الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق / كلية الهندسة الزراعة
قسم علوم الأغذية

تأثير طرائق تجفيف الفاصولياء الخضراء في بعض مضادات الأكسدة والمؤشرات الكيميائية

Effect of drying methods of green beans on some antioxidants and chemical indicators

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في قسم علوم الأغذية

إعداد الطالبة
م. عنان ابراهيم دله

بإشـــراف

المشرف العلمي
أ. د. محمد خير طحلة

المشرف المشارك
د. روعة طلي

٢٠١٨-٢٠١٩

قائمة المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الفصل الأول	١
١- المقدمة	١
٢-١ مبررات البحث	٣
٣-١- أهداف البحث	٤
الفصل الثاني	٥
٢- الدراسة المرجعية	٥
٢-١-التصنيف العلمي لنبات الفاصولياء	٥
٢-٢- الوصف النباتي	٥
٢-٣- أصناف الفاصولياء الخضراء المنتشرة عالمياً	٦
٢-٤- القيمة الغذائية للفاصولياء الخضراء	٩
٢-٥- مضادات الأكسدة	١١
٢-٦ المركبات الفعالة بيولوجياً في قرون الفاصولياء الخضراء	١٣
٢-٧- فيتامين C	١٣
٢-٨- علاقة فيتامين C بالنشاط المضاد للأكسدة	١٥
٢-٩- تأثير درجات الحرارة في فيتامين C	١٥
٢-١٠- النشاط المضاد للأكسدة	١٦

٢-١١- المركبات الفينولية	١٦
٢-١٢- علاقة الفينولات الكلية بالنشاط المضاد للأكسدة	١٧
٢-١٣- الفلافونيدات	١٧
٢-١٤- علاقة الفلافونيدات بالنشاط المضاد للأكسدة	١٨
٢-١٥- تجفيف الثمار	١٩
٢-١٦- تعريف التجفيف	١٩
٢-١٧- طرائق التجفيف	٢٠
٢-١٧-١- التجفيف الشمسي غير المباشر	٢٠
٢-١٧-٢- التجفيف بالهواء الساخن	٢١
٢-١٧-٣- التجفيف تحت التفريغ	٢٢
٢-١٨- معاملات ماقبل التجفيف	٢٢
٢-١٨-١-المعاملة بالسلق بالماء المغلي	٢٢
٢-١٨-٢- المعاملة بالسلق بميتا باي سلفيت البوتاسيوم	٢٣
الفصل الثالث	٢٥
٣- مواد وطرائق البحث	٢٥
٣-١- مواد البحث	٢٥
٣-٢- طرائق البحث	٢٥
٣-٣- الاختبارات الكيميائية	٢٩
٣-٣-١- تقدير الرطوبة	٢٩
٣-٣-٢- تقدير الحموضة	٢٩

٣-٣-٣- تقدير رقم الـ pH	٢٩
٣-٣-٤- تقدير السكريات الكلية	٢٩
٣-٣-٥- حساب نسبة الاسترجاع	٢٩
٣-٣-٦- تقدير المواد الفعالة بيولوجياً	٣٠
٣-٣-٦-١ تقدير فيتامين C	٣٠
٣-٣-٦-٢ تقدير المركبات الفينولية	٣٠
٣-٣-٦-٣ تقدير الفلافونيدات	٣١
٣-٣-٧- قياس النشاط المضاد للأكسدة	٣١
٣-٣-٨ التقييم الحسي	٣٣
٤- التحليل الإحصائي	٣٣
الفصل الرابع	٣٤
٥- النتائج والمناقشة	٣٤
٥-١- نتائج بعض المؤشرات الكيميائية لثمار الفاصولياء الخضراء الطازجة	٣٤
٥-٢- نتائج محتوى قرون الفاصولياء الخضراء الطازجة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة	٣٥
٥-٣- تأثير طريقة التجفيف تحت التفريغ والمعاملات المختلفة في بعض المؤشرات الكيميائية لعينات الفاصولياء المجففة	٣٦
٥-٤- تأثير طريقة التجفيف بالهواء الساخن والمعاملات المختلفة في بعض المؤشرات الكيميائية لعينات الفاصولياء المجففة.	٣٨
٥-٥- تأثير طريقة التجفيف الشمسي والمعاملات المختلفة في بعض المؤشرات	٤٠

الكيميائية لعينات الفاصولياء المجففة	
٥-٦- تأثير طريقة التجفيف تحت التفريغ والمعاملات المختلفة في المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة	٤١
٥-٧- تأثير طريقة التجفيف بالهواء الساخن والمعاملات المختلفة في المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة	٤٣
٥-٨- تأثير طريقة التجفيف الشمسي والمعاملات المختلفة في المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة	٤٥
٥-٩- تأثير طرائق التجفيف والمعاملات المختلفة في درجة تشرب عينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة	٤٧
٥-١٠- الخصائص الحسية لقرون الفاصولياء الخضراء المجففة	٤٩
الفصل الخامس	٥٢
٦- الاستنتاجات والتوصيات	٥٢
٦-١- الاستنتاجات	٥٢
٦-٢- التوصيات	٥٢
الفصل السادس	٥٥
المراجع العربية والأجنبية	٥٥

قائمة الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
١	التصنيف العلمي لنبات الفاصولياء الخضراء	٥
٢	القيمة الغذائية لقرون الفاصولياء الخضراء	١٠
٣	أنواع مضادات الأكسدة الطبيعية وطريقة عملها	١٢
٤	التركيب الكيميائي للفاصولياء الخضراء الطازجة المدروسة	٣٥
٥	محتوى قرون الفاصولياء الخضراء الطازجة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة.	٣٦
٦	تأثير طريقة التجفيف تحت التفريغ والمعاملات المختلفة في بعض المؤشرات الكيميائية لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة	٣٨
٧	تأثير طريقة التجفيف بالهواء الساخن والمعاملات المختلفة في بعض المؤشرات الكيميائية لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة	٣٩
٨	تأثير طريقة التجفيف الشمسي والمعاملة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم في بعض المؤشرات الكيميائية لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة	٤١
٩	تأثير طريقة التجفيف تحت التفريغ والمعاملات المختلفة في المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة لعينات الفاصولياء المجففة	٤٣
١٠	تأثير طريقة التجفيف بالهواء الساخن والمعاملات المختلفة في المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة لعينات الفاصولياء المجففة	٤٥
١١	تأثير طريقة التجفيف الشمسي والمعاملات المختلفة في المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة	٤٧
١٢	تأثير طرائق التجفيف والمعاملات المختلفة في درجة تشرب عينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة	٤٩
١٣	درجات التقييم الحسي لقرون الفاصولياء الخضراء المجففة تحت التفريغ	٥٠
١٤	درجات التقييم الحسي لقرون الفاصولياء الخضراء المجففة بالهواء الساخن	٥١
١٥	درجات التقييم الحسي لقرون الفاصولياء الخضراء المجففة شمسياً	٥١

قائمة الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
١	الصيغة الكيميائية لفيتامين C	١٣
٢	آلية تدهور فيتامين C والعوامل المؤثرة فيه	١٤
٣	المجفف الشمسي مع مادة التخزين الحراري	٢١
٤	مخطط البحث	٢٨
٥	المنحني المعياري لحمض الغاليك	٣١
٦	المنحني المعياري للكويرستين	٣٢
٧	عينات الفاصولياء الخضراء المجففة باستخدام المجفف الشمسي	٥٤
٨	عينات الفاصولياء الخضراء المجففة باستخدام مجفف الهواء الساخن	٥٤
٩	عينات الفاصولياء الخضراء المجففة باستخدام المجفف تحت التفريغ	٥٤

الملخص:

نفذت الدراسة في مخابر كلية الزراعة بجامعة دمشق خلال الموسم 2018، عرضت ثمار الفاصولياء الخضراء إلى مجموعة من المعاملات الأولية قبل التجفيف (سلق على درجة حرارة 85 مْ لمدة 5 دقائق، سلق على درجة حرارة 85 مْ ولمدة 3دقائق مع إضافة مادة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.3%)، ثم جُففت بطرائق مختلفة (شمسياً، بالهواء الساخن وتحت التفريغ) إلى محتوى رطوبي لا يزيد عن 11% بهدف دراسة تأثيرها في بعض المؤشرات الكيميائية (السكريات الكلية، الرطوبة، pH، الحموضة الكلية، درجة التشرب) وبعض المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأكسدة.

أظهرت نتائج التحليل الكيميائي تفوق الفاصولياء الخضراء المجففة تحت التفريغ والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم معنوياً عند مستوى ثقة 5% في محتواها من السكريات الكلية (42.67%) والمادة الجافة ودرجة التشرب (93.62، 4.52%)على التوالي، كما تفوقت في محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية والفلافونيدات والتي بلغت(3.43، 8.79، 1.67) على التوالي، وأبدت العينات المجففة بالمجفف تحت التفريغ والمعاملة بالسلق بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم ارتفاعاً ملحوظاً في النشاط المضاد للأكسدة وبلغ (62.13%).

كما أظهرت النتائج تفوق العينات المعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.3%) والمجففة باستخدام الهواء الساخن على العينات المعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.3%) والمجففة شمسياً في معظم المؤشرات الكيميائية المدروسة حيث بلغت نسبة السكريات الكلية (37.52-29.37%) على التوالي، وبلغت نسبة الرطوبة (7.11 -8.07%) على التوالي.

بينما أظهرت العينات المجففة شمسياً والمعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز(0.3%) انخفاضاً ملحوظاً في المحتوى من الفينولات الكلية وفيتامين C والفلافونيدات حيث بلغت (7.36-2.29-1.05 مغ/100غ)، بينما بلغ النشاط المضاد للأكسدة (20.72%).

كلمات مفتاحية: الفاصولياء الخضراء المجففة، تجفيف تحت التفريغ، تجفيف الهواء الساخن، تجفيف شمسي، التركيب الكيميائي، درجة التشرب، مضادات أكسدة، النشاط المضاد للأكسدة.

Abstract:

The study was carried out in the laboratories of the Faculty of Agriculture, University of Damascus, during the year 2018. The fruits of the green beans were exposed to a group of primary processings before drying (85 ° C for 5 minutes, boiled at 85 ° C for 3 minutes, 0.3%), and then dried in different ways (sun, hot air and under discharge) to moisture content not exceeding 11% to study their effect on some chemical indicators (total sugars, humidity, pH, total acidity, Antioxidant activity.

The results of the chemical analysis showed that the green beans dried under the vacuum and the treatment with the meta-pea sulfate potassium solution were significantly higher at the 5% confidence level in the total sugar content (42.67%), the dry matter and the drinking percentage were (93.62،4.52%), respectively. It was also higher in vitamin C, total phenols and flavonoids (3.43, 8.79, 1.67), respectively. The dried samples under the vacuum and the treatment with the salts showed a significant increase in antioxidant activity (62.13%).

In addition, the results showed that the samples processed by boiling with the meta-pei sulfate potassium solution at 0.3% and dried by using hot air were significantly higher than the samples processed by boiling with the meta-pei sulfate potassium solution at 0.3% dried by sun in most of the studied chemical indicators the percentage of total sugars were (37.52-29.37%), respectively. and the percentage of humidity (7.11 -8.07%), respectively.

While the samples that were dried by sun and processed by boiling with meta-pei sulfate potassium (0.3%) showed a significant decrease in content than total phenols, vitamin C and flavonoids that were (2.25-7.36) (-1.05 mg / g) and antioxidant activity were (20.72%).

Key words: Dried green beans, vacuum drying, hot air drying, solar drying, chemical composition, impregnation, antioxidants, and antioxidant activity.

الفصل الأول

1- المقدمة:

يعتبر القطر العربي السوري من أفضل الدول العربية لإنتاج أنواع عديدة من الخضروات، وذلك لخصوبة أرضه وملائمة مناخه لزراعة العديد منها على مدار السنة، حيث تنتشر زراعة الخضروات في أغلب المناطق وبوجهٍ خاصٍ في المناطق المتوسطة والساحلية. تدل المعطيات الإحصائية الصادرة عن الاتحاد العام للفلاحين على الازدياد الكبير في إنتاج أغلب أنواع الخضروات، وأهمها الفاصولياء الخضراء حيث تُزرع في: حمص، حماه، درعا، طرطوس وغيرها من المحافظات، وتُزرع الفاصولياء بطرائق تقليدية وبطريقة الزراعة المحمية، الأمر الذي زاد كميات الإنتاج بشكلٍ ظاهرٍ.

تنتمي الفاصولياء الخضراء (*Phaseolus vulgaris*) إلى الفصيلة البقولية، وتعد من المحاصيل الصيفية التي تحتاج إلى درجات حرارة عالية لكي تنمو. وعادةً ما يكون النضج بعد فترة تتراوح من 55 إلى 60 يوماً من الزراعة إلى الحصاد، وبطبيعة كونها نباتات كرمية، تحتاج نباتات الفاصولياء إلى دعم خارجي يمكن تقديمه في شكل "أقفاص للفاصولياء" أو أعمدة. كان الأميركيون الأصليون يزرعونها عادةً بجانب الذرة والكوسا ما يسمى الأخوات الثلاثة، حيث تعمل سيقان الذرة الطويلة كدعامات لنباتات الفاصولياء.

طور في الآونة الأخيرة ما تُسمى "بشجيرة الفاصولياء" التي لا تحتاج إلى دعم، كما تطورت جميع قرونها في الوقت ذاته (بدلاً من الفاصولياء القطبية التي تتطور تدريجياً). هذا الأمر جعل من شجيرات الفاصولياء أكثر ملاءمة بالنسبة للإنتاج التجاري.

وبلغ إنتاج سورية من الفاصولياء الخضراء لعام (2017 م) حوالي 29143 طن حسب المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية لعام 2017 م.

تساعد الفاصولياء الخضراء في الوقاية من السرطان لإحتوائها على كميات عالية من مركبات البولي فينول. كما تمنع الإمساك لمحتواها العالي من الألياف مما يحسّن من صحة الأمعاء، كما تحتوي على فيتامين D الذي يساعد على تثبيت الكالسيوم داخل العظام، كما تحتوي على فيتامينات B التي تساعد في منع ترقق العظام. تقلل الفاصولياء من مستوى الكوليسترول السيء (LDL) وذلك لمحتواها من النياسين الذي يساعد في زيادة مستوى الكوليسترول الجيد (HDL) وخفض مستويات الدهون الثلاثية، وتُقوي القلب وتُحافظ على صحته وسلامته لاحتوائها على مادة اللوتين.

تحتوي الفاصولياء الخضراء على العديد من مضادات الأكسدة، ومن أهمها الكاروتينويدات مثل: ألفا كاروتين، وبيتا كاروتين، كما تحتوي على الأحماض الفينولية مثل: الفيرليك، والفلافونويدات مثل: الكاتشين، والإيبي كاتشين، حيث تقوم مضادات الأكسدة بمنع تشكل التجاعيد، منع الإصابة بالزهايمر، التهاب المفاصل، التهاب الشعب الهوائية وهشاشة العظام.

لقرون الفاصولياء الخضراء خصائص مضادة للالتهابات خاصة في بعض الحالات مثل: التهاب الزائدة الدودية، أمراض القلب، السرطان والشيخوخة، كما تحتوي على كمية من فيتامين C وكذلك كمية لا بأس بها من الزنك، وأوميغا 3 بشكل حمض ألفا لينوليك. تساعد الفاصولياء في تنظيم مستوى السكر في الدم وذلك لمحتواها من الألياف والبروتين. كما تلعب دوراً مهماً في الوقاية من أمراض القلب، حيث أنّ المركبات المضادة للأكسدة والمضادة للالتهابات تحسّن من صحة الأوعية الدموية، كما تعتبر من الخضروات المفيدة في الريجيم.

