتج محافظة اللاذقية 78% ومحافظة طرطوس 20% من الإنتاج الكلي في سورية.

ونظراً لعدم كفاية التحاليل السابقة وخاصة ما يتعلق منها بثمار الحمضيات في الساحل، ولأهمية النتائج في العديد من المجالات كتربية النبات والتغذية والتصنيع الغذائي وتصدير الفائض من الإنتاج، فقد هدف هذا البحث إلى دراسة محتوى ثمار أهم أنواع الحمضيات المنتشرة في الساحل السوري من فيتامين C. كما تم أيضاً تقدير نسب المواد الصلبة الذائبة والحموضة الكلية، فضلا عن تقدير الفيتامين في الثمار غير الناضجة وفي أجزاء الثمرة لبعض الأصناف.

جدول رقم (2): نتائج الدراسات السابقة حول محتوى ثمار الحمضيات في سورية من فيتامين C (مغ/100 مل عصير).

النوع أو الصنف / المصدر	يافاوي	أبو صرة	فالنسيا	ساتزوما	حامض	جريفون	كلمنتين
مكتب الحمضيات [13]	47	53	58	36	–	67	–
الديري وآخرون [15]	16	35	34	10	15	43	–
فضلية وآخرون [14]	–	–	–	–	–	36–30	58–51

مواد وطرق البحث:

أخذت معظم العينات عشوائياً بقطف الثمار مكتملة التلون عن الأشجار من مزرعة بوقا التابعة لكلية الزراعة بجامعة تشرين في اللاذقية، ومن محطة بحوث الحمضيات في سيانو بجبلة وهي تابعة لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، ومن مزارع خاصة في محافظتي اللاذقية وطرطوس. كما تم الحصول على إحدى العينات بشراء الثمار من المحال التجارية في المحافظتين خلال ذروة موسم التسويق لكل نوع أو صنف، وقد تراوح وزن العينة بين 1 و2 كغ. عُصرت الثمار في عصارة يدوية من البلاستيك وذلك بعد غسلها وتجفيفها وتقطيعها إلى نصفين بسكين من الصلب غير القابل للصدأ، ثم رشح العصير خلال طبقة من القطن بسماكة 1 سم تقريباً. أما عند تقدير الفيتامين في أجزاء الثمرة فقد تم بالسكين فصل طبقة الفلافيدو الملونة بعناية ثم فصلت طبقة الألبيدو البيضاء وهرست كل

منهما في هاون من البورسلان مع إضافة حجم محدد من حمض الأوكزاليك 0.4% يكفي للحصول على عجينة متجانسة. أخذت العينات للتحليل (بالوزن) من الأجزاء المهروسة ومن اللب بعد هرسه أيضاً (وبالحجم) من العصير. الجدير بالذكر أن الثمار الناضجة (مكتملة التلون) وغير الناضجة قطفت من الشجرة نفسها وقدرت فيها المواد الصلبة الذائبة والحموضة لحساب معامل النضج. كما أن جميع التحاليل أجريت خلال يوم واحد – أو يومين على الأكثر – من قطف الثمار.

اتبعت في تقدير حمض الأسكوربيك طريقة المعايرة بصبغة 2 – 6 ثنائي كلوروفينول إندوفينول وهي الطريقة الرسمية لرابطة الكيميائيين التحليليين الأمريكية (AOAC) مع تعديل بسيط تضمن استخدام حمض الأوكزاليك في الاستخلاص عوضاً عن مزيج حمضي الخل وميتافوسفوريك [16 ، 17]. وقد روعي من أجل الدقة في التحليل ألا يزيد الفرق في نتيجة تحليل مكرري العينة الواحدة عن 0.1 مغ أسكوربيك في 100 مل من العصير. أما الحموضة الكلية فقدرت بالمعايرة مع محلول قياسي (0.1 عياري) من ماءات الصوديوم بوجود دليل الفينول فثالين حيث تراوح حجم عينة العصير بين 2 مل في الليمون الحامض و10 مل في البرتقال، وحسبت الحموضة الكلية كحمض ستريك في 100 مل عصير (1 ميلليمكافئ = 64 مغ حمض). جرى أيضاً تقدير النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة في العصير باستخدام جهاز رفراكتومتر آبي Abbe RL3 ولم تصحح النتائج تبعاً لدرجة الحرارة لأن القياسات أجريت في درجات حرارة 20 ± 2°م [18].

بلغ عدد العينات المحللة من ثمار كل نوع أو صنف عشر عينات (خمس منها لكل موسم خلال ذروة التسويق، ومكرران على الأقل من كل عينة)، ثم حُسب المتوسط والانحراف المعياري. وبعد ثبوت الفروق المعنوية بين الأنواع بتحليل النتائج إحصائياً بالتصميم العشوائي الكامل تم إجراء اختبار أقل فرق معنوي L. S. D. بين متوسطات تراكيز الفيتامين في عصير ثمار الحمضيات المدروسة [19].