تحفظ قرون الفاصولياء الخضراء بعدة طرائق منها: التجميد والتجفيف، حيث تعتبر الأولى أفضل من الطريقة الثانية، وذلك لإحتفاظ الفاصولياء بلونها وملمسها وكذلك بمحتواها الغذائي لكن في كلا الطريقتين تحتوي على كمية كبيرة من الصوديوم.

يعتبر تجفيف الخضروات تحت أشعة الشمس من أقدم الطرائق المُستخدمة في التجفيف وأكثرها انتشاراً حول العالم، وعادةً ما يتمّ تجفيف قرون الفاصولياء الخضراء تحت أشعة الشمس الحارة، حيث تُوفّر هذه الطريقة القدرة في المحافظة على الكميات الكبيرة من محاصيل الفاصولياء الخضراء بعد تجفيفها، وتوفّرها في كافة فصول السنة، بالإضافة إلى سهولة استخدامها بعد التجفيف. وتمتاز طريقة التجفيف تحت أشعة الشمس عن الطرائق الأخرى المستخدمة في التجفيف بانخفاض تكاليفها، وعدم الحاجة إلى استعمال آلات لتوليد الحرارة اللازمة للتجفيف. ويعاب على هذه الطريقة استخدام عدداً كبيراً من العمال لحمل الصواني وتقليبها، عدم التحكم في نسبة الرطوبة النهائية للمادة المجففة، وتعرض الأغذية المجففة لفقد في بعض مكوناتها من الفيتامينات، كما تتعرض إلى تغير اللون، كما تتعرض بعض المواد المجففة للفقد بسبب الحشرات والطيور عند التجفيف وتعرضها إلى الأتربة والندى مما يؤدى إلى تلفها. لذا تعد الأغذية المجففة شمسياً أقل جودة من المجففة صناعياً.

ويعد التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية من الطرائق القديمة التي ما تزال تتبع حتى وقتنا الحاضر في تجفيف العديد من الخضروات والفاكهة؛ فالحفاظ على المنتجات الزراعية من التلف أحد أكبر المشكلات التي تواجه البلدان النامية، وبسبب الافتقار أو عدم كفاية طرائق الحفاظ عليها، فإن كمية كبيرة من المنتجات الزراعية سوف تفسد، إضافة إلى تفاقم المشاكل بسبب تزايد الاحتياجات الغذائية لهذه البلدان ذات التعداد السكاني الكبير، لهذا يعتبر التجفيف إحدى الطرائق الرئيسية في حفظ الأغذية على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم .

- مبررات البحث:

نظراً لكون الفاصولياء الخضراء، موسمية الإنتاج، فإن إنتاجها يكون كبيراً ضمن فترة زمنية قصيرة، وغالباً ما يزيد الإنتاج عن الاستهلاك، ولما كانت المواد الغذائية ومنها الفاصولياء الخضراء تحتوي وهي بحالتها الطازجة على محتوى عالي من الرطوبة، الأمر الذي يجعل من هذه الخضار عرضة للتلف والفقد، لذا فإن إزالة الرطوبة منها عن طريق عملية التجفيف يضمن إمكانية حفظها من التلف لفترة زمنية طويلة، ومن هنا تنطلق أهمية العمل على

تطبيق تقنية التجفيف كأحد عمليات التصنيع الهامة لامتصاص جزء من فائض الإنتاج من الفاصولياء الخضراء وتحقيق التوازن بالأسعار، في تطبيق تقنية التجفيف وتحويلها إلى منتج يزيد من العائد الاقتصادي إضافة الى ندرة الأبحاث العلمية في هذا المجال.

- أهداف البحث :

I. دراسة تأثير المعاملات الأولية وطرائق التجفيف في خصائص التجفيف للفاصولياء الخضراء.

II. دراسة تأثير المعاملات الأولية وطرائق التجفيف في بعض خصائص الجودة للفاصولياء الخضراء (اللون، الطعم، الرائحة، محتواها من السكريات الكلية والحموضة الكلية).

III. دراسة تأثير المعاملات الأولية وطرائق التجفيف في بعض المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأكسدة.

الفصل الثاني

2- الدراسة المرجعية:

2-1- التصنيف العلمي لنبات الفاصولياء:

يوضح الجدول رقم (1) التصنيف العلمي لنبات الفاصولياء الخضراء وفق ما ذكره (بوراس، 1993).

جدول(1): التصنيف العلمي لنبات الفاصولياء الخضراء

النطاق	المملكة	الشعبة	الشعيبة	الرتبة	الفصيلة	الجنس	النوع
حقيقيات النوى	النباتات	البذريات	مستورات البذور	الفوليات Papilionoideae	البقولية Papilionaceae	*Phaseolus*	*Phaseolus vulgaris*

(بوراس، 1993)

2-2-الوصف النباتي :

الفاصولياء الخضراء نبات حولي ذو جذور وتدية تتعمق حوالي 50–80 سم عند اكتمال النمو، لا تكوّن الفاصولياء عقد جذرية، الساق عشبية تتخشب مع زيادة عمر النبات وهي إما محدودة النمو ينتهي الساق الأصلي بنورة كما هو الحال في الأصناف القصيرة؛ أو غير محدودة النمو كما هو الحال بالنسبة للأصناف المتسلقة. ويمكن التمييز بين أصناف الفاصولياء عن طريق الزوج الأول من الأوراق التي تظهر بعد الأوراق الفلقية .والتلقيح فى الفاصولياء ذاتي والزهرة خنثى، والأزهار بسيطة صغيرة بيضاء أو بنفسجية، وتنتشر حبوب اللقاح قبل تفتح الزهرة بحوالي 24 ساعة ويتم الإخصاب بعد 8–9 ساعات من التفتح، والثمرة على شكل قرن مستدير أو بيضوي أو مبطط (بوراس، 1993).

3-2- أصناف الفاصولياء الخضراء المنتشرة عالمياً:

إنّ عدد أصناف الفاصولياء الخضراء في العالم كبير، ولسهولة الدراسة يمكن ترتيب هذه الأصناف في مجموعات حسب الآتي (بوراس، 1993) :

1-حسب طول النبات:

-أصناف قصيرة : وكثير من هذه الأصناف مبكر في النضج.

-أصناف متوسطة الطول.

-أصناف طويلة (متسلقة) : وتكون هذه الأصناف غالباً متأخرة في النضج.

2-حسب لون القرون:

-أصناف ذات قرون خضراء.

-أصناف ذات قرون مبرقشة.

-أصناف ذات قرون شمعية صفراء : أصناف هذه المجموعة غير معروفة محلياً.

3-حسب الاستعمال:

-Snap Beans: أصناف تصلح لإنتاج القرون الخضراء.

-Green shell Beans: أصناف تصلح لإنتاج البذور الخضراء.

-Dry or Field Beans: أصناف تصلح لإنتاج البذور الجافة.

ونبين فيما يلي وصفاً مختصراً لبعض الأصناف المنتشرة في الزراعة المحلية:

الأصناف الأجنبية للفاصولياء الخضراء:

-الصنف كونتندر CONTENDER:

من أصناف الفاصولياء الخضراء القصيرة، مبكر نسبياً في النضج، القرون منحنية نوعاً، لحمية وذات مقطع مستدير وخالية من الألياف. البذور الجافة ذات لون بني فاتح مبرقش ، يزرع هذا الصنف للاستهلاك الأخضر فقط، كما أنه يصلح للحفظ بالتجميد ويتحمل الشحن .

- الصنف هارفستر Harvester:

من الأصناف القصيرة، مبكر في النضج. النبات كبير نسبياً ويحمل قرونه متجمعة وفي فترة قصيرة لذا يصلح للجمع الميكانيكي، القرون خضراء غضة مستقيمة طويلة نوعاً وخالية من الألياف وذات مقطع مستدير تقريباً، وهي تتحمل الشحن، بذوره الجافة بيضاء.

-الصنف كنتكي ووندر KENTUCKY WONDER:

من الأصناف المتسلقة، موسم النمو طويل، متأخر نسبياً في النضج. يزرع بشكل رئيسي لإنتاج القرون الخضراء، كما أنه يصلح لإنتاج البذور الخضراء أيضاً. القرون لحمية طويلة خضراء سميكة متعرجة وغير منتظمة الشكل وتحتوي على ألياف بنسبة متوسطة، وهي ذات جودة عالية إذا جمعت في طور مبكر، البذور الجافة ذات لون بني، كما توجد سلالة من هذا الصنف ذات بذور بيضاء.

- الصنف ملك البلجيك KING OF BELGIAN:

صنف قصير مبكر في النضج وهو واسع الانتشار في المناطق الساحلية، يصلح لإنتاج القرون الخضراء فقط لأن بذوره الجافة ذات لون أسود، مواصفاته التسويقية مرغوبة، إلا أنّ قرونه لا تخلو من الألياف، القرون غضة مستقيمة تقريباً وذات مقطع بيضاوي.

- الصنف تندر كروب TENDER CROP:

صنف قصير مبكر في النضج، القرون خضراء غضة مستقيمة تقريباً، وهو يزرع لإنتاج القرون الخضراء، البذور الجافة ذات لون بنفسجي ومبقعة بلون بني مصفر.

-الأصناف المحلية للفاصولياء الخضراء :

-**الصنف مكرسحة** : صنف قصير مبكر إلى متوسط التبكير في النضج ، غزير الإنتاج وهو مرغوب جداً في الأسواق. القرون خضراء منحنية قليلاً وخالية من الألياف وهي ذات مقطع مستدير، البذور ذات لون أسمر غامق، وهناك سلالة من هذا الصنف ذات بذور بيضاء وتصلح لإنتاج المحصول الجاف.

-**الصنف عيشة خانم** : توجد سلالتان من هذا الصنف الواحدة منهما نباتاتها متسلقة والأخرى ذات نباتات قصيرة، القرون سميكة وذات لون كريم مبرقش ببقع زهرية وكذلك البذور الجافة. وعند الرغبة في إنتاج البذور الخضراء، تحصد القرون عند اكتمال نضجها وقبل جفافها.

-**الصنف مالطية:** يشبه هذا الصنف كثيراً الصنف كنتكي ووندر الذي سبق ذكره وذلك بالنسبة لمواصفات النباتات والقرون. متأخر نسبياً في النضج، وهو ذو موسم قطاف طويل عالي المردود. مواصفات القرون التسويقية جيدة ومرغوبة.

-**الفاصولياء العريضة:** من الناحية النباتية فإنَّ أصناف الفاصولياء العريضة هي من نوع (Lima Bean) ويعرف الصنف المنتشر محلياً بأسماء مختلفة مثل : بيروتية أو حمانية أو الليما أو غيرهما. النباتات متسلقة كبيرة وسوقها ثخينة وقوية لذا تحتاج إلى تدعيمها بدعامات قوية ومرتفعة وهذا ما يجعل كثير من المزارعين يعرضون عن زراعتها. يزرع هذا الصنف من الفاصولياء محلياً لإنتاج البذور الجافة، كما يمكن استهلاك بذورها الخضراء. وهو يزرع في الأقطار الأوروبية لإنتاج القرون الخضراء، الحبوب الناضجة بيضاء رقيقة كبيرة الحجم. تحتاج نباتات هذا الصنف كبقية أصناف فاصولياء الليما إلى حرارة معتدلة ورطوبة عالية وموسم نمو طويل. وهذا الظروف أكثر ما تتوفر في المناطق الساحلية، وتؤدي الحرارة المرتفعة إلى تساقط أزهاره.

2-4-القيمة الغذائية للفاصولياء الخضراء:

يعد الماء، الكربوهيدرات، المعادن، الألياف، والفيتامينات من المركبات الأكثر أهمية في ثمار الخضروات والفاكهة. تحتوي الفاصولياء الخضراء على مجموعة من العناصر المعدنية الضرورية لجسم الإنسان، كما تتميز بمذاق جيد وتصلح لتحضير العديد من المواد الغذائية، تحتوي الفاصولياء الخضراء على البروتينات النباتية كما هو الحال في جميع البقوليات، وتحتوي أيضاً على نسبة من المواد كربوهيدراتية، كما تحتوي على مادة اللوتين وهي من المواد المضادة للأكسدة. يوجد في الفاصولياء بعض الفيتامينات نذكر منها فيتامين (A, B, C, E, K)، وهي غنية بالألياف الغذائية والمعادن مثل: الحديد، الكالسيوم، الفوسفور، المغنيزيوم، الزنك، البوتاسيوم، وبعض الأحماض مثل: حمض الإسكوربيك، وتساعد الفاصولياء في فقدان الوزن لاحتوائها على كمية منخفضة من الدهون، حيث يحتوي الكوب الواحد منها على أقل من 100 سعرة حرارية، لكنها في الوقت نفسه تحتوي على كميات كبيرة من البروتينات والألياف التي تعطي الشعور بالشبع لدى الإنسان (Fourie، 1996).

ويبين الجدول رقم (2) القيمة الغذائية لقرون الفاصولياء الخضراء.

جدول(2): القيمة الغذائية لقرون الفاصولياء الخضراء

القيمة الغذائية لكل (100غرام)	
الطاقة الغذائية	30 kcal
الكربوهيدرات	7.8 g
ألياف غذائية	3.7 g
البروتين	
بروتين	1.8 g
الدهون	
دهون	0.1 g
بعض الفيتامينات	
فيتامين C	17.9 mg
فيتامين E	0.5 mg
فيتامين B3	0.8 mg
فيتامين B2	0.1 mg
المعادن	
صوديوم	6.6 mg
فوسفور	41.8 mg
حديد	1.1 mg
مغنزيوم	27.5 mg

(بوراس، 1993)

2-5-مضادات الأكسدة:

توجد تعاريف مختلفة لمضادات الأكسدة منها: كوابح للجذور الحرة المتولدة خلال تفاعلات الأكسدة المخربة (Andallu و Varadacharyulu, 2003)، وتتصف مضادات الأكسدة بقدرتها على منح بروتون (H^+) للجذور الحرة فُترجع إلى مركبات ثابتة في حين تتحول مضادات الأكسدة إلى جذور غير فعالة (Gordon، 2001). ويمكن القول عن مضادات الأكسدة بأنها تشكل حاجزاً يثبط أو يؤخر الأكسدة في الأنظمة الخلوية، وذلك عن طريق كبح أو وقف استمرار سلاسل تفاعلات الأكسدة، التي تعطي الجذور الحرة المعروفة بنشاطها وفعاليتها داخل النسج (Chatterjee وزملاؤه,2007)، كما تعرف مضادات الأكسدة بأنها تلك المركبات المستخدمة في حفظ الغذاء عن طريق تأخير فساده أو تزنخه أو تغير لونه نتيجة الأكسدة (Gueye، 2007).

ومن الناحية التغذوية تعرف مضادات الأكسدة بأنها تلك المركبات التي تضاف إلى الغذاء بتراكيز منخفضة، بحيث تمنع أو تعيق أكسدة بعض المركبات الحيوية مثل الدهون والكربوهيدرات (Boynton وزملاؤه، 2006). توجد هذه المركبات بصورة طبيعية في الأغذية ومنتجاتها، أو تضاف أثناء تصنيع المواد الغذائية، ولا يقتصر دور مضادات الأكسدة في المحافظة على جودة الأغذية فقط بل يمتد دورها إلى إطالة الفترة التخزينية للأغذية، وكذلك تقلل من الفاقد من المواد الغذائية والفاقد من القيمة التغذوية.