النتائج والمناقشة:

1- تركيز فيتامين C في العصير:

يبين الجدول رقم (3) متوسطات تركيز الفيتامين في عصير أهم الحمضيات المنتشرة في الساحل السوري لموسمي عامي 1999 و2000 (مرتبة حسب المجموعات) والمتوسط العام مع الانحراف المعياري لكل نوع أو صنف. كما يوضح الشكل رقم (1) المحتوى الفيتاميني لعصائر تلك الحمضيات بطريقة بيانية وبترتيب تنازلي حيث تراوح التركيز بين الحد الأقصى البالغ 53 مغ/ 100 مل عصير لثمار الكلمنتين والحد الأدنى وهو 18 مغ/ 100 مل عصير لثمار الساتزوما. وبشكل عام يمكن بالاعتماد على نتائج تقدير الفيتامين تقسيم ثمار الحمضيات المدروسة إلى الأقسام الثلاثة التالية:

أ – ثمار الأنواع الأكثر غنى بالفيتامين والتي تشكل مصدراً ممتازاً له حيث تجاوز محتواها 40 مغ/ 100 مل من العصير. يشمل هذا القسم ثمار الأنواع التالية مرتبة حسب محتواها التنازلي من الفيتامين: الكلمنتين، البرتقال الفالنسي والختملي، الجريفون بصنفيه الأبيض والأحمر، البرتقال أبو صرة، الليمون الحامض البلدي، البرتقال اليافاوي. ومما يلفت النظر في هذا الصدد أن الإنتاج من ثمار أنواع هذا القسم يعادل حوالي ثلاثة أرباع الإنتاج الكلي من ثمار الحمضيات في سورية، وأن تركيز الفيتامين (باستثناء الكلمنتين) كان متقارباً في عصير تلك الأنواع حيث تراوح بين 41 و45 مغ/100 مل عصير.

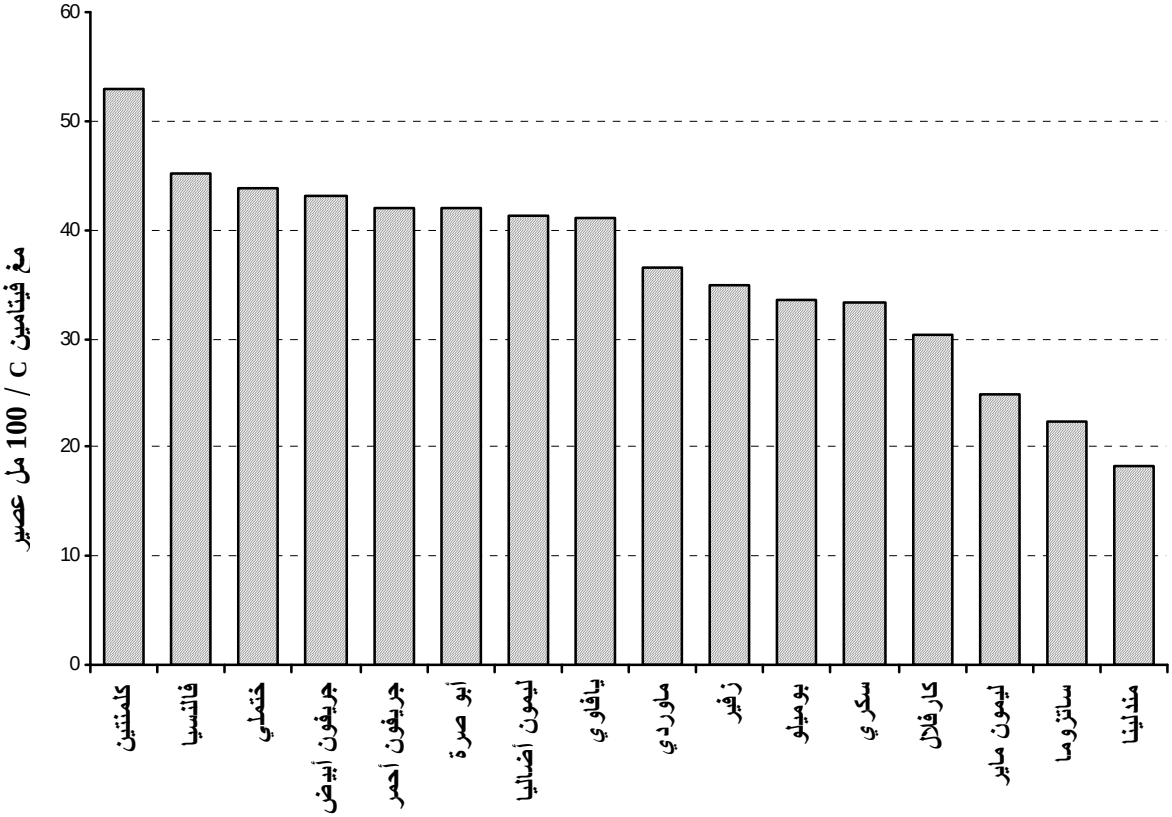
جدول رقم (3): محتوى ثمار أهم الحمضيات المنتشرة في الساحل السوري من فيتامين C (مغ /100مل عصير)، خمس عينات كل موسم.