وتقسم مضادات الأكسدة إلى:

1- طبيعية وتشمل (مضادات أكسدة إنزيمية، مضادات أكسدة لا إنزيمية). ويبين الجدول رقم (3) أنواع مضادات الأكسدة الطبيعية وأماكن تواجدها وطريقة عملها.

2- صناعية مثل (بوتيل هيدروكسي الأنيسول BHA وبوتيل هيدروكسي التولوينBHT).

الجدول (3): أنواع مضادات الأكسدة الطبيعية وطريقة عمله

مضادات الأكسدة الإنزيمية	فوق أوكسيد الديسموتاز Superoxide dismutase SOD	ويحتوي جزيء الإنزيم إمّا على المنغنيز مع الحديد، أو النحاس مع الزنك، أو النيكل فقط.
	الكاتالاز Catalase	الحاوي على عنصر الحديد
	الغلوتاثيون بيروكسيداز Glutathione peroxidase	الحاوي على عنصر السيلينيوم
مضادات الأكسدة اللا إنزيمية	فيتامين A وطليعته (البيتا كاروتين)	وله دور فعال في محاربة سرطان البروستات ، ويتواجد في كل من الأطعمة ذات اللون الأحمر، البرتقالي، الأصفر الغامق وبعض الأطعمة الخضراء الداكنة، ومن أهم الأغذيةِ الغنيّةِ به المشمشُ، والجزرُ، والخوخُ.
	فيتامين C	يُعزز جهاز المناعة ويحمي من الالتهابات، كما يعمل على تصنيع الكولاجين، ويساعد في امتصاص الحديد والفولات، يتواجد في كل من البرتقال والليمون وغيرها من الحمضيات إضافة الى الفليفلة الحلوة والفاصولياء الخضراء.
	فيتامين E	يُساعد في منع أكسدة الكوليسترول الضار LDL الذي يُسبب تراكم الترُسبات في الشرايين، يوجد في كل من المكسرات، والبذور، والخضار الورقية والفاصولياء الخضراء.
	عنصر السيلينيوم والزنك	ويوجد في الأسماكِ كالسلمون والتونة، وغيرها من المأكولاتِ البحريةِ والفاصولياء والمكسرات.
	بعض المواد الكيميائية النباتية	مثل الفلافونيدات ،البوليفينولات، الأنثوسيانينات، الكاتشينات، حمض الإيلاجيك، اللوتين، الليكوبين، والريسفيراترول.

(Chatterjee وزملاؤه، 2007)

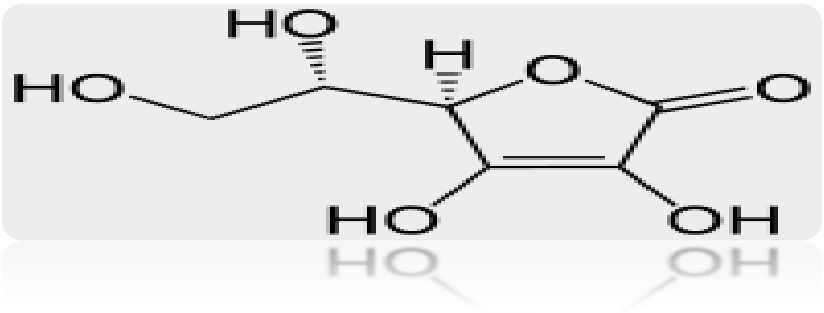
2-6-المركبات الفعالة بيولوجياً في قرون الفاصولياء الخضراء:

شرحت دراسات عديدة وجود علاقة عكسية ما بين استهلاك الخضروات والفاكهة وانخفاض نسبة الإصابة بأمراض القلب والمفاصل (Beattie وزملاؤه، 2005)، حيث وجد أن تناول كميات جيدة من الخضروات والفاكهة يترافق بتقليل مخاطر الإصابة بالجلطات وأمراض القلب والسكري والسرطان، كما يحسن وظيفة الجهاز المناعي، ويعود هذا التأثير الواقي وفقاً للدراسات إلى وجود مركبات تمتلك خواص مضادة للأكسدة (Pietta, 2000).

تعد البقوليات ومنها ثمار الفاصولياء والبازلاء الخضراء وغيرها مصدراً هاماً لمضادات الأكسدة والتي من أهمها المركبات الفينولية وفيتامين C، والتي تعد هامة لصحة الإنسان، كما تملك هذه المركبات تأثيرات مضادة للالتهاب والبكتريا والفيروسات وتنظم ضغط الدم، إضافة لتأثيرها المنشط للخلية (Halphin و Lee، 1987).

2-7- فيتامين C:

يعد فيتامين C مضاد أكسدة ذواب في الماء غير مستقر، ويتأكسد بسهولة، ويمكن أن يتحطم بوجود أوكسجين الهواء والأوساط القلوية ودرجات الحرارة العالية (Klopotek وزملاؤه، 2005)، وهو ذو تركيب مشابه للكربوهيدرات سداسية الكربون، ويوضح الشكل(1) الصيغة الكيميائية لفيتامين Cحسب(Gardèse- Albert وزملاؤه، 2003)

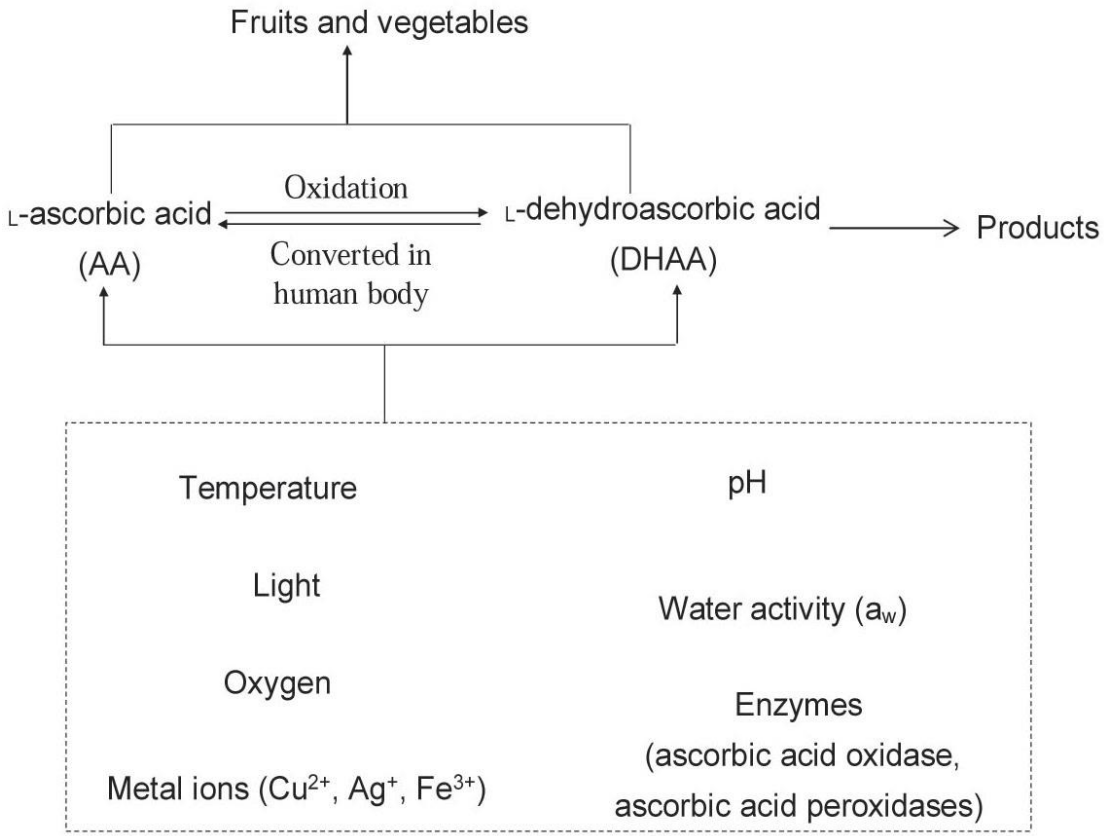


الشكل(1): الصيغة الكيميائية لفيتامين C (ascorbic acid)

ويساهم فيتامين C في كثير من التفاعلات التأكسدية، فيجعل جدر الأوعية الدموية قليلة النفاذية للكوليسترول مما يقلل من احتمال الإصابة بالتصلب العصيدي، كما يسهم في تخريب الجذور الحّرة، تحويل الدوبامين إلى نورأدرينالين، ينشط امتصاص الحديد في الأمعاء، يزيد مناعة الجسم وينشط الوظائف الكظرية (Bai وزملاؤه، 2013).

يعتبر فيتامين C من الفيتامينات الأقل استقراراً بين جميع أنواع الفيتامينات حيث يتفكك بسهولة أثناء المعالجة والتخزين اعتماداً على العديد من المتغيرات مثل الرقم الهيدروجيني (Munyaka وزملاؤه، 2010; Wechtersbach وزملاؤه، 2011) ودرجة الحرارة (Rattanathanalerk وزملاؤه، 2005) والفعل الإنزيمي (Munyaka وزملاؤه، 2010) والضوء (Noichinda وزملاؤه، 2007) وبوجود الأوكسجين

(Martínez-Sánchez وزملاؤه، 2011) وبيروكسيد الهيدروجين (Özkan وزملاؤه، 2004).



الشكل(2):آلية تدهور فيتامين C والعوامل المؤثرة فيه

وتعزى الاختلافات في مستويات فيتامين C بين الدراسات إلى اختلاف الصنف والظروف البيئية والمناخية ودرجة النضج، وأيضاً اختلاف طريقة تحضير العينة للتحليل ونسبة الرطوبة المتبقية في المادة المجففة (Yeung و Laquatra، 2003).

2-8- علاقة فيتامين C بالنشاط المضاد للأكسدة:

يعتبر فيتامين C من أهم مضادات الأكسدة المعروفة ومن أشدها فعالية وأقلها سمية وهو من الفيتامينات الذائبة في الماء، ويوجد في عدة أغشية وفي البلازما إذ يبلغ تركيزه الطبيعي نحو 60 ميكرو مول/ليتر. إنّ أهميته تأتي من تفاعله مع ال (ROS) Reactive Oxygen Species) ويتأكسد خلال مرحلة وسيطة معطياً جذراً حراً يدعى (جذر الإسكوربيل) ويعاد اختزاله بفعل أنزيم ديهايدرو–اسكوربيت رديكتيز (Klopotek وزملاؤه، 2005).

كما أوضح (Klopotek وزملاؤه، 2005) امتلاك فيتامين C نشاطاً عالياً مضاداً للأكسدة من خلال كبحه الجذور الحرة مانعاً حدوث الأكسدة، وتختلف نسبة مساهمة فيتامين C في النشاط المضاد للأكسدة حسب نوع المادة المدروسة ، فقد وجد (Zhang و Hamauzu، 2004) علاقة ارتباط قوية بينه وبين النشاط المضاد للأكسدة في ثمار البروكلي الخضراء تصل إلى (66 %).

2-9–تأثير درجات الحرارة في فيتامين C:

يعتبر فيتامين C حساساً للشروط المستخدمة أثناء التجفيف لأنه ذواب في الماء وحساس للحرارة وسهل الأكسدة (Latapi و Barrett، 2006) فيقلل التجفيف من محتواه (Lewiciki وزملاؤه، 2002)، إذ يسبب التجفيف باستخدام الفرن ضرراً تأكسدياً في المنتج يظهر على شكل فقد في فيتامين C (Giovanelli وزملاؤه، 2002). كما يرتبط تحطم فيتامين C بالحساسية للحرارة وشدة الأكسدة (Hidalog و Pompei, 2000) فينخفض بتأثير الحرارة وكلما انخفضت درجة الحرارة كان الاحتفاظ به أفضل (Sahlin وزملاؤه، 2004) حيث تعتبر درجة الحرارة 42مْ أفضل درجة حرارة لتجفيف البندورة لأنها تعطي نسبة أعلى من فيتامين C (Toor وزملاؤه، 2006).

2-10- النشاط المضاد للأكسدة:

يتأثر النشاط المضاد للأكسدة بالعديد من العوامل مثل الحرارة والأكسجين والدهون ومكونات الغذاء الأخرى، كما يتعلق أيضاً بتركيب وتركيز المركبات المضادة للأكسدة الموجودة في المادة الغذائية، حيث يزداد النشاط المضاد للأكسدة بزيادة تركيز تلك المركبات (Bruijn وزملاؤه، 2008)، وتعد الفينولات الكلية المساهم الأكبر في النشاط المضاد للأكسدة (Karadenuz وزملاؤه، 2005).

توجد عدة طرائق لتقدير النشاط المضاد للأكسدة، وتستخدم عادة أكثر من طريقة لتقدير النشاط المضاد للأكسدة، لأنه لا توجد طريقة واحدة تعكس بدقة الفعالية المضادة للأكسدة (Seeram وزملاؤه، 2008)، من أبسطها وأهمها تلك الطريقة التي تستخدم جهاز المطياف الضوئي ونذكر منها قياس النشاط الكابح للجذور الحرة باستخدام طريقة (DPPH).

2-11- المركبات الفينولية :

هي عائلة كبيرة ومتنوعة من المركبات الطبيعية واسعة الانتشار في المملكة النباتية، وتعد مسؤولة عن الوظائف الأساسية لنمو النباتات، حيث تقوم بدور الحماية ضد الأمراض الجرثومية والطفيلية والفيروسية عند النبات(Ruangchakpet و Sajjaanantakul، 2007).

ولها الدور الأبرز في المساعدة على الوقاية من العديد من الأمراض، وفي مقدمتها السرطان والتهاب المفاصل والروماتيزم وأمراض القلب الوعائية عند الإنسان (Manach وزملاؤه، 2004).

وتظهر الدراسات وجود أكثر من 8000 نوع من المركبات الفينولية، وتتركب الفينولات عادة من حلقة عطرية تتصل بها مجموعة هيدروكسيل واحدة على الأقل، وتبعاً لعدد مجموعات الهيدروكسيل الموجودة أو المرتبطة مع حلقة البنزن.

ومعظم الفينولات قد توجد حرة داخل خلايا النبات وقد تكون مرتبطة في صورة غليكوزيد أو في صورة استر سكري، حيث تبقى في الفجوات العصارية للخلايا وتنفرد حين الحاجة إليها(Vattem وزملاؤه، 2005).

يعود التأثير الوقائي للفينولات إلى كونها تتمتع بصفات مضادات للأكسدة قوية، فهي تقوم بعملها من خلال تثبيط عمل الجذور الحرة بمنحها ذرة هيدروجين أو إلكترون(Kahknen وزملاؤه، 2003).

توجد الفينولات بأشكال متنوعة في الخضروات والفاكهة، وتعد الثمار الملونة مصدراً جيداً للمركبات الفينولية (Cieslik وزملاؤه، 2006).

2-12- علاقة المركبات الفينولية بالنشاط المضاد للأكسدة:

ازداد الاهتمام مؤخراً بالمركبات الفينولية والتي يبدي معظمها نشاطاً قوياً مضاداً للأكسدة إذا ما قورن بفيتامين C و E (Guo وزملاؤه، 2003). يعتمد النشاط المضاد للأكسدة للمركبات الفينولية على خواصها المرجعة كمانحات للهيدروجين، وعموماً فإن نشاطها مبني على عدد ومواقع مجموعات الهيدروكسيل إضافة إلى وجود أكثر من رابطة مضاعفة(2-3) وإلى وجود مجموعات وظيفية خارجية (Rice-Evans وزملاؤه، 1995).