المجموعة والنوع أو الصنف		موسم 1999	موسم 2000	المتوسط
البرتقال:	يافاوي	41.4	40.8	**41.1** ± 2.1
	أبو صرة	41.6	42.5	**42.0** ± 2.3
	فالنسيا	44.6	45.9	**45.2** ± 3.1
	ختملي	44.1	43.3	**43.7** ± 3.7
	ماوردي	36.1	37.1	**36.6** ± 2.0
	سكري	31.2	35.6	**33.4** ± 3.9
	زفير	34.6	35.2	**34.9** ± 2.6
اليوسفي:	كلمنتين	53.6	52.2	**52.9** ± 3.6
	كارفلال	29.6	31.2	**30.4** ± 3.5
	ساتزوما	22.0	22.9	**22.4** ± 1.9
	مندلينا	17.3	19.1	**18.2** ± 2.1
الليمون الحامض:	الأضاليا	40.7	41.8	**41.2** ± 4.4
	الماير	24.5	25.3	**24.9** ± 2.3
الليمون الهندي:	جريفون أبيض	43.5	42.8	**43.2** ± 3.7
	جريفون أحمر	44.4	39.6	**42.0** ± 3.9
	بوميلو (شادوك)	31.2	36.0	**33.6** ± 2.6
متوسط جميع الحمضيات		36.3	36.8	**36.6** ± 9.4

ب- ثمار الأنواع الغنية بالفيتامين والتي تراوح محتواها بين 30 و40 مغ/100 مل (كان في الواقع بين 30 و37 مغ) وشمل بالترتيب التنازلي البرتقال الماوردي والزفير والشادوك (أبو ميلو) والبرتقال السكري والكلمنتين الفرنسي المعروف باسم كارفلال أو كارفلاز.

جـ- ثمار الأنواع الأقل غنى بفيتامين C والتي انخفض محتواها عن 30 مغ/100 مل عصير (تراوح في الواقع بين 18 و25 مغ)، وتضم ثلاثة أنواع فقط هي الليمون الحامض(ماير) وصنفي الساتزوما والمندلينا من مجموعة اليوسفي.

تدل النتائج أيضاً على أن الاختلاف في تركيز الفيتامين في ثمار النوع الواحد كان ضئيلاً بين الموسمين المدروسين، كما أن معامل الاختلاف (وهو الانحراف المعياري × 100 ÷ المتوسط)



كان منخفضاً نسبياً (5 –12 %) ولم يتجاوز العشرة في المائة إلا في أربع حالات ضمت البرتقال السكري والمندلينا والكلمنتين الفرنسي (الكارفلال) والليمون الحامض البلدي، وقد يكون ذلك مؤشراً على شيء من قلة التجانس الذي تتصف به ثمار النوع الواحد في تلك الحالات. أما الاختلاف في تركيز الفيتامين بين ثمار الأصناف في المجموعة الواحدة فقد كان متبايناً جداً من مجموعة إلى أخرى. ففي حين لم يكن هناك فرق يذكر بين صنفي الجريفون الأبيض والأحمر في مجموعة الليمون الهندي بلغ تركيز الفيتامين في صنفي الساتزوما والمندلينا من مجموعة اليوسفي أقل من نصف تركيزه في صنف الكلمنتين. وفي مجموعة الليمون الحامض كان تركيز الفيتامين في ثمار صنف الماير ستين في المائة فقط من تركيزه في الصنف البلدي. أما في مجموعة البرتقال فقد كان الاختلاف في تركيز الفيتامين أقل من ذلك حيث بلغ التركيز الأدنى الموجود في صنف السكري حوالي ثلاثة أرباع التركيز الأقصى الموجود في صنف الفالنسيا. كما كانت درجة الاختلاف قريبة من ذلك أيضاً بين ثمار أبو ميلو والجريفون من مجموعة الليمون الهندي.

عند إجراء التحليل الإحصائي واختبار L. S. D. تبين وجود بعض الفروق المعنوية بين ثمار أنواع الحمضيات كما يتضح من الجدول رقم (4).

لقد تفوق الكلمنتين في محتواه من الفيتامين على جميع الأنواع الأخرى إلا أن الفرق بينه وبين برتقال فالنسيا لم يكن معنوياً، لكن الفرق كان معنوياً (مستوى الثقة ^{3} 0.05) بينه وبين الجريفون الأبيض والأحمر والبرتقال الختملي وأبو صرة. أما تفوقه على الأصناف العشرة الباقية فقد كان ذا دلالة معنوية عالية(مستوىالثقة ^{3} 0.01). وبالنسبة لأصناف البرتقال التي يشكل إنتاجها أكثر من نصف الإنتاج السوري من الحمضيات فلم توجد بينها فروق معنوية عالية إلا في حالة واحدة هي تفوق الصنف فالنسيا على السكري. وفيما يتعلق بالمجموعات الأخرى تفوق

الليمون الأضاليا بدلالة معنوية عالية على المايرر، كما تفوق صنف اليوسفي (الكارفلال) على صنفي الساتزوما والمندلينا، لكن الفرق بينه وبين الساتزوما لم يكن معنوياً بينما كان الفرق ذا دلالة معنوية عالية بالنسبة للمندلينا. الجدير بالذكر أيضاً أن تفوق الجريفون الأبيض والأحمر على أبوميلو كانت له دلالة معنوية (مستوى ثقة ^{3} 0.05).

تعتبر ثمار الحمضيات من المصادر الممتازة لفيتامين C، وتتباين المراجع كثيراً في ذكر محتواها منه حتى بالنسبة للصنف الواحد. ولكن يمكن القول إن تركيز الفيتامين يتراوح بشكل عام في عصير البرتقال بين 40 و70 مغ /100مل، وفي عصير الجريفون والليمون والتانغارين بين 20 و50 مغ /100مل [20]. لقد توافقت نتائج هذه الدراسة مع القيم المذكورة آنفاً إلا في انخفاض المحتوى قليلاً في المندلينا عن 20 مغ وفي صنفي البرتقال الماوردي والسكري عن 40 مغ /100مل. كما توافق محتوى أصناف البرتقال السوري من الفيتامين مع المجال المذكور لها في مصر (35–49 مغ) وفي قبرص (30–45 مغ) ومع المتوسط في فلسطين المحتلة (46 مغ) [21]. الجدير بالذكر أن بعض المراجع تذكر الحد الأدنى لتركيز الفيتامين في البرتقال 28 مغ /100مل عصير في كل من الولايات المتحدة وإيطاليا و39 مغ في دولة جورجيا، والحد الأقصى في تلك البلدان بالترتيب 80 و92 و63 مغ /100مل [22–25].

لقد تراوح تركيز الفيتامين في عصير أصناف البرتقال الرئيسية اليافاوي وأبو صرة وفالنسيا بين 41 و45 مغ/100مل، وكان قريباً نسبياً من نتائج مكتب الحمضيات في طرطوس ولو أنه أقل منها بوضوح ولكنه كان أعلى من النتائج التي ذكرها الديري وآخرون (16 – 35 مغ) وخاصة بالنسبة لصنف اليافاوي حيث كان الاختلاف كبيراً جداً (16مغ مقارنة بـ 41 مغ). ولم يقتصر مثل هذا الاختلاف في النتائج على البرتقال اليافاوي بل شمل أيضاً اليوسفي ساتزوما والليمون البلدي (10 و15 مغ مقابل 22 و41 مغ بالترتيب في هذه الدراسة). وتعود أسباب هذا التباين في الغالب إلى اختلاف مصدر الثمار في الحالتين حيث تختلف المنطقة والظروف المناخية والبيئية والمعاملات الزراعية في حارم بمحافظة إدلب عنها في الساحل السوري. ومن المعروف أن تركيز الفيتامين يتأثر إلى حد كبير بهذه العوامل فقد وجد على سبيل المثال أن محتوى ثمار برتقال فالنسيا في ولاية كاليفورنيا من فيتامين C يبلغ في المتوسط ضعف ما تحتويه ثمار نفس الصنف في ولاية تكساس (69 مقارنة بـ 35 مغ) [25].

تفاوت تركيز الفيتامين كثيراً في عصير ثمار أصناف مجموعة اليوسفي وشمل الحدين الأقصى والأدنى بين ثمار الحمضيات المدروسة (53 مغ/100مل في الكلمنتين و18 مغ في المندلينا). كان المحتوى في ثمار الكلمنتين قريباً جداً من المتوسط المذكور له في دولة جورجيا (54 مغ [24]، ووقع ضمن المجال الذي وجده فضلية وآخرون (51 – 58 مغ) في تجاربهم على هذا الصنف في الساحل السوري [14]. أما الساتزوما الذي احتل المركز قبل الأخير من حيث محتواه من الفيتامين(22 مغ) فقد كانت نتيجة تحليله متوسطة بين نتيجتي مكتب الحمضيات [13] والديري وآخرين [15] وهما 36 و10 مغ بالترتيب، بينما كانت قريبة من المتوسط المذكور في دولة جورجيا(26 مغ) [24].

الجدول رقم (4): نتائج اختبار الفروق المعنوية L. S. D. لمتوسطات تراكيز فيتامين C في عصير ثمار الحمضيات المدروسة

نوع أوصنف الثمار	كلمنتين	فالنسيا	ختملي	جريفون أبيض	جريفون أحمر	أبو صرة	ليمون أضاليا	يافاوي	ماوردي	زفير	أبوميلو	سكري	يوسفي كارفلال	ليمون ماير	ساتزوما	مندلينا
تركيز الفيتامين	52.9	45.2	43.7	43.2	42.0	42.0	41.2	41.1	36.6	34.9	33.6	33.4	30.4	24.9	22.4	18.2
فالنسيا	7.7															
ختملي	9.2*	1.5														
جريفون أبيض	9.7*	2.0	0.5													
جريفون أحمر	10.9*	3.2	1.7	1.2												
أبو صرة	10.9*	3.2	1.7	1.2	0											
ليمون أضاليا	11.7**	4.0	2.5	2.0	0.8	0.8										
يافاوي	11.8**	4.1	2.6	2.1	0.9	0.9	0.1									
ماوردي	16.3**	8.6*	7.1	6.6	5.4	5.4	4.6	4.5								
زفير	18.0**	10.3*	8.8*	8.3	7.1	7.1	6.3	6.2	1.7							
بوميلو	19.3**	11.6**	10.1*	9.6*	8.4*	8.4*	7.6	7.5	3.0	1.3						
سكري	19.5**	11.8**	10.3*	9.8*	8.6*	8.6*	7.8	7.7	3.2	1.5	0.2					
يوسفي كارفلال	22.5**	14.8**	13.3**	12.8**	11.6**	11.6**	10.8*	10.7*	6.2	4.5	3.2					
ليمون ماير	28.0**	20.3**	18.8**	18.3**	17.1**	17.1**	16.3**	16.2**	11.7**	10*	8.7*	8.5*	5.5			
ساتزوما	30.5**	22.8**	21.3**	20.8**	19.6**	19.6**	18.8**	18.7**	14.2**	12.5**	11.2**	11.0*	8.0	2.5		
مندلينا	34.7**	27.0**	25.5**	25.0**	23.8**	23.8**	23.0**	22.9**	18.4**	16.7	15.4**	15.2**	12.2**	6.7	4.2	