بينَ(Li وزملاؤه، 2011) أنَ علاقة الارتباط بين الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في بعض أصناف العناب الصيني(*Zizyphus jujuba cultivars*) قوية (R^2=0.98)

2-13- الفلافونيدات:

الفلافونيدات عبارة عن مركبات نباتية من عائلة عديدات الفينول، تملك بنيات كيميائية مختلفة وقد حضيت حديثاً باهتمام كبير، نظراً لكونها تساهم في الدفاع المضاد للأكسدة الخلوي وذلك بوقايتها من الإصابة بالعديد من الأمراض المزمنة الناجمة عن الإجهاد التأكسدي (Murota و Terao، 2003; Gupta وزملاؤه، 2000).

تقوم الفلافونيدات بالتأثير المضاد للأكسدة عن طريق تثبيط الإنزيمات أو التقاط بقايا المعادن المنتجة للجذور الحرة و/أو تحريض الإنزيمات الدفاعية المضادة للأكسدة (Montoro وزملاؤه، 2005)، بالإضافة إلى النشاط المضاد للأكسدة تمتلك الفلافونيدات العديد من النشاطات البيولوجية الأخرى كمضادات للبكتريا والفيروسات والالتهابات والسرطان والحساسية (Di Carlo وزملاؤه، 1999 ; Havsteen، 1983).

2-14-علاقة الفلافونيدات بالنشاط المضاد للأكسدة:

إن كمية الفلافونيدات وعديدات الفينول المضادة للأكسدة المتواجدة في الأطعمة ذات الأصل النباتي خصوصاً في الخضروات والفاكهة والشاي والخمر تعتبر عالية جداً مقارنة بكمية مضادات الأكسدة الأخرى الموجودة في هذه الأطعمة مثل فيتامين E وفيتامين C (Lotito و Frei، 2004; Aaby وزملاؤه، 2005)، كما أن استهلاك الأغذية الغنية بالفلافونيدات خصوصاً الخضروات والفاكهة يخفض من نسبة الإصابة بأمراض القلب، السرطان وأمراض مزمنة أخرى (Riboli و Norat، 2003 ; Bosetti وزملاؤه، 2005; Peterson وزملاؤه، 2003).

ويعود التأثير الواقي من الأمراض إلى تأثيرها المضاد للأكسدة، حيث تمارس الفلافونيدات هذه الآلية عن طريق تثبيط إنتاج الجذور الحرة أو التقاط بقايا الأيونات المعدنية المسؤولة عن إنتاج ROS (Reactive Oxygen Species) أو إزاحة الجذور الحرة، أو عن طريق حماية وزيادة تنظيم الأنظمة الدفاعية المضادة للأكسدة (Van Acker وزملاؤه، 1996).

تقوم الفلافونيدات Flavon-OH بإرجاع الجذور الأكسجينية(R^-) مثل O_2 و peroxyl و alkoxyl وجذر الهيدروكسيل وذلك بنقل الهيدروجين عبر التفاعل التالي:

$$Flav{-}OH + R^{-} \longrightarrow Flav{-}O^{-} + RH$$

وبإمكان جذر Flavonoxy(Flav-O^{-}) الناتج التفاعل مع جذر آخر لإنتاج بنية كوينون مستقرة (Pietta، 2000).

2-15- تجفيف الثمار :

يعتبر التجفيف من أقدم الطرائق التي استخدمها الإنسان في حفظ الأغذية، ويكمن الجوهر الأساسي للتجفيف في تخفيض محتوى رطوبة الثمار إلى المستوى الذي يمنع الفساد ضمن فترة محدودة من الزمن (Doymaz، 2004؛ Annamalai وزملاؤه، 2011)، ويسمح بتخزين آمن لفترة زمنية طوي (Jairaj وزملاؤه، 2009؛ Ramaswamyو Marcotte، 2006؛ Ekedukuwa وNorton، 1999) عن طريق خفض سرعة التفاعلات الحاصلة ومنع الأحياء الدقيقة من النمو (Mahmutoglu وزملاؤه، 1996).

2-16- تعريف التجفيف:

من الناحية الكيميائية : يعرف التجفيف من الناحية الكيميائية البحتة بأنه عبارة عن معاملة المادة الرطبة بطريقة مناسبة لفصل ما تحتويه من رطوبة عن الجزء الجاف، والطرائق إلى ذلك عديدة منها (الترسيب الكيمائي – الامتصاص – التبخير – الطرد المركزي – تحليل الماء إلى أكسجين وهيدروجين) (موصللي، 2001).

أما من ناحية الصناعات الغذائية : يعرف التجفيف بأنه عبارة عن خفض ما تحتويه المادة الغذائية من رطوبة لرفع تركيز المواد الصلبة بالقدر الكافي لتثبيط عوامل الفساد (ميكروبات – إنزيمات – تفاعلات كيميائية) مع المحافظة على أكبر قدر ممكن من خصائص المادة الطبيعية والكيميائية والحيوية. وتختلف درجة الحرارة والرطوبة النسبية في تجفيف الفاكهة والخضروات إذ تتراوح في الفاكهة بين١٠-٢٤ ساعة وفي الخضروات بين ٦-١٠ ساعات ويرجع طول المدة التي تتطلبها الفاكهة لتجفيفها إلى ارتفاع نسبة السكر بها مما يعوق خروج وبطء التبخير. كما يتم خفض نسبة الرطوبة في الفاكهة إلى (15– 22)% وفي الخضروات إلى(4–6)%.

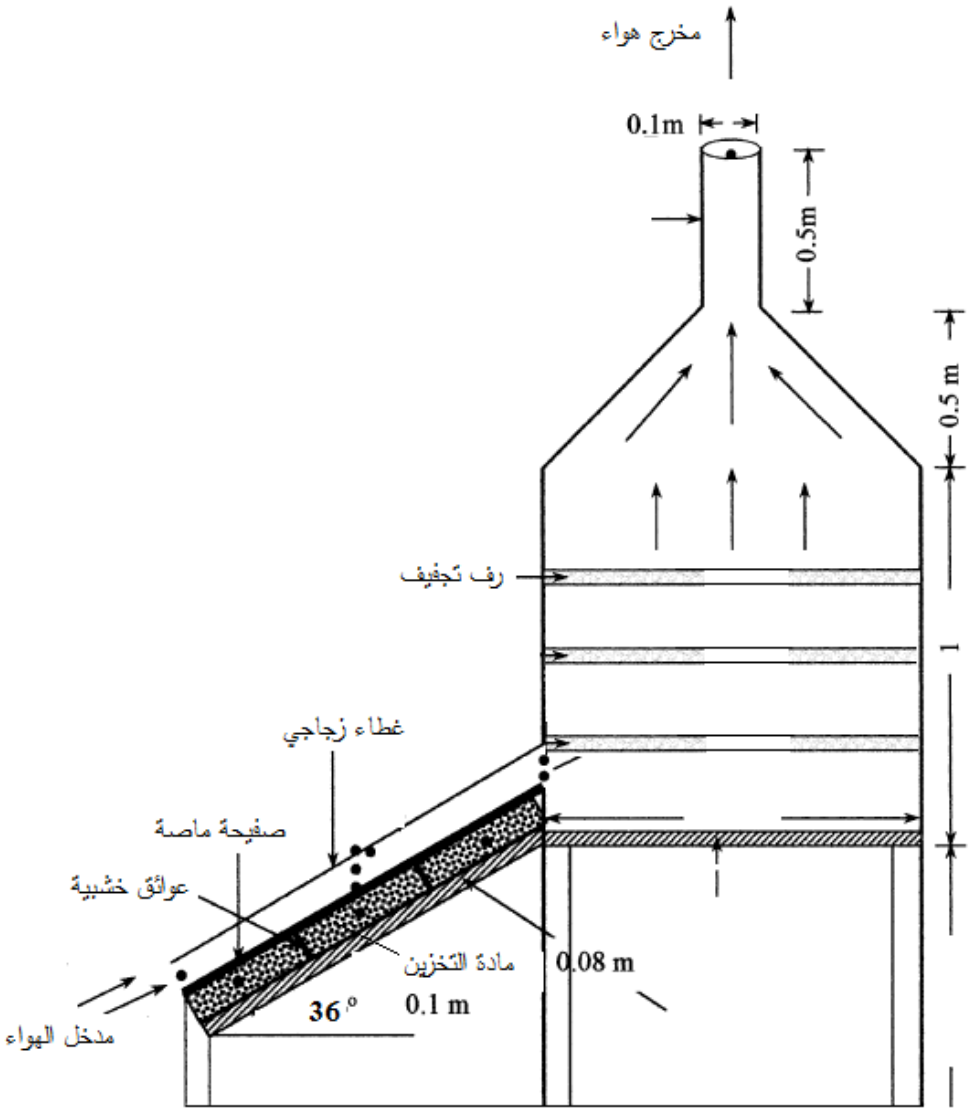
أي أن عامل الحفظ في التجفيف عموماً هو خفض درجة الرطوبة إلى الحد الذي يثبط نشاط الأحياء الدقيقة والإنزيمات ويقلل التفاعلات الكيميائية التي تؤدي للفساد. ويشترط في المادة الغذائية الجافة سرعة تشربها بالماء عند نقعها فيه مسترجعة أكبر قدر ممكن عملياً من صفات المادة الغذائية الطازجة (Mujumdar، 2006).

2-17-طرائق التجفيف:

هناك عدّة أنواع من المجففات نذكر منها:

2-17-1-التجفيف الشمسي غير المباشر (باستخدام المجفف الشمسي الصناعي):

وتشبه التجفيف الشمسي المباشر غير أنها أفضل. وفي هذه الطريقة تبقى عملية التجفيف معتمدة على حالة الجو ولكن يتم تركيز أشعة الشمس بوساطة المجمع الشمسي مما ينتج عنه درجات حرارة أعلى، الأمر الذي يقلل من الفترة اللازمة للتجفيف، وكلما كانت فترة التجفيف أقصر قلت فرص تمكن الكائنات الدقيقة لإتلاف المادة الغذائية. ويتكون المجفف الشمسي مع مادة تخزين حراري بشكل أساسي من سخان هوائي solar air heater يتكون من لوح مسطح ماص للإشعاع الشمسي ومن غرفة تجفيف تحتوي على رفوف، توضع عليها شباك معدنية مثقبة وهذه الشباك قابلة للسحب والخروج من مكانها، كما يحتوي على منافذ لدخول وخروج الهواء، يعمل اللوح الماص على تزويد غرفة التجفيف بالهواء الساخن المطلوب، ويضاف إلى اللوح المسطح الماص طبقة من الحجر الأسود الماص للحرارة، الشكل (6).



الشكل (3): المجفف شمسي مع مادة التخزين حراري.

2-17-2- التجفيف بالهواء الساخن:

من أكثر طرائق التجفيف الصناعية انتشاراً، بحيث يمكن التحكم بظروف عملية التجفيف من حرارة ورطوبة عن طريق وضع المادة الغذائية في أطباق على حوامل خاصة ويمرر على الأطباق تيار هوائي ساخن حتى جفاف المادة الغذائية (Devahastin وزملاؤه، 2004). كما أنها طريقة عملية وفعالة ورخيصة في عملية التجفيف (Vega-Galvez وزملاؤه، 2009).

2-17-3-التجفيف تحت التفريغ:

يتكون المجفف من أربعة أجزاء رئيسية (عبد الفتاح، 2015):

١-غرفة تفريغ ذات بناء محكم يتحمل الفرق الكبير في الضغط الداخلي والخارجي حولها وسيلة لإحداث التفريغ والمحافظة عليه.

٢-مصدر للإمداد بالحرارة.

٣-وسيلة لإستبعاد بخار الماء بمجرد خروجه من الغذاء.

٤-غرفة التفريغ تحتوي عادة على رفوف أو حوامل يوضع عليها الغذاء، هذه الرفوف يتم تسخينها كهربائياً أو من خلال سائل ساخن يمر بداخلها وتنتقل الحرارة إلى الغذاء عن طريق التلامس بالتوصيل، كما أن كل رف يشع الحرارة إلى الغذاء الموجود على الرف الذي يوجد أسفله، بالإضافة إلى ذلك يمكن استخدام مصدر إشعاعي آخر خاص مثل الأشعة تحت الحمراء يتم توجيهه نحو الغذاء لزيادة كمية الحرارة المنتقلة إليه.

2-18- معاملات ما قبل التجفيف:

من أهم طرائق المعالجة الأولية للخضروات قبل تجفيفها ما يلي: المعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت، السلق، المعاملة بمحاليل ميتا باي سلفيت الصوديوم أو البوتاسيوم، بيكربونات الصوديوم (Troftgruben، 1997).

2-18-1- المعاملة بالسلق بالماء المغلي:

تعد عملية سلق الفاصولياء الخضراء قبل التجفيف من الخطوات المهمة، حيث لوحظ أن جودة الخضروات المسلوقة والمجففة (من ناحية المظهر، النكهة) المعدة للتخزين كانت أفضل من الخضروات غير المسلوقة (Troftgruben، 1997).

ويعرف السلق بأنه معاملة الخضروات المجهزة بالماء الساخن أو بخار الماء أو المايكرويف. ولعملية السلق التي تسبق تجفيف الخضروات فوائداً كثيرة، حيث تعمل على إزالة الطعم الغض للخضروات الغير قابلة للاستهلاك المباشر كالفاصولياء والبازلاء، وتزيل جزئياً المواد المخاطية في بعض الخضروات كالباميا‌ء وتخفف الحمولة الجرثومية بشكل كبير، كما تعمل على إزالة الطبقة الشمعية لبعض الخضروات وإظهار اللون الطبيعي لها وتقضي جزئياً على النشاط الإنزيمي وخاصة الإنزيمات المؤكسدة التي تؤدي إلى تغيرات في الطعم واللون ويفضل استعمال بخار الماء في السلق بدلاً من الماء المغلي، حيث وجد أن نسبة التلف في حمض الإسكوربيك باستعمال السلق بالبخار لا يتجاوز نصف التلف الحاصل باستخدام الماء الحار (Silva وزملاؤه، 2007).

أجريت دراسة على ثمار الفاصولياء الخضراء تم سلقها على درجات حرارة مختلفة ولفترات مختلفة وتمّ حفظها فيما بعد على درجة حرارة (-٢٣°م) لمدة ثلاثة أشهر، وجد فيها أن نشاط أنزيم البيروكسيداز والكاتالاز قد انخفض أو بقي ثابتاً، بينما ازداد نشاط أنزيم الليبوأوكسجيناز خلال فترة التخزين وخاصة عند تطبيق درجة حرارة سلق منخفضة ولفترة طويلة (Halphin و Lee، 1987).

كما أكد (Lavelli وزملاؤه، 2007) أنّ المحتوى من كاروتين A وكاروتين B واللوتين في عينات الجزر المسلوقة (51%،76%،87%) كان أعلى من العينات غير المسلوقة وذلك بسبب تعطيل نشاط إنزيمي البيروكسيداز والليبوكسيداز.

وأوضح (Doymaz، 2015) في دراسته عن تجفيف حبوب الفاصولياء (Kidney beans seeds) أنّ لمعاملة السلق بالماء المغلي على درجة حرارة 80°م لمدة دقيقة تأثير إيجابي في نسبة التجفيف حيث ازدادت بمعدل (10-20%).

2-18-2- المعاملة بالسلق بوجود مادة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم:

تستخدم المعاملة بالكبريت بشكل واسع في تحضير الأغذية لخفض الإسمرار الإنزيمي أثناء التجفيف ومنع فقدان جودتها خلال عمليات التصنيع والتخزين (Miranda وزملاؤه، 2009).