* فروق معنوية، L. S. D. (0.05) = 8.34. ** فروق معنوية عالية، L. S. D. (0.01) = 11.02

كان تركيز الفيتامين في ثمار الليمون الحامض البلدي والجريفون بصنفيه الأبيض والأحمر عالياً (41 – 43 مغ/100مل عصير) ومماثلاً لتركيزه في صنفي البرتقال الرئيسيين اليافاوي وأبو صرة، ويدل ذلك على أنه ليس لأي منها ميزة على البقية كمصدر لفيتامن C. تطابق تركيز الفيتامين في الليمون الحامض البلدي السوري مع نظيره في فلسطين المحتلة (41 مغ) واقترب من متوسط التركيز في مصر (43 مغ) ووقع ضمن المجال المذكور له في الولايات المتحدة (31 – 61 مغ) [21 ، 25]، وكان قريباً من الحد الأعلى في المجال الوارد له في دولة جورجيا (36 – 40 مغ) [24]. وقد انخفض تركيز الفيتامين انخفاضاً كبيراً في الليمون الحامض صنف الماير إلى 25 مغ واقترب بذلك من المحتوى المسجل لهذا الصنف في دولة جورجيا وهو 27 مغ. وبالنسبة لمحتوى الجريفون من الفيتامين فقد تطابقت نتائج هذه الدراسة مع ما وجده الديري وآخرون (43 مغ) [15]، ولكنها كانت أدنى بكثير من نتيجة مكتب الحمضيات (67 مغ) [13]، وأعلى مما وجده فضلية وآخرون(30 – 36 مغ) [14]. الجدير بالذكر أن محتوى الجريفون يقع قرب الحد الأدنى المذكور له في جمهورية جورجيا (43 – 50 مغ) [24] وضمن المجال الوارد له في الولايات المتحدة (39 – 50 مغ) [25].

2- تركيز فيتامين C في أجزاء الثمرة وفي الثمار غير الناضجة لبعض أنواع الحمضيات:

يبين الجدول رقم (5) تركيز الفيتامين في أجزاء ثمار اليافاوي والليمون الحامض وأبو ميلو مقارنة بتركيزه في العصير. تدل النتائج على أن تركيز الفيتامين في الطبقة الخارجية الصفراء المعروفة باسم الفلافيدو أو إكسوكارب يبلغ حوالي خمسة أمثال تركيزه في عصير ثمار الحمضيات الثلاثة المدروسة، وأن تركيز الفيتامين عالٍ أيضاً في الطبقة البيضاء التي تليها والمعروفة باسم الألبيدو أو ميزوكارب ويبلغ حوالي ثلاثة أمثال تركيزه في العصير. كما يتضح من الجدول رقم (5) أن تركيز الفيتامين في اللب أو الطبقة الداخلية إندوكارب أعلى منه في عصير ثمار الأنواع المدروسة، وقد بلغت تلك الزيادة حوالي الثلث في حالتي البرتقال اليافاوي والليمون الحامض وتجاوزت النصف في حالة أبو ميلو، مما يدل على أن تناول لب الثمار أفضل من حيث القيمة الفيتامينية من تناول كمية مماثلة من العصير. الجدير بالذكر أن ارتفاع تركيز فيتامين C في الأجزاء الخارجية لثمرة الحمضيات عنه في العصير ظاهرة معروفة، وأن النتائج السابقة متوافقة مع ما هو مذكور في المراجع العلمية [20].

الجدول رقم(5): تركيز فيتامين C في أجزاء الثمرة (مغ/100غ)* مقارنة بالعصير لبعض أنواع الحمضيات.

الجزء / النوع	الفلافيدو (إكسوكارب)	الألبيدو (ميزوكارب)	اللب (إندوكارب)	العصير
اليافاوي	206	120	55	40
الليمون الأضاليا	208	121	58	41
الشادوك (أبوميلو)	160	91	51	32

* النتائج متوسطات (مدورة لأقرب رقم صحيح) لمكررين على الأقل يختلفان بأقل من± 0.1 مغ/100غ.

أما تركيز الفيتامين في عصير الثمار الناضجة مقارنة بغير الناضجة من نفس الشجرة فيبينها الجدول رقم(6) لكل من البرتقال أبو صرة واليوسفي ساتزوما والجريفون الأبيض والليمون الحامض البلدي. تدل النتائج على أن تركيز الفيتامين أعلى بحوالي 15 – 20% في عصير الثمار الناضجة إلا في حالة الليمون البلدي حيث حصل العكس وانخفض التركيز 16%. تتوافق هذه النتائج مع ما هو وارد في المراجع من زيادة تركيز الفيتامين أثناء نضج ثمار الحمضيات [20، 25، 26] عدا الليمون الحامض حيث أظهرت نتائج بعض البحوث التي أجريت في مصر نقصان تركيز الفيتامين بحوالي 20% (من 57 إلى 46 مغ/100مل عصير) في الثمار الناضجة [26]. ولإلقاء المزيد من الضوء على تأثر تركيز الفيتامين أثناء نضج ثمار الحمضيات المختلفة يستحسن تصميم تجارب خاصة لدراسة هذا التأثير وتحليل ثمار أكثر لعدد أكبر من الأصناف في مراحل مختلفة من النضج.

الجدول رقم (6): تركيز فيتامين C (مغ /100 مل) في عصير الثمار الناضجة وغير الناضجة لبعض أصناف الحمضيات.

النوع	حالة الثمار	معامل النضج*	تركيز الفيتامين
برتقال أبو صرة	ناضجة	8.6	42
	غير ناضجة	4.7	36
يوسفي ساتزوما	ناضجة	6.4	22
	غير ناضجة	3.9	18
جريفون أبيض	ناضجة	4.4	43
	غير ناضجة	2.8	37
ليمون حامض أضاليا	ناضجة	1	42
	غير ناضجة	1.1	50

* ناتج قسمة نسب المواد الصلبة الذائبة على الحموضة.

3- نسب المواد الصلبة الذائبة والحموضة:

لم يكن تقدير نسب المواد الصلبة الذائبة والحموضة من أهداف هذه الدراسة في البداية ولكن ذلك أتى متأخراً للاستفادة من العصائر التي تم تحضيرها لتقدير الفيتامين. يبين الجدول رقم (7) المتوسط والانحراف المعياري لنسب المواد الصلبة الذائبة والحموضة في عصائر العينات العشرة من كل من أنواع الحمضيات المدروسة، مع حساب معامل النضج لكل منها. تشكل السكريات حوالي 80% من المواد الصلبة الذائبة في غالبية ثمار الحمضيات وتليها الأحماض بالدرجة الأولى ثم كميات ضئيلة من البكتين والزيوت العطرية والاسترات والجلوكوسيدات والفيتامينات والأملاح المعدنية وبعض المركبات العضوية الأخرى وتتأثر نسب تلك المواد بعوامل عدة أهمها النوع والصنف والأصل المستخدم والبيئة والعمليات الزراعية [26،27].

كانت نسب المواد الصلبة الذائبة في عصائر الحمضيات المدروسة متقاربة نوعاً ما إلا في حالة الليمون الحامض حيث انخفضت عن البقية وبلغت 6.1% في الماير و7.0% في الصنف أضاليا. أما في ثمار الأنواع الأخرى

فقد تراوحت النسبة بين 9.1% في الشادوك (أبوميلو)، و11.2% في الكلمنتين، وكانت في ثمار هذا الأخير أعلى بوضوح منها في الساتزوما (9.7%) والمندلينا (9.4%)، كما كانت أعلى بقليل في الجريفون منها في الشادوك.

أظهرت النتائج أيضاً تقارب نسب المواد الصلبة الذائبة في أصناف البرتقال السوري (9.5 – 10.2%) وارتفاعها عن النسب المذكورة للبرتقال المصري (8.4 – 9.6%) وانخفاضها عن المتوسط للبرتقال القبرصي (10.9%) [21،23]. كما أن النسبة أخفض بأكثر من درجة مئوية في ثمار الليمون الحامض والجريفون في سورية عنها في فلسطين المحتلة حيث ذكرت على أنها 8 و10.8% بالترتيب. الجدير بالذكر أن معامل الاختلاف أو الانحراف النسبي عن المتوسط كان عالياً نسبياً (10% تقريباً) في بعض الأنواع كالجريفون والساتزوما ومنخفضاً (^{3} 5%) في أنواع أخرى كاليافاوي والكلمنتين.

جدول رقم (7): متوسط نسب المواد الصلبة الذائبة والحموضة ومعامل النضج في ثمار أهم الحمضيات المنتشرة في الساحل السوري (عدد العينات عشرة من كل نوع).

المجموعة والنوع		المواد الصلبة الذائبة(%)	الحموضة (غ ستريك/ 100مل عصير)	معامل النضج
البرتقال:	يافاوي	10.1 ± 0.5	1.16 ± 0.09	8.7
	أبو صرة	9.5 ± 0.6	1.08 ± 0.11	8.8
	فالنسيا	10.1 ± 0.6	1.19 ± 0.12	8.5
	ختملي	10.0 ± 0.8	0.91 ± 0.09	11.0
	ماوردي	9.8 ± 0.5	1.55 ± 0.23	6.3
	سكري	10.2 ± 0.6	0.08 ± 0.01	128
	زفير	9.4 ± 0.5	3.98 ± 0.45	2.4
اليوسفي:	كلمنتين	11.2 ± 0.5	1.03 ± 0.20	10.9
	كارفلال	10.2 ± 0.8	1.50 ± 0.21	6.8
	ساتزوما	9.7 ± 0.9	1.52 ± 0.22	6.4
	مندلينا	9.4 ± 0.6	0.89 ± 0.15	10.6
الليمون الحامض:	الأضاليا	7.0 ± 0.7	6.91 ± 0.42	1.0
	الماير	6.1 ± 0.8	4.92 ± 0.46	1.2
الليمون الهندي:	جريفون أبيض	9.6 ± 0.9	2.18 ± 0.17	4.4
	جريفون أحمر	9.7 ± 1.0	2.12 ± 0.20	4.6
	أبو ميلو (شادوك)	9.1 ± 0.8	1.35 ± 0.21	6.7

أما النسبة المئوية للحموضة فقد كانت منخفضة جداً (0.08%) في البرتقال السكري – كما هو متوقع – ومرتفعة في كل من الزفير والليمون الحامض الماير والبلدي حيث بلغت حوالي 4 و5 و7% بالترتيب. انخفضت نسبة الحموضة قليلاً عن 1% في صنف واحد من مجموعة البرتقال هو الختملي وصنف واحد من مجموعة اليوسفي هو المندلينا، وكانت أعلى بقليل من 2% في صنفي الجريفون الأبيض والأحمر، وتراوحت بين 1 و1.55% في ثمار بقية الأصناف.