وتستخدم عادة بشكل غاز ثاني أكسيد الكبريت أو أملاح الكبريت قليلة الذوبان في الماء مثل ميتا باي سلفيت الصوديوم ($Na_2S_2O_5$)، ميتا باي سلفيت البوتاسيوم ($K_2S_2O_5$) ويعمل الكبريت كمضاد أكسدة في الوقاية من فقدان حمض الإسكوربيك وحماية الدهون والزيوت الأساسية والكاروتينات ضد التدهور التأكسدي أثناء المعالجة، كما أنّ لها مزايا في الحفاظ على اللون ومنع التلف والحفاظ على القيمة الغذائية للثمار(Mujumdar، 2006).

وتستخدم المعالجة بمحلول ميتا باي سلفيت بشكل واسع لتحسين جودة الخضروات والفاكهة (اللون، نسبة اعادة التشرب والمحتوى من بيتا كاروتين و....الخ) مثل الجزر، البطاطا، البندورة، التفاح ،المشمش والموز(Krokida وزملاؤه، 2000 ;Latapi وBarrett، 2006 ;Mir وزملاؤه، 2009).

كما بينَّ (Kingsly وزملاؤه، 2007) في دراسته عن تجفيف الخوخ أنّ لمعاملة الخوخ بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز(1%) زاد من نسبة التجفيف بمعدل (12.5–14.3%) مقارنة مع العينات غير معاملة.

ولاحظ (Mir وزملاؤه، 2009) أنّ لمعاملة المشمش بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم كان له أثر ملحوظ في الاحتفاظ بنسبة أعلى من حمض الإسكوربيك والكاروتينات.

الفصل الثالث

3-مواد وطرائق البحث :

3-1-مواد البحث:

تمّ اختيار قرون الفاصولياء الخضراء من الصنف البلدي وبواقع 13 كغ كمادة أولية للبحث. تمَّ شراء قرون الفاصولياء الخضراء (*Phaseolus vulgaris*) من السوق المحلية لمدينة دمشق في شهري تموز وآب خلال الموسم 2018 م، ثمّ نُقلت إلى المخبر لإعدادها وحفظها بطريقة التجفيف الشمسي غير مباشر والتجفيف تحت التفريغ والتجفيف بالهواء الساخن.

3-2-طرائق البحث :

فُرشت قرون الفاصولياء الخضراء الطازجة على صينية وتمت عملية الفرز اليدوي، حيث استبعدت قرون الفاصولياء التالفة والمصابة حشرياً وغير مكتملة النضج، ومن ثم قُسمت الكمية المتبقية إلى ثلاثة أقسام :

-القسم الأول :

أُجريت عملية غسيل لقرون الفاصولياء الخضراء بالماء النظيف، ثمّ قُطعت إلى شرائح بطول 4 سم، ثمّ سُلقت بالماء العادي لمدة 3 دقائق، ثم بُردت بالماء الفاتر لمدة دقيقة واحدة، أُزيل الماء الزائد باستخدام مصفاة من (المعدن غير القابل للصدأ)، ثمِّ جُففت وفق الطرائق المتبعة (التجفيف الشمسي باستخدام المجفف شمسي مع مادة التخزين الحراري-التجفيف بالهواء الساخن-التجفيف تحت التفريغ).

وبعد انتهاء عملية التجفيف والوصول إلى ثبات الوزن ومحتوى رطوبي لايزيد عن 11% حُفظت العينات في أكياس من البولي ايتلين على درجة حرارة الغرفة لحين إجراء التحاليل الكيميائية عليها.

-القسم الثاني:

غُسلت قرون الفاصولياء الخضراء بالماء النظيف، ثمّ قُطعت إلى شرائح بطول 4 سم ثم أُجريت عملية سلق بالماء الحاوي على مادة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.3%) لمدة 3 دقائق ثمّ بُردت بالماء الفاتر لمدة دقيقة واحدة وأُزيل الماء الزائد باستخدام مصفاة من الستانلس ستيل.

جُففت العينات وفق الطرائق المتبعة في البحث (التجفيف الشمسي باستخدام المجفف الشمسي مع مادة التخزين الحراري–التجفيف بالهواء الساخن–التجفيف تحت التفريغ).

وبعد الوصول إلى ثبات الوزن ورطوبة لاتزيد عن 11% حُفظت العينات في أكياس من البولي ايتلين على درجة حرارة الغرفة وفي الظل لحين إجراء التحاليل الكيميائية عليها.

–القسم الثالث:

غُسلت قرون الفاصولياء الخضراء بالماء النظيف، ثمّ قُطعت الثمار إلى شرائح بطول 4 سم وجُففت العينات بالطرائق الثلاث المتبعة في البحث (التجفيف الشمسي باستخدام المجفف الشمسي مع مادة التخزين الحراري–التجفيف بالهواء الساخن–التجفيف تحت التفريغ) وبعد وصول الثمار إلى ثبات الوزن ورطوبة لاتزيد عن 11% حُفظت العينات في أكياس من البولي ايتلين على درجة حرارة الغرفة وفي الظل لحين إجراء التحاليل الكيميائية عليها.

تمت عملية التجفيف في هذه الدراسة وفق ثلاث طرائق:

1–طريقة التجفيف الشمسي غير المباشر:

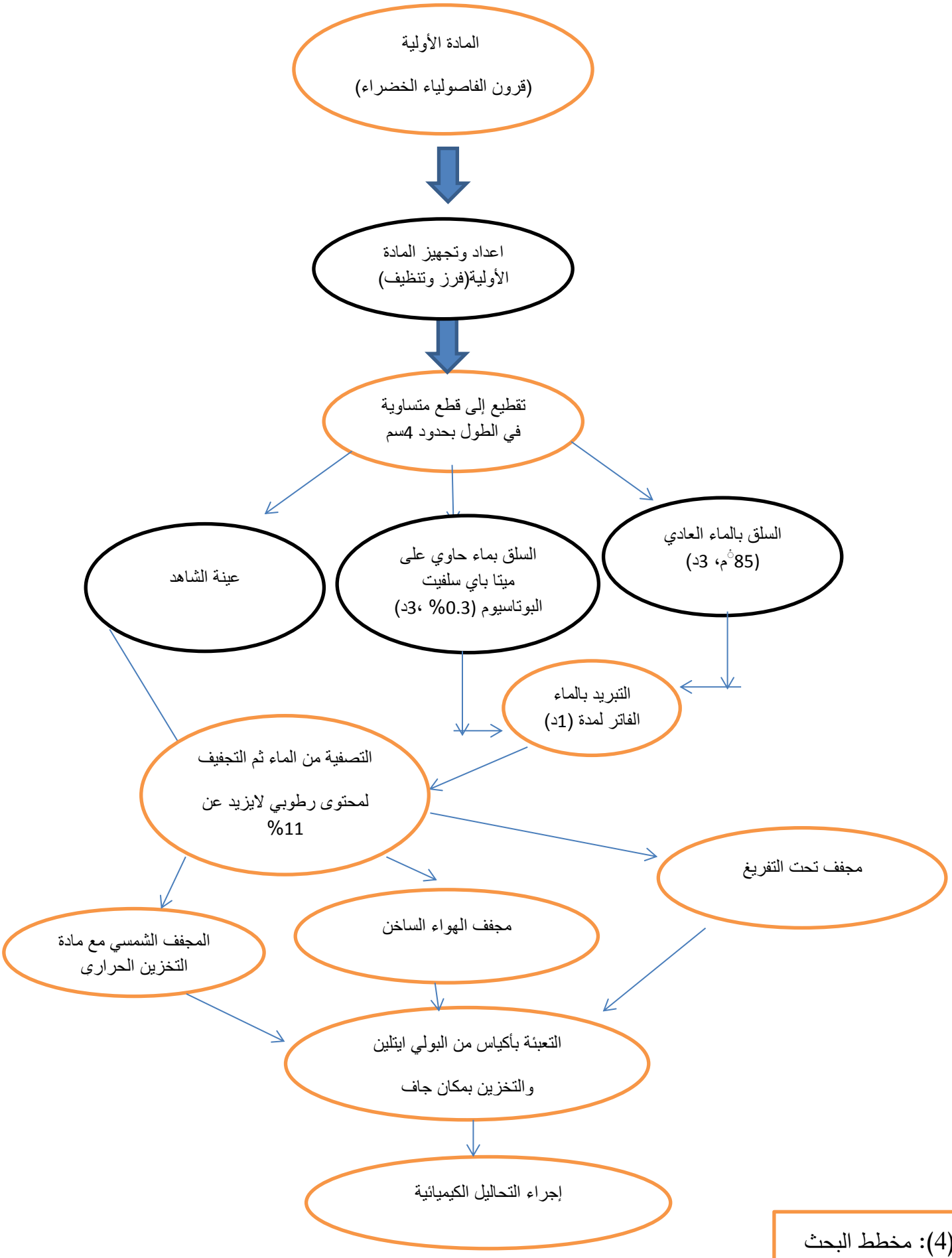
تمت عملية التجفيف بوضع قرون الفاصولياء الخضراء على صواني التجفيف واستمرت عملية التجفيف حتى ثبات الوزن (رطوبة نهائية لاتزيد عن 11%)، واستغرقت حوالي (3–4) أيام.

2-طريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن:

جُففت قرون الفاصولياء الخضراء باستخدام مجفف الهواء الساخن عند درجة حرارة 60°م حيث وضعت على صواني التجفيف وجُففت حتى ثبات الوزن (رطوبة نهائية 6-9%) واستمرت عملية التجفيف لمدة 9-11 ساعة تقريباً.

3-طريقة التجفيف بالفرن تحت التفريغ :

جُففت قرون الفاصولياء الخضراء في فرن التجفيف تحت التفريغ عند درجة حرارة 60°م، وضغط 30 باسكال، حيث وضعت على صواني للتجفيف وجُففت حتى ثبات الوزن (رطوبة نهائية لاتزيد عن 11%) واستمرت عملية التجفيف حوالي 12 ساعة تقريباً.



الشكل (4): مخطط البحث

3-3-الاختبارات الكيميائية:

3-3-1تقدير الرطوبة:

قُدرت الرطوبة بالتجفيف على درجة حرارة 105°م حتى ثبات الوزن حسب (AOAC، 2004).

3-3-2الحموضة:

قُدرت الحموضة بالمعايرة بمحلول ماءات الصوديوم (N0.1) بوجود مشعر فينول فتالئين حسب (AOAC، 2004) وحُسبت النسبة المئوية للحموضة على أساس حمض الماليك.

3-3-3 رقم الـ pH :

قيس رقم الـ pH باستعمال جهاز كهربائي مخبري pH meter وهوهي أداة إلكترونية تستعمل لقياس الأسّ الهيدروجيني) درجة الحموضة أو القاعديّة لسائل معيّن. عادة ما يتكون من قطب خاص (قطب زجاجي)متصل بمقياس إلكتروني يقيس ويعرض رقم الأس الهيدروجيني

3-3-4 تقدير السكريات الكلية :

قُدرت السكريات بطريقة Lane and Enyon حسب (AOAC، 2004).

3-3-5 حساب نسبة الاسترجاع(درجة التشرب):

حُسبت نسبة الاسترجاع للتعبير عن قدرة المواد المجففة على امتصاص الماء، وذلك بغمر 2غ من الفاصولياء المجففة في ماء فاتر 35°م لمدة نصف ساعة، ثمّ نُشفت العينة بورق نشاف ووزنت، وحُسبت نسبة الاسترجاع كالتالي :

نسبة الاسترجاع %= (وزن الفاصولياء المسترجعة/وزن الفاصولياء المجففة) x١٠٠

3-3-6 تقدير المواد الفعالة بيولوجياً:

3-3-6-1-تقدير فيتامين C:

عُينَّ فيتامين C حسب (AOAC، 2004) باستخدام طريقة المعايرة بصبغة 6,2 ثنائي كلورو فينول إندو فينول التي تعتمد على تغير لون هذه الصبغة بسبب اختزال الفيتامين لهذه الصبغة نتيجة أكسدة فيتامين C (حمض الإسكوربيك) إلى فيتامين C منزوع الهيدروجين.

3-3-6-2- تقدير المركبات الفينولية:

3-3-6-2-1-استخلاص وتعيين الفينولات الكلية:

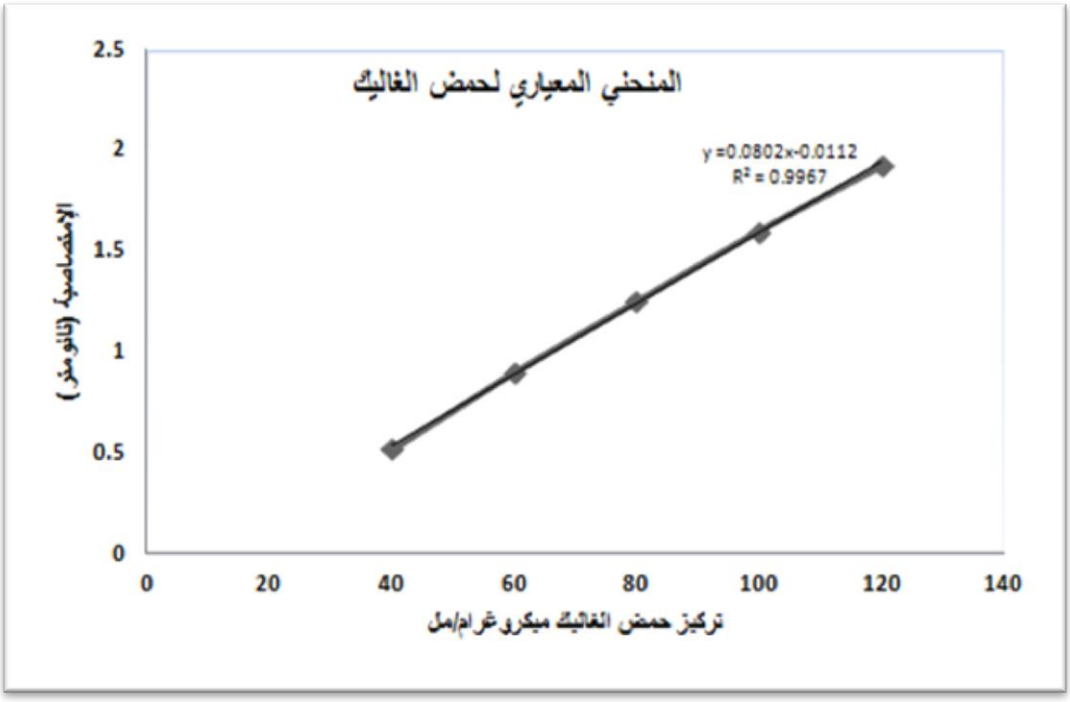
اتبع في استخلاص الفينولات الكلية من العينات المدروسة، ما ورد في طريقة (Wada و Ou، 2002) مع بعض التعديلات، حيث أُخذ 10 غ من العينة المهروسة ووُضعت في أنبوب من البولي ايتيلين سعة 50مل، وأُضيف إليها 30 مل إيتانول مطلق، ثم مُزجت بشكل جيد باستخدام محرك مغناطيسي على السرعة القصوى، وبدرجة حرارة الغرفة لمدة ساعة، ثُفلت بعدها العينة باستخدام جهاز طرد مركزي ألماني المنشأ من النوع (Tabletop model, IEC 215) على السرعة القصوى Max (3200 RPM)، وأُخذ السائل الرائق للتحليل.