تتوافق نسب الحموضة في هذه الدراسة مع المجال المذكور لها في بعض المراجع [26] وهو 0.5 – 1.6% للبرتقال و5 – 7% لليمون الحامض و1% لليوسفي، ولكنها أعلى بوضوح (£ 1.5%) في صنفي الكلمنتين (الكارفلال) والساتزوما، كما أنها عالية أيضاً(> 2%) في صنفي الجريفون الأحمر والأبيض وتجاوزت ما ورد في تحاليل سابقة لثمار الجريفون السوري وهي 1.63% [14] و1.9% [13]. الجدير بالذكر أن نسبة الحموضة العالية (1.55%) في صنف الماوردي بين أصناف البرتقال السوري قريبة من الحد الأعلى (1.57%) االمذكور للبرتقال في مصر ولكنها أدنى بكثير منه في البرتقال القبرصي (2.24%) والإيطالي(2.42%) [21 ، 23]. ومن الملاحظ أيضاً ارتفاع الحموضة بوضوح في الجريفون عنها في الشادوك، وفي الليمون الحامض البلدي عنها في الماير، وأن حموضة هذا الأخير قريبة من الحموضة المذكورة له (4.8%) في فلسطين المحتلة [21]. أما معامل الاختلاف في نسبة الحموضة فقد كان بشكل عام أعلى مما وُجد في نسبة المواد الصلبة الذائبة وخاصة في الشادوك وفي أصناف اليوسفي حيث تراوح بين 14 و19%، ولكنه كان أخفض من ذلك (^{3} 10%) في أصناف البرتقال الرئيسية الثلاثة وفي صنفي الجريفون والليمون الحامض.

يعتبر معامل النضج أو نسبة المواد الصلبة الذائبة للحموضة من أهم علامات اكتمال النمو والوصول إلى مرحلة النضج في ثمار معظم أنواع الحمضيات، كما يعتبر أحد مقومات جودة الطعم والنكهة. تبلغ قيمة ذلك المعامل حوالي 8 في ثمار أغلب أصناف البرتقال وتنخفض إلى ما بين 6 و7 في الجريفون بينما تصل إلى حوالي 10 – 12 في اليوسفي [26]. ويتبين من النتائج في الجدول رقم(7) أن ارتفاع نسبة الحموضة في بعض الأنواع قد أدى إلى انخفاض قيمة معامل النضج فبلغت 4.4 – 4.6 في الجريفون وتراوحت بين 6.3 و6.8 في البرتقال الماوردي واليوسفي كارفلال والساتزوما والشادوك. لكن هذا المعامل ارتفع إلى 8.5 – 8.8 في أصناف البرتقال الرئيسية الثلاثة وهي اليافاوي وأبو صرة وفالنسيا، وإلى أعلى من ذلك بوضوح (10.6 – 11) في الكلمنتين والمندلينا والبرتقال الختملي. وهنا لابد من الإشارة إلى أن قيم معامل النضج الواردة في هذه الدراسة ليست سوى نتائج تحليل عدد من عينات الثمار التي يجري قطافها وتسويقها في واقع الحال، ولا يمكن اعتبارها علامات أو دلائل على نضج ثمار أنواع الحمضيات في الساحل السوري لأن ذلك يحتاج إلى دراسة مستقلة تصمم وتنفذ خصيصاً لهذا الغرض.

تشير بعض النتائج في هذه الدراسة إلى احتمال وجود ارتباط بين تركيز فيتامين C في عصائر الحمضيات وبين معامل نضج الثمار أو نسب المواد الصلبة الذائبة أو الحموضة فيها، ولإلقاء بعض الضوء على هذا الاحتمال تم حساب معامل الارتباط بينه وبين تلك المتغيرات. بينت الحسابات وجود ارتباط ضعيف بين تركيز الفيتامين وكل من نسبة المواد الصلبة الذائبة (r = + 0.39 من بيانات الجدول رقم /7/) ومعامل نضج الثمار (r = + 0.33من بيانات الجدول رقم /6/ للثمار الناضجة وغير الناضجة). أما الارتباط بين تركيز الفيتامين وبين كل من نسبة الحموضة ومعامل النضج في الثمار الناضجة (الجدول رقم /7/) فيكاد يكون معدوماً (r = + 0.09 في الحالة الأولى، و+0.06

في الثانية). الجدير بالذكر أن المعطيات في هذه الدراسة غير كافية لتوضيح مدى الارتباط أو العلاقة بين المواصفات السابقة وبين تركيز الفيتامين، خاصة وأن تلك العلاقة قد تتغير تبعاً لنوع الثمار ومرحلة النضج. ولذلك يستحسن دراستها في الأنواع المختلفة من الحمضيات وفي مراحل مختلفة من نضج الثمار في كل صنف. كما يستحسن في هذا السياق دراسة تأثير الأصول المستخدمة والعمليات الزراعية كالري والتسميد والعوامل البيئية كالتربة والمناخ على محتوى الثمار من فيتامين C وعلى تركيبها الكيميائي بشكل عام.