3-3-6-2-2-تقدير الفينولات الكلية:

قُدرت الفينولات كمياً حسب طريقة Folin ciocalteu (Asami وزملاؤه، 2003)، حيث أُخذ 2 مل من العينة التي سبق تحضيرها، وأُضيف لها 3 مل من الماء المقطر، و 0.2 مل من كاشف فولين، ووُضعت في دورق

معياري سعة 10مل، ثم رُج المزيج باستخدام محرك الأنابيب لنحو دقيقتين في حرارة الغرفة، ثم أُضيف بعدها 4 مل من Na_2CO_3 (7%) وأُكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

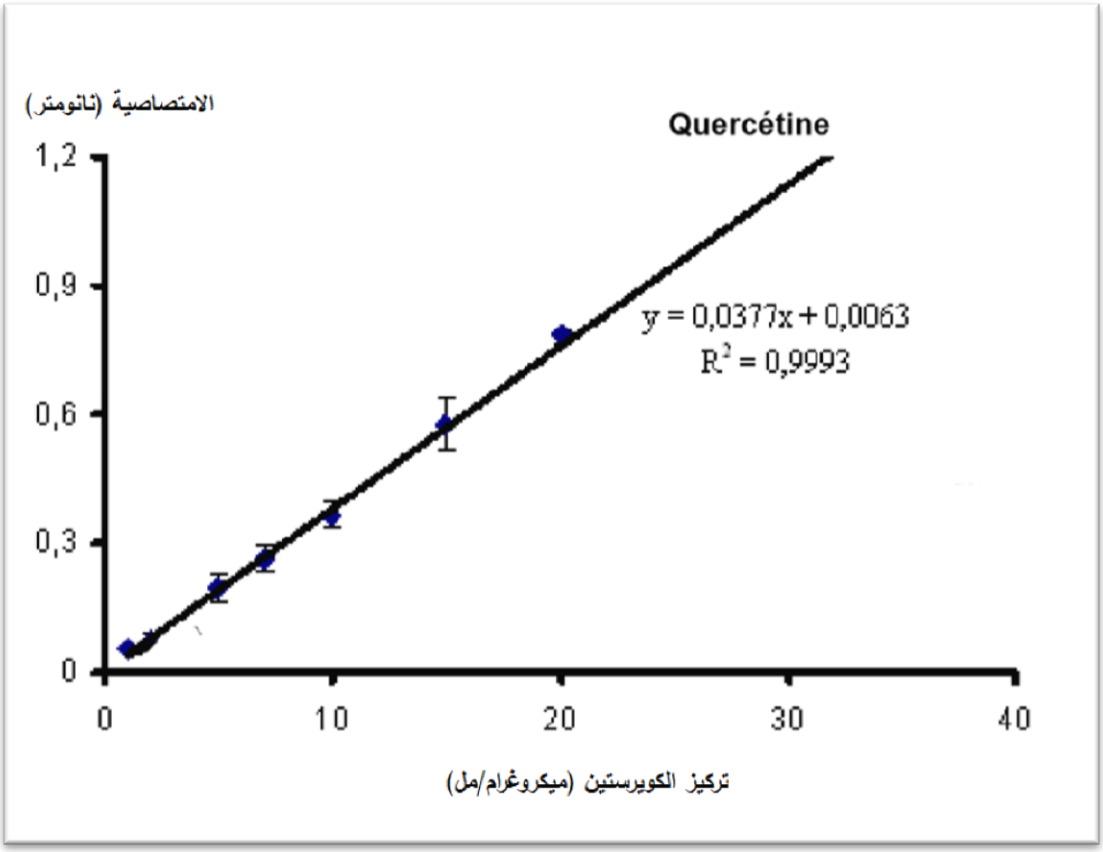
خُلط المزيج السابق، وتُرك لمدة ساعتين على حرارة الغرفة بعدها ثُفل ورُشح وقيس امتصاصه بالمطياف الضوئي (Prim, Secomam, RS232) على طول موجة 750 نانومتر. أُستعمل حمض الغاليك كمحلول معياري مرجعي لتحضير المنحني المعياري بتركيز يتراوح من (0–140 ميكروغرام/ مل) وعُبر عن النتائج مغ / 100غ على أساس مكافئ حمض غاليك. ويبين الشكل(8) المنحنى المعياري لحمض الغاليك.



الشكل(5) المنحني المعياري لحمض الغاليك.

3-3-6-3 تقدير الفلافونيدات:

قـدرت وفقـاً للطريقـة الموصـوفة مـن قبـل (Hossain وزمـلاؤه، 2009) تـمّ أخـذ 1مـل مـن المسـتخلص السـابق ومُـدد ب 4 مـل مـاء مقطـر و 0.3 مـل مـن نتـرات الأمونيـوم 5% و0.3 مـل مـن كلـور الألمنيـوم (10%) و2مـل مـن مـاءات الصـوديوم وأكمـل الحجـم بالمـاء المقطـر حتـى العلامـة. ثـم تّـم التحضـين علـى درجـة حـرارة الغرفـة وقيسـت الامتصاصـية بالمطيـاف الضـوئي علـى 510 نـانومتر. حُضـر منحنـي قياسـي من الفلافونيدات ليستخدم بقياس تركيزها في العينة. ويبين الشكل(9) المنحني المعياري للكويرستين.



الشكل (6): المنحني المعياري للكويرستين (ميكروغرام/مل)

3-3-7 قياس النشاط المضاد للأكسدة Antioxidant Activity Assay بطريقة DPPH:

قيس النشاط المضاد للأكسدة بتعيين النشاط الكابح للجذور الحرة حسب طريقة الجذر الحر ثنائي فينيل بيكريل هيدرازيل (DPPH):

(DPPH) 1,1- diphenyl -2-picryl–hydrazyl حسب (Marinova و Batchvarov، 2011) وفق الآتي: يُضاف إلى مستخلص العينة الكحولي (1غ عينة في 100مل الإيتانول) نفس الحجم من محلول DPPH (0.06 mM في الإيتانول، ويحفظ لمدة 20 دقيقة عند درجة حرارة 20°م) وبعد المزج وخلط المزيج

السابق بخلاط الأنابيب (vortex) قيس امتصاصه عند طول موجة 517 نانومتر بعد مضي 30 دقيقة، أُستعمل الإيتانول في التجربة الشاهدة بدلا من العينة. وعُبِر عن النشاط الكابح للجذور الحرة بحساب النسبة المئوية لتثبيط الأكسدة من المعادلة:

$$\% \text{ Inhibition} = [(A-A') / A] \text{ X } 100$$

A: الامتصاصية الابتدائية للشاهد عند 517 نانومتر.

A': الامتصاصية النهائية للعينة المختبرة عند 517 نانومتر.

8-3-3 التقييم الحسي:

قيمت الصفات الحسية (اللون، القوام، الرائحة، القبول العام) للثمار المجففة بوساطة لجنة تذوق مكونة من 10 أشخاص حيث استخدمت طريقة مقياس المتعة(Hedonic scale) في تقييم الخصائص الحسية، وأُعطي لكل صفة 5 درجات حسب (Lawless و Heymann، 1999).

4- التحليل الإحصائي:

حُللت النتائج باستخدام برنامج SPSS الإصدار 21 لمعرفة التباين (ANOVA)، وحسبت المتوسطات والانحراف المعياري، ثم قورنت الفروق المعنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة ($P \leq 0.05$) بطريقة أقل فرق معنوي (LSD).

الفصل الرابع

5-النتائج والمناقشة:

5-1- نتائج بعض المؤشرات الكيميائية لقرون الفاصولياء الخضراء الطازجة:

يبين الجدول (4) نتائج بعض المؤشرات الكيميائية المدروسة لقرون الفاصولياء الخضراء الطازجة، حيث بلغت نسبة الرطوبة 76%، ونسبة السكريات الكلية (14.58غ/100غ وزن جاف)، أما رقم الـ pH ونسبة الحموضة فقد كانت 6.25 و0.12% مقدرة كحمض ماليك على التوالي، وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع ما ذكره (Gouveia وزملاؤه، 2011)، حيث بلغت نسبة الرطوبة 77%، ونسبة السكريات الكلية (13.92غ/100غ وزن رطب)، ودرجة الحموضة ورقم الـ pH (0.15 و 6.30% مقدرة كحمض ماليك على التوالي). والجدير بالذكر أن التركيب الكيميائي يمر بتغيرات كبيرة متأثراً بجملة من العوامل منها: مرحلة النضج والتي تؤثر بشكل كبير، ومدى توفر المغذيات في التربة، ودرجة حرارة البيئة، لذا يختلف تركيب الثمار اعتماداً على الفصل المدروسة فيه، وقد أكدت العديد من الدراسات هذه الحقيقة (Yuming وزملاؤه، 2003). ويعود تفاوت قيم كل من الرطوبة والحموضة والسكريات الكلية بين البقوليات المدروسة مع مثيلاتها في الدراسات السابقة إلى الاختلافات في الأصناف والظروف المختلفة التي تحيط بالتجربة.

جدول(4): التركيب الكيميائي لقرون الفاصولياء الخضراء الطازجة المدروسة

المكونات	المؤشرات الكيميائية
الرطوبة%	76±0.26
الحموضة(حمض ماليك)%	0.12±0.02
pH	6.25±0.02
السكريات الكلية(غ/١٠٠غ وزن رطب)	14.58±1.01

5-2- نتائج محتوى قرون الفاصولياء الخضراء الطازجة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة:

تظهر النتائج في الجدول رقم(5) محتوى قرون الفاصولياء الخضراء الطازجة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة، حيث بلغت كمية فيتامين C (12.50ملغ/100غ وزن جاف)، وكمية الفينولات الكلية (29.87ملغ/100غ وزن جاف)، وكمية الفلافونيدات (7.10ملغ/100غ وزن جاف)، والنشاط المضاد للأكسدة بلغ (62.72%). وجاءت هذه النتائج متوافقة مع ما ذكره (Marinova وزملاؤه، 2005).

جدول(5): محتوى قرون الفاصولياء الخضراء الطازجة من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة.

المكونات	المؤشرات الكيميائية
فيتامين C (مغ/١٠٠غ وزن جاف)	12.50
الفينولات الكلية (مغ/١٠٠غ وزن جاف)	29.87
الفلافونيدات (مغ/١٠٠غ وزن جاف)	7.10
النشاط المضاد للأكسدة (%)	62.72

5-3- تأثير طريقة التجفيف تحت التفريغ والمعاملات المختلفة في بعض المؤشرات الكيميائية لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة:

يبين الجدول (6) نتائج التركيب الكيميائي للفاصولياء المجففة بطريقة التجفيف تحت التفريغ، حيث يلاحظ تفوق العينات المجففة تحت التفريغ والمعاملة بالسلق مع إضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.3%) على العينات المجففة تحت التفريغ والمعاملة بالسلق بالماء العادي والعينات المجففة تحت تفريغ دون أي معاملة (الشاهد) في المحتوى من السكريات الكلية، حيث بلغت نسبة السكريات الكلية (42.67، 39.20، 23.43 غ/100غ وزن جاف) على التوالي، وهذا يتوافق مع ما ذكره (Davoodi وزملاؤه، 2007) في دراسته عن تأثير المعاملات الأولية ودرجة حرارة التجفيف في خصائص البندورة المجففة، حيث كانت نسبة السكريات أعلى عند معاملة البندورة المجففة بمحاليل الكبريت (48غ/100غ).

كما يظهر الجدول (6) وجود فروق معنوية بين العينات المجففة والمعاملة بالسلق بوجود ميتا باي سلفيت البوتاسيوم والعينات المجففة دون أي معاملة (الشاهد) في نسبة الحموضة الكلية، حيث بلغت (0.07، 0.03% مقدرة على أساس حمض الماليك)، بينما لم تظهر أي فروق معنوية مع العينات المجففة والمعاملة بالسلق الماء العادي والتي بلغت (0.06%)، وهذا يتوافق مع ما ذكره (Rakesh وزملاؤه، 2015) في دراسته عن تأثير المعاملات الأولية في خصائص الفليفلة الحلوة المجففة، حيث تفوقت العينات المعاملة بالسلق بوجود مادة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.35%) على العينات المعاملة بالسلق بالماء العادي إذ بلغت (1.30، 1.25%) على التوالي. كما تبين النتائج وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% في محتوى العينات المجففة تحت التفريغ من الرطوبة ودرجة الـ pH، حيث بلغ أدنى متوسط لرطوبة العينات المجففة والمعاملة بالسلق مع إضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (6.38%) مقارنة مع العينات المجففة المسلوقة بالماء العادي وغير المعاملة بأي معاملة (الشاهد) والتي بلغت (6.76، 7.81%) على التوالي، بينما بلغت درجة الـ pH (5.31) للعينات المجففة والمعاملة بالسلق مع إضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم مقارنة مع العينات المجففة المسلوقة بالماء العادي وغير المعاملة (الشاهد) والتي بلغت (5.84، 6.14) على الترتيب، وهذا يتوافق مع ما ذكره (Sarabject وزملاؤه، 2011) في دراسته عن تجفيف شرائح الجزر حيث بلغت درجة الـ pH لعينات الشاهد (5.8) مقارنة مع العينات المعاملة بالسلق بوجود مادة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم والتي بلغت (5.4).

ووفقاً للنتائج المذكورة سابقاً تبين أنَّ لطريقة التجفيف تحت التفريغ والمعاملة بالسلق مع ميتا باي سلفيت البوتاسيوم فوائد ملحوظة في تحسين نسبة السكريات الكلية وخفض درجة الحموضة ونسبة الرطوبة.

الجدول(6): تأثير طريقة التجفيف تحت التفريغ والمعاملات المختلفة في بعض المؤشرات الكيميائية لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة

المؤشرات المدروسة	الشاهد	السلق بماء عادي	سلق +ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.3%)
الرطوبة (%)	7.81 ± 0.21^{a}	6.76 ± 0.14^{b}	6.38 ± 0.18^{c}
الحموضة % (مقدرة على أساس حمض الماليك)	0.03 ± 0.002^{a}	0.06 ± 0.001^{b}	0.07 ± 0.003^{b}
السكريات الكلية (غ/١٠٠غ وزن جاف)	23.43 ± 1.04^{a}	39.20 ± 2.10^{b}	42.67 ± 4.25^{c}
pH	6.14 ± 0.12^{a}	5.84 ± 0.05^{b}	5.31 ± 0.15^{c}

تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

5-4- تأثير طريقة التجفيف بالهواء الساخن والمعاملات المختلفة في بعض المؤشرات الكيميائية لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة:

يبين الجدول رقم (7) تأثير طريقة التجفيف بالهواء الساخن في بعض المؤشرات الكيميائية لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة، حيث أظهر التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% بين العينات المجففة بالهواء الساخن والمعاملة بالسلق مع إضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم والعينات المجففة بالهواء الساخن و(المعاملة بالسلق بالماء العادي – الشاهد) في معظم المؤشرات المدروسة، حيث بلغ أدنى متوسط للرطوبة(7.11%) للعينات المجففة بالهواء الساخن والمعاملة بالسلق مع إضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم مقارنة مع باقي العينات المجففة بالهواء الساخن، وهذا يتوافق مع ما ذكره (Mozumder وزملاؤه، 2012) في دراسته عن تأثير المعاملات الأولية في تجفيف البندورة حيث بلغ أدنى متوسط للرطوبة عند معاملة العينات بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (6.1%) مقارنة مع عينات الشاهد (6.9%)، بينما أدت طريقة التجفيف

بالهواء الساخن والمعاملة بالسلق بوجود مادة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.3%) إلى رفع نسبة الحموضة والمحتوى من السكريات الكلية مقارنة مع العينات الأخرى، حيث بلغت نسبة السكريات الكلية في العينات المجففة بالهواء الساخن والمعاملة بالسلق مع ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (37.52غ/100غ وزن جاف)، وبلغت الحموضة (0.09% مقدرة كحمض ماليك)، بينما انخفضت درجة الـ pH في هذه العينات إلى (6.25). وهذا يتوافق مع ما ذكره (Mozumder وزملاؤه، 2012) حيث بلغت درجة الحموضة والسكريات الكلية لعينات البندورة المجففة والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (6.9%، 48.7غ/100غ وزن جاف) مقارنة مع عينات الشاهد (5.86%، 47.9غ/100غ وزن جاف).

الجدول(7): تأثير طريقة التجفيف بالهواء الساخن والمعاملات المختلفة في بعض المؤشرات الكيميائية لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة

المؤشرات المدروسة	الشاهد	السلق بماء عادي	سلق+ ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.3%)
الرطوبة (%)	9.51 ± 0.10^{a}	7.60 ± 0.06^{b}	7.11 ± 0.11^{c}
الحموضة % (مقدرة على أساس حمض الماليك)	0.05 ± 0.002^{a}	0.07 ± 0.001^{b}	0.09 ± 0.004^{c}
السكريات الكلية (غ/١٠٠غ وزن جاف)	21.22 ± 0.65^{a}	33.33 ± 1.02^{b}	37.52 ± 2.15^{c}
pH	6.44 ± 0.20^{a}	6.38 ± 0.05^{a}	6.25 ± 0.12^{b}

تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

5-5- تأثير طريقة التجفيف الشمسي والمعاملات المختلفة في بعض المؤشرات الكيميائية لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة:

أظهر التحليل الإحصائي في الجدول رقم (8) أن لطريقة التجفيف الشمسي والمعاملات المختلفة تأثيراً معنوياً على مستوى ثقة 5% في معظم المؤشرات المدروسة، حيث ظهر الأثر المعنوي الأكبر في العينات المجففة شمسياً والمعاملة بالسلق مع إضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم في نسبة السكريات الكلية التي بلغت (29.37غ/100غ وزن جاف)، وهذا يتوافق مع ما أشار إليه(Agrawal وزملاؤه، 2015) في دور الكبريت في المحافظة على أعلى محتوى من السكريات الكلية، كما تفوقت العينات المجففة شمسياً والمعاملة بالسلق مع إضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم في نسبة الحموضة، والتي بلغت (0.10%) مقارنة مع العينات المدروسة.

وبالمقارنة مع الجدولين (6) و (7) نجد أن حموضة العينات المجففة شمسياً كانت أعلى من حموضة العينات المجففة تحت التفريغ والمجففة بالهواء الساخن وهذه النتائج توافقت مع ما توصل إليه (Okanlawon وزملاؤه، 2002) بأن الحموضة كانت أعلى في العينات المجففة شمسياً.

كما بلغ أدنى متوسط للرطوبة (8.07%) في العينات المجففة شمسياً والمعاملة بالسلق مع إضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم مقارنة مع العينات المجففة شمسياً والمعاملة بالسلق بالماء العادي والعينات المجففة غير المعاملة (شاهد) والتي بلغت (8.48 و11.10%) على التوالي، كما أبدت العينات المجففة والمعاملة بالسلق مع إضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم انخفاضاً معنوياً في درجة الـ pH (5.91)، بينما لم يكن هناك أي فرق معنوي في درجة الـ pH بين العينات المجففة شمسياً والمعاملة بالسلق بالماء العادي والعينات المجففة دون أي معاملة (الشاهد) .

الجدول(8): تأثير طريقة التجفيف الشمسي والمعاملة بميتا باي سلفيت البوتاسيوم في بعض المؤشرات الكيميائية لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة

المؤشرات المدروسة	الشاهد	السلق بماء عادي	سلق+ ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.3%)
الرطوبة (%)	11.10± 0.18^{a}	8.48 ± 0.24^{b}	8.07 ± 0.15^{c}
الحموضة %(مقدرة على أساس حمض الماليك)	0.06 ± 0.001^{a}	0.08 ± 0.005^{b}	0.10 ± 0.002^{c}
السكريات الكلية (غ/١٠٠غ وزن جاف)	18.74 ± 0.30^{a}	25.11 ± 0.42^{b}	29.37 ± 0.12^{c}
pH	6.46 ± 0.05^{a}	6.05 ± 0.01^{a}	5.91 ± 0.11^{b}

تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

5-6-تأثير طريقة التجفيف تحت التفريغ والمعاملات المختلفة في المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول رقم (9) وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% بين العينات المجففة تحت التفريغ والمعاملة بالسلق مع إضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم والعينات المجففة تحت التفريغ و(المعاملة بالسلق بالماء العادي –الشاهد) في معظم المؤشرات المدروسة، حيث تفوقت العينات المجففة بالمجفف تحت التفريغ والمعاملة بالسلق بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم تركيز(0.3%) في محتواها من فيتامين C على باقي العينات المجففة والذي بلغ (3.43 مغ/100غ وزن جاف)، وهذا توافق مع ما أشار إليه (Perumal، 2007) أنّ التجفيف تحت التفريغ يحافظ على المحتوى من فيتامين C، كما أنّ للكبريت دور في تقليل نسبة الفقد من فيتامين C وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Lattapi و Barrett، 2006) بأنّ So_2 يقلل

من نسبة الفقد في فيتامين C، كما تفوقت العينات المعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم والمجففة بالمجفف تحت التفريغ في محتواها من الفينولات الكلية حيث بلغت (8.79 مغ/100غ وزن جاف) مقارنة مع العينات المجففة بالمجفف تحت التفريغ والمعاملة بالسلق بالماء العادي والشاهد والتي بلغت(7.91-5.94مغ/100غ وزن جاف) على التوالي، وهذا توافق مع ما ذكره (Praveenkumar وزملاؤه، 2006) بأنّ طريقة التجفيف تحت التفريغ تحافظ على مضادات الأكسدة، بينما لم يلاحظ وجود أي فرق معنوي في المحتوى من الفلافونيدات بين العينات المجففة بالمجفف تحت التفريغ والمعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم والعينات المجففة والمعاملة بالسلق بالماء العادي والتي بلغت (1.67،1.63 مغ/100غ وزن جاف) على التوالي، وظهر الأثر المعنوي الأكبر في العينات المجففة تحت التفريغ والمعاملة بالسلق مع إضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم في النشاط المضاد للأكسدة والذي بلغ (62.13%).

ووفقاً لما سبق ذكره فإن طريقة التجفيف تحت التفريغ والمعاملة بالسلق مع ميتا باي سلفيت البوتاسيوم كانت جيدة لما لها من دور في تخفيض نسبة الفقد من فيتامين C ومضادات الأكسدة.

الجدول (9) تأثير طريقة التجفيف تحت التفريغ والمعاملات المختلفة في المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة

المؤشرات المدروسة	الشاهد	السلق بماء عادي	سلق+ ميتا باي سلفيت البوتاسيوم(0.3%)
فيتامين C (مغ/ 100غ وزن جاف)	$2.08 \pm 0.0.9^{a}$	2.29 ± 0.01^{b}	3.43 ± 0.04^{c}
الفينولات الكلية (مغ/100غ وزن جاف)	5.94 ± 0.12^{a}	7.91 ± 0.10^{b}	8.79 ± 0.06^{c}
الفلافونيدات (مغ/100غ وزن جاف)	0.84 ± 0.02^{a}	1.63 ± 0.01^{b}	1.67 ± 0.04^{b}
النشاط المضاد للأكسدة (%)	49.11 ± 0.25^{a}	51.55 ± 1.15^{b}	62.13 ± 2.55^{c}

تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

5-7- تأثير طريقة التجفيف بالهواء الساخن والمعاملات المختلفة في المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة:

أظهر الجدول(10) وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% في جميع المؤشرات المدروسة، حيث تفوقت العينات المجففة والمعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.3%) في محتواها من فيتامين C على باقي العينات المجففة والتي بلغت (2.29مغ/100غ على أساس الوزن الجاف)، وكان للمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم دوراً في تقليل نسبة الفقد من فيتامين C كنتيجة للفعل المختزل لهذا المحلول (Mujumdar، 2006).

تفوقت العينات المجففة بالهواء الساخن والمعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم على باقي العينات المجففة في المحتوى من الفينولات الكلية والفلافونيدات والتي بلغت (7.36-1.05 مغ/100غ وزن جاف)، كما تفوقت العينات المجففة بالهواء الساخن والمعاملة بالسلق بالماء العادي على عينات الشاهد، وهذا يتوافق مع ماذكره (طلي، 2015) في دراستها عن تأثير طرائق التجفيف الصناعي في محتوى شرائح التفاح من مضادات الأكسدة حيث تفوقت العينات المجففة بالهواء الساخن والمعاملة بالسلق مع ميتا باي سلفيت على عينات الشاهد والتي بلغت على التوالي (0.79-0.08 مغ/100غ على أساس الوزن الجاف).

تشير النتائج أيضاً إلى وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم في النشاط المضاد للأكسدة لقرون الفاصولياء الخضراء المجففة، حيث ازداد النشاط المضاد للأكسدة من (34.32%) في عينات الشاهد إلى (42.01%) في العينات المجففة بالهواء الساخن والمعاملة بالسلق بالماء العادي وإلى (50.60%) في العينات المجففة بالهواء الساخن والمعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم، وهذا يفسر أهمية المعاملات الأولية قبل التجفيف في تحسين محتوى الفاصولياء الخضراء المجففة من بعض المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة. وتجدر الإشارة إلى العلاقة القوية التي تربط النشاط المضاد للأكسدة مع المركبات الفعالة بيولوجياً (الفينولات الكلية وفيتامين C)، حيث تشير النتائج إلى تناقص النشاط المضاد للأكسدة مع انخفاض محتوى قرون الفاصولياء الخضراء من الفينولات الكلية وفيتامين C. وتتفق النتائج مع ما توصل إليه (Li وزملاؤه، 2006)، والذي أشار إلى تناقص النشاط المضاد للأكسدة في العينات المجففة من الحمضيات بسبب حدوث تغير في التركيب الكيميائي أو فقد المكونات المضادة للأكسدة .

الجدول(10): تأثير طريقة التجفيف بالهواء الساخن والمعاملات المختلفة في المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة

المؤشرات المدروسة	الشاهد	السلق بماء عادي	سلق+ ميتا باي سلفيت البوتاسيوم(0.3%)
فيتامين C (مغ/100غ وزن جاف)	2.08 ± 0.05^{a}	2.18 ± 0.02^{b}	2.29 ± 0.10^{c}
الفينولات الكلية (مغ/100غ وزن جاف)	5.10 ± 0.11^{a}	6.81 ± 0.08^{b}	7.36 ± 0.15^{c}
الفلافونيدات (مغ/100غ وزن جاف)	0.46 ± 0.04^{a}	0.84 ± 0.02^{b}	1.05 ± 0.06^{c}
النشاط المضاد للأكسدة (%)	34.32 ± 0.32^{a}	42.01 ± 1.01^{b}	50.60 ± 1.45^{c}

تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

5-8- تأثير طريقة التجفيف الشمسي والمعاملات المختلفة في المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (11) وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% بين العينات المجففة شمسياً في معظم المؤشرات المدروسة، حيث تفوقت العينات المجففة شمسياً والمعاملة مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز(0.3%) على باقي العينات المجففة شمسياً (المعاملة بالسلق بالماء والشاهد) في محتواها من فيتامين C والذي بلغ (1.98 مغ/100غ على أساس الوزن الجاف) مقارنة مع عينات الشاهد التي انخفض محتواها من فيتامين C بشكل ملحوظ، ويمكن تفسير هذا الانخفاض مقارنة مع الانخفاض في نسبة فيتامين C بطريقتي التجفيف(تحت التفريغ-الهواء الساخن) بأنَّ تعرض ثمار الفاصولياء الخضراء لأشعة الشمس

ووجود الهواء سبب انخفاضاً كبيراً في المحتوى من فيتامين C (Giovanelli وزملاؤه، 2002)، حيث لاحظ (Osunde و Makama، 2007) أنَّ نسبة الفقد في فيتامين C بلغت 74% خلال التجفيف الشمسي للبندورة، كما يؤكسد فيتامين C بالحرارة العالية والأوكسجين والضوء (Ordriozola-Serrano وزملاؤه، 2008; Gregory، 1996). توافقت النتائج أيضاً مع ما ذكره (العبدالله وزملاؤه، 2009) في دراسته عن تجفيف الفليفلة الخضراء حيث بلغت كمية فيتامين C بعد تجفيف ثمار الفليفلة شمسياً (0.81 مغ/100غ وزن جاف) مقارنة مع محتوى ثمار الفليفلة الخضراء الطازجة من فيتامين C والتي بلغت (6.2 مغ/100غ وزن جاف).

تفوقت العينات المجففة شمسياً والمعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز(0.3%) في محتواها من الفينولات الكلية والفلافونيدات على باقي العينات المجففة شمسياً والتي بلغت (6.74-0.71 مغ/100غ وزن جاف)على التوالي، ويعزى هذا الانخفاض في كمية الفينولات الكلية والفلافونيدات في عملية التجفيف الشمسي المتبعة بنفس اتجاه تفسير تهدم فيتامين C بعملية التجفيف وهذا يدل على نشاط الإنزيمات المؤكسدة للفينولات التي يمكن أن نعدد منها (Polyphenol Oxidase، Peroxidase، Lipoxigenase) حسب ما ذكره (Aydin و Kadioglu، 2001) بالإضافة إلى إنزيمات الأوكسيديز الأخرى التي تتصف الخلية النباتية بغناها بهذه الإنزيمات(Tolbert، 1980) وهذا ما أكده (العبدلله وزملاؤه، 2009) حيث لم يتبقى من الفينولات الكلية بعد تجفيف ثمار الفليفلة الخضراء شمسياً إلا نحو 8% من كمية الفينولات الموجودة.

وهذا الانخفاض ينعكس على النشاط المضاد للأكسدة، حيث أن المركبات الفينولية هي العامل المساهم في النشاط المضاد للأكسدة لأنَّ القدرة الكامنة للجذور الحرّة مرتبطة بمجموعات الهيدروكسيل (Djeridane وزملاؤه، 2006) و(Bichra وزملاؤه، 2012) و (Spada وزملاؤه، 2008) و (Sampson، 2011)، حيث انخفض النشاط المضاد للأكسدة إلى (13.61%) في عينات الشاهد، بينما ارتفع في العينات المجففة والمعاملة بالسلق

مع الماء العادي والعينات المعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم إلى (14.82–20.72%) على التوالي.