المراجع:

.....

1. HODGES, R. E. 1980 - Ascorbic acid in "Modren Nutrition in Health and Disease" (R. S. Goodhart and M. Eshils, editors), Lea and Febiger, Philadelphia. pp. 259-273.

2. CLEMETSON, A. B. 1987 - Classical scurvy in "Vitamin C", Vol. I. CRC Press, Inc., Boca Raton. Florida. pp.1-8.

3. DAVIS, M. B., AUSTIN, J., and D. A. PARTRIDGE 1991 - Vitamin C: its Chemistry and Biochemistry. Royal Society of Chemistry. Letchworth, UK. pp. 74-96.

4. العودة، كرم؛ وسمينة، غياث 1993 – مبادئ تغذية الإنسان. منشورات جامعة دمشق. ص 176–182.

5. التكروري. حامد؛ والمصري، خضر 1989 – علم الغذاء والتغذية – أساسيات في التغذية العامة، منشورات الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة. ص 296–302.

6. منظمة الأغذية والزراعة (FAO) للأمم المتحدة 1988 – جداول مكونات الأغذية للشرق الأدنى: سلسلة دراسات الأغذية والتغذية، رقم 26، روما. 261 صفحة.

7. الخياط، غسان؛ ومحمد، محمد 1991 – كيمياء ومكونات الأغذية، منشورات جامعة دمشق. ص 185–188.

8. COULTATE, T. P. 1984 – Food - The Chemistry of its Components. The Royal Society of London, pp. 164-168.

9. منظمة الأغذية والزراعة (FAO) للأمم المتحدة 1988 – الغذاء والتغذية والزراعة–سلسلة دراسات الأغذية والتغذية، رقم 43، روما. 140 صفحة.

10. NAS / NRC, 1989 – Recommended Dietary Allowances, 10th ed., Food and Nutrition Board, National Academy Press, Washington D.C.

11. GREGORY, J. F. 1996 - Vitamins, in "Food Chemistry" (O. R. Fennema, editor), Marcel Dekker, Inc., 3rd ed., New York. pp. 532-616.

12. مديرية الإحصاء والتخطيط بوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي 2003 – دمشق. اتصال شخصي.

13. مكتب الحمضيات في طرطوس التابع لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي 1999 – دراسة غير منشورة.

14. فضلية، زكريا؛ زيدان، علي؛ الخطيب، علي عيسى 2001 – تأثير بعض أصول الحمضيات في مواصفات النمو والإنتاج لأهم الأصناف المطعمة عليها والمنتشرة في سورية. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الزراعية، المجلد 23، العدد11، ص247–259.

15. الديري، نزال؛ والناصر، عمر؛ ومعروف، أحمد 1997 – محتوى ثمار بعض أصناف الفاكهة من فيتامين C في المناطق الشمالية الغربية من سورية، مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية، العدد 29، ص67–82.

16. Association of Official Analytical Chemists 1990 - Official Methods of Analysis (AOAC) 15th ed., Maryland, U. S. A.

17. حيدر، محمد 1994 - اختبارات وتجارب في الكيمياء الحيوية، منشورات جامعة تشرين، ص 147–152.

18. RUCK, J. A. 1969 - Methods of Analysis of Fruit and Vegetable Products. Department of Agriculture, British Columbia, Canada, pp. 68-70.

19. خدام، علي؛ ويعقوب غسان 2000 – أساسيات علم الإحصاء وتصميم التجارب الزراعية، منشورات جامعة تشرين، ص 49–86.

20. TING, S. V. and ITTAWAY, J. A. 1974 - Citrus fruits, in "The Biochemistry of Fruits and Their Products" (A. C. Hulme, editor), Academic Press, London, Vol. 2, pp. 107-207.

21. منيسي، فيصل عبد العزيز 1975 – الموالح: الأسس العلمية لزراعتها. دار المطبوعات الحديثة – سابا باشا. الإسكندرية.

22. TRESSLER, D. K. and JOSLYN, M. A. 1981 - Fruit and Vegetable Juice Processing Technology. The AVI Pub. Co., Westport (U. S. A).

23. FRITZ, W. D. 1970 - Citrus cultivation and fertilization. Series of Monographs on Tropical and Subtropical Crops. Ruhr Aktiengesellschaft. Bochum, West Germany, pp. 163-164.

24. MITILSKI, L. B. 1967 - Principles of Biochemistry of Fruits and vegetables (in Russian). Economica Publishers, Moscow, 347 p.

25. REUTHER, W., H. J. WEBBER, and L. D. BATCHELOR 1962 - The Citrus Industry, Vol. 1, Division of Agricultural Sciences, University of California, U. S. A. pp. 73-75.

26. الديري، نزال 1993 – أشجار الفاكهة المستديمة الخضرة، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية – جامعة حلب، ص 53–193.

27. ECONOMIDES, C. V. and GREGORIOU, C. 1993 - Grouth, yield, and fruit quality of nucellar frost, Marsh, grapefruit fifteen rootstocks in Cyprus. J. Amer. Soc. for Horticultural Science, 118(3) 326-9.