الجدول(11): تأثير طريقة التجفيف الشمسي والمعاملات المختلفة في المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة لعينات قرون الفاصولياء الخضراء المجففة

المؤشرات المدروسة	الشاهد	السلق بماء عادي	سلق+ ميتا باي سلفيت البوتاسيوم(0.3%)
فيتامين C (مغ/100غ وزن جاف)	0.94 ± 0.02^{a}	1.15 ± 0.05^{b}	1.98 ± 0.01^{c}
الفينولات الكلية (مغ/100غ وزن جاف)	2.63 ± 0.15^{a}	5.65 ± 0.22^{b}	6.74 ± 0.14^{c}
الفلافونيدات (مغ/100غ وزن جاف)	0.33 ± 0.02^{a}	0.59 ± 0.01^{b}	0.71 ± 0.06^{c}
النشاط المضاد للأكسدة (%)	13.61 ± 0.60^{a}	14.82 ± 1.09^{b}	20.72 ± 1.21^{c}

تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

5-9- تأثير طرائق التجفيف والمعاملات المختلفة في درجة تشرب قرون الفاصولياء الخضراء المجففة:

أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (12) وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف ونوع المعاملة المستخدمة عند مستوى معنوية (5%) في درجة تشرب عينات الفاصولياء الخضراء المجففة (نسبة الاسترجاع). ولدى المقارنة بين طرائق التجفيف نجد أنَّ لطريقة التجفيف تحت التفريغ والمعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم الأثر الأكبر في زيادة درجة تشرب العينات، حيث بلغت (4.52) في قرون الفاصولياء المجففة تحت التفريغ والمعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم تركيز(0.3%)، و(3.44) في قرون الفاصولياء

المجففة بالهواء الساخن والمعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم، و(2.90) في ثمار الفاصولياء المجففة شمسياً والمعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم. وتوافقت هذه النتائج مع ما ذكره (Latapi و Barrett، 2006) لأن محلول ميتا باي سلفيت يحسن من عملية الاسترجاع كما أنَّ عملية السلق تزيد من سرعة وكمية الماء التي تمتصها المادة المجففة عند تجهيزها للاستهلاك.

ويُعزى تفوق طريقتي التجفيف تحت التفريغ والتجفيف بالهواء الساخن على طريقة التجفيف الشمسي إلى أنَّ درجة الحرارة العالية وزمن التعرض الطويل للشمس سبب انكماش في المنتج وبالتالي أعطى نسبة استرجاع أقل (Perumal،2007)، حيث يعتبر اختبار الاسترجاع عاملاً هاماً لتقييم عملية التجفيف .

فقد بين (Karel وLund، 2003) أن نسبة الاسترجاع المنخفضة تدل على انخفاض نوعية المنتج. كما تبين النتائج وجود فروق معنوية في درجة التشرب ضمن طريقة التجفيف الواحدة. وهذه النتائج تتفق مع ما توصل إليه (العقلة، 2008) في دراسة أجريت لمعرفة تأثير المعاملات الأولية ودرجة حرارة التجفيف في بعض الخصائص التركيبية والحسية للبندورة المجففة، حيث تفوقت طريقة التجفيف تحت التفريغ والمعاملة باستخدام محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم في نسبة الاسترجاع على طرائق التجفيف الأخرى والتي بلغت (4.75) مقارنة مع طريقتي التجفيف بالهواء الساخن والشمسي (4.34، 3.58)على الترتيب.

الجدول(12) **تأثير طرائق التجفيف والمعاملات المختلفة في درجة تشرب قرون الفاصولياء الخضراء المجففة:**

التشرب(%) / المعاملة	طريقة التجفيف		
	تحت التفريغ	التجفيف الشمسي	الهواء الساخن
الشاهد	2.90 ± 0.02^{a}	2.41 ± 0.03^{b}	2.49 ± 0.06^{b}
السلق بالماء العادي	3.67 ± 0.06a	2.81 ± 0.09b	3.14 ± 0.10c
السلق مع اضافة ميتا باي سلفيت البوتاسيوم(0.3%)	4.52 ± 0.11a	2.90 ± 0.10b	3.44 ± 0.12c

تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

5-10- نتائج دراسة الخصائص الحسية لقرون الفاصولياء الخضراء المجففة:

أظهرت النتائج المبينة في الجداول (13) و (14) و (15) وجود تأثير معنوي للمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم في الخصائص الحسية لقرون الفاصولياء الخضراء المجففة بطرائق التجفيف المختلفة، حيث كان للمعاملة بالسلق بوجود محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.3%) التأثير المعنوي الأكبر في تحسين درجة اللون والقوام والرائحة لقرون الفاصولياء الخضراء المجففة بطرائق التجفيف التالية (التجفيف تحت التفريغ، التجفيف بالهواء الساخن، التجفيف الشمسي) مقارنة مع العينات غير المعاملة والمجففة، إذ بلغت درجة اللون (4.31، 4.10، 3.30) على التوالي للعينات المجففة بطرائق التجفيف المختلفة والمعاملة بالسلق مع محلول

ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.3%) مقارنة مع عينات الشاهد التي بلغت (3.12، 3.10، 3.05) على التوالي.

وبلغت درجة القوام (4.40، 3.69، 3.50) للعينات المجففة والمعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.3%) مقارنة مع عينات الشاهد التي بلغت (4.10، 3.44، 3.10) على التوالي.

كما بلغت درجة الرائحة (4.60، 3.95، 3.89) للعينات المجففة والمعاملة بالسلق مع محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.3%) مقارنة مع عينات الشاهد التي بلغت (3.50، 3.49،3.49) على التوالي. وقد وافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Latapi و Barrett، 2006) بأن العينات المكبرتة نالت قبولاً أفضل من عينات الشاهد من الناحية الحسية.

الجدول(13): درجات التقييم الحسي لقرون الفاصولياء الخضراء المجففة تحت التفريغ

المعاملة	اللون	القوام	الرائحة	القبول العام
الشاهد	3.12 ± 0.20^{a}	4.10 ± 0.12^{a}	3.50 ± 0.02^{a}	3.56 ± 0.01^{a}
السلق بماء عادي	4.25 ± 0.05^{b}	4.19 ± 0.11^{a}	4.35 ± 0.05^{b}	4.26 ± 0.05^{b}
سلق+ميتا باي سلفيت البوتاسيوم(0.3%)	4.31 ± 0.15^{b}	4.40 ± 0.10^{b}	4.60 ± 0.25^{c}	4.43 ± 0.06^{c}

تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

الجدول(14): درجات التقييم االحسي لقرون الفاصولياء الخضراء المجففة بالهواء الساخن

المعاملة	اللون	القوام	الرائحة	القبول العام
الشاهد	3.10 ± 0.10^{a}	3.44 ± 0.11^{a}	3.49 ± 0.14^{a}	7.96 ± 0.12^{a}
السلق بالماء العادي	3.33 ± 0.15^{b}	3.60 ± 0.06^{b}	3.75 ± 0.25^{b}	3.56 ± 0.19^{b}
سلق + ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.3%)	4.10 ± 0.34^{c}	3.69 ± 0.20^{b}	3.95 ± 0.05^{c}	3.91 ± 0.20^{c}

تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

الجدول(15): درجات التقييم االحسي لقرون الفاصولياء الخضراء المجففة شمسياً

المعاملة	اللون	القوام	الرائحة	القبول العام
الشاهد	3.05 ± 0.10^{a}	3.10 ± 0.15^{a}	3.49 ± 0.10^{a}	3.21 ± 0.10^{a}
السلق بالماء العادي	3.17 ± 0.25^{b}	3.22 ± 0.01^{b}	3.73 ± 0.15^{b}	3.37 ± 0.16^{b}
سلق+ ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (0.3%)	3.30 ± 0.05^{c}	3.50 ± 0.12^{c}	3.89 ± 0.05^{c}	3.56 ± 0.01^{c}

تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

الفصل الخامس

6-الاستنتاجات والتوصيات:

6-1 الاستنتاجات:

- أظهرت نتائج التحليل الكيميائي أهمية قرون الفاصولياء الخضراء كمصدر جيد للمواد الفعالة بيولوجياً (فيتامين C والفينولات الكلية والفلافونيدات).

-انخفضت المواد الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة بشكل كبير جداً في قرون الفاصولياء الخضراء المجففة بطريقة التجفيف الشمسي غير المباشر، بينما كان هذا الانخفاض أقل حدة في قرون الفاصولياء الخضراء المجففة بطريقة التجفيف باستخدام الهواء الساخن ، وبالتالي تعتبر طريقة التجفيف بالهواء الساخن أفضل من التجفيف الشمسي غير المباشر في حفظ قرون الفاصولياء الخضراء.

-تفوقت طريقة التجفيف تحت التفريغ على باقي طرائق التجفيف المستخدمة في محتواها من السكريات الكلية وخفض نسبة الرطوبة والحموضة في العينات المجففة.

-امتازت طريقة التجفيف تحت التفريغ في الاحتفاظ بأعلى نسب من فيتامين C والمركبات الفعالة بيولوجياً.

-امتازت العينات المعاملة بالسلق بوجود ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.3%) بمحتواها العالي من فيتامين C والفينولات الكلية والفلافونيدات والنشاط المضاد للأكسدة.

-تفوقت طريقة التجفيف تحت التفريغ والمعاملة بالسلق بوجود ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.3%) في تحسين الخصائص الحسية لقرون الفاصولياء الخضراء المجففة.

6-2-التوصيات:

-الترويج لتجفيف قرون الفاصولياء الخضراء وذلك لامكانية استخدامها على مدار السنة.

-نوصي بمعاملة قرون الفاصولياء الخضراء بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.3%) قبل عملية التجفيف، كما نوصي باستخدام المجفف تحت التفريغ لما له من فائدة في المحافظة قدر الإمكان على القيمة الغذائية للمنتج المجفف.

الشكل(7): عينات الفاصولياء المجففة باستخدام المجفف الشمسي

الشكل (8): عينات الفاصولياء المجففة باستخدام الهواء الساخن

الشكل(9): عينات الفاصولياء المجففة باستخدام المجفف تحت التفريغ

الفصل السادس

المراجع العربية:

– بوراس ، متيادي (1993) .إنتاج محاصيل الخضر،جامعة دمشق،ص 263.

– العقلة، بسام.(2008). بعض الخصائص التركيبية والحسية لمنتجات البندورة المصنعة بالتجفيف الشمسي ومقارنتها بالتجفيف الصناعي، رسالة ماجستير، جامعة دمشق.

–العبدلله، عبيدة. سمينة، غياث ومحمد، محمد.(2009). تأثير التجفيف الطبيعي والتخليل على حمض أسكوربيك والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء الحلوة والحارة، المجلة الأردنية في العلوم الزراعية. المجلد 5(3):325–342.

–عبد الفتاح، أحمد شحاتة. (2015). المجففات الشمسية. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بمصر، معهد بحوث التكنولوجيا، نشرة رقم 434.

–موصلي، حسين .(2001) تصنيع وحفظ عصائر الفاكهة ومركزاتها .منشورات دار علاء الدين، دمشق، ص 184.

المراجع الأجنبية:

-Aaby, K. Skrede, G. and Wrolstad, R.E. (2005). Phenolic composition and antioxidant activities in flesh and achenes of strawberries (Fragaria ananassa). *J. Agric. Food. Chem*. **53**, 4032–4040.

-Agrawal, A. K., Mishra, N. K., Sandey, K.K. and Geetesh S. (2015). Solar Drying of Pea: Comparison of Various Methods Considering Its Dehydration and Rehydration

Characteristics. International Journal of Research Studies in Biosciences (IJRSB) August, PP 83-88.

-Andallu B, and Varadacharyulu N. 2003.Antioxidant role of mulberry leaves in streptozotocin- diabetic rats.Clinica Chimica Acta. 338: 3-10.

- Annamalai, A. G.; Ponmari1, R.; Sathishkumar, P.; Lakshmi. T.V. 2011. Effect Of Drying Treatment On The Contents Of Antioxidants In *Cardiospermum Halicacabum* Linn. International Journal Of Pharma And Bio Sciences. Vol 2, Issue 1, Jan- Mar 2011. Pp.304-313. This Article Can Be Downloaded From Www.Ijpbs.Net.

-AOAC, 2004. Association Of Official Analytical Chemists, Official Methods Of Analysis, Washingten Dcusa..

- Asami, D. K.; Hong, Y. J.; Barrett, D. M.; Mitchell, A.E. 2003. Comparison Of The Total Phenol And Ascorbic Acid Content Of Freeze- Dried And Air Dried Marino Berry, Strawberry And Corn Grown Using Conventional, Organic And Sustainable Agricultural Practices. J. Agric. Food. Chem, 51(5), 1237-1241.

- Aydin, N. and Kadioglu, A. 2001.Changes in the chemical composition of polyphenol oxidase and peroxidase activities during development and ripening of medlar fruits (Mespilus germanica L.). Bulg. J. Plant Physiol., 27:85-92.

- Bai, J. W., Gao, Z. J., Xiao, H. W., Wang, X.T., and Zhang, Q. (2013). Polyphenol oxidaseinactivation and vitamin C degradation kinetics of Fuji apple quarters by high humidity airimpingement blanching. International Journal of Food Science and Technology, 48(6):1135-1141.

- Beattie J, Crozier A, and Duthie G. 2005. Potential health benefits of berries. Current Nutrition and Food Science.1: 71-86.

- Bichra, M., El modafar, C., El boustani, E.S. and Benkhalti, F. 2012. Antioxidant and anti-browning activities of Mentha Suaveolens extracts. African Journal of Biotechnology, 11 (35): 8722-8729.

- Bosetti, C. Spertini, L. Parpinel, M. Gnagnarella, P. Lagiou, P. Negri, E. Franceschi, S. Montella, M. Peterson, J. Dwyer, J. Giacosa, A. La Vecchia, C. (2005). Flavonoids and breast cancer risk in Italy. *Cancer Epidemiol. Biomarkers. Prev*. **14**, 805–808.

-Boynton, B.B., Welt, B.A., Sims, C.A., Balaban, M.O., Brecht, J.K. and Marshall, M.R. 2006. Effects of low-dose electron beam irradiation on respiration,microbiology, texture, color, and sensory characteristics of fresh-cut Cantaloupe stored in modified

atmosphere. Journal of Food Science, 71: 149-155.

- Bruijn, J, Loyola, C, Aqueveque, P, Canumir, J, Cortez, M, and France, A. 2008. Influence of heat treatment on the antioxidant properties of Grifola gargal hydro-alcoholic extracts. Micologia Aplicada International . 20(1): 27-34.

- Chatterjee, S. Zareena N. Gautam, S. Soumyakanti, A. Prasad S.Variyar, A,S. 2007 Antioxidant activity of some phenolic constituents from green pepper (Piper nigrum L) and fresh nutmeg mace (Myristica fragrans). J.Food. Chem. 101: 515-523.

- Cieslik, E, Greda, A, and Adamus, W. 2006. Contents of polyphenols in fruit and vegetables. Food Chemistry . 94 : 135–142.

- Davoodi, M. G, P. Vijayanand, S.G. Kulkarni, K.V.R. Ramana (2007). Effect of different pre-treatments and dehydration methods on quality characteristics and storage stability of tomato powder. *Swiss Society of Food Science and Technology*.Vol 40,P1832–1840.

-Devahastin, S., Suvarnakuta, P., Soponronnarit, S. and Mujumdar,A.S. 2004.

A comparative study of low-pressure superheated steam and vacuum drying of a heatsensative material. Drying Technology, 22: 1845-1867.

- Di Carlo, G. Mascolo, N. Izzo, A.A. Capasso, F. (1999). Flavonoids: Old and new aspects of aclass of natural therapeutic drugs. *Life. Sci*. **65**, 337–353.

- Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P. and Vidal, N. 2006. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing

phenolic compounds. Food Chemistry, 97: 654-660.

− Doymaz, I. 2015. Hot-air drying and rehydration characteristics of red kidney bean seeds. Chemical Engineering Communications 203 (5):599–608.

- Doymaz, I. 2004. Effect of dipping treatment on air drying of plums. Journal of Food Engineering 64 (4):465–470.

-Ekedukuwa, O. V. and B, Norton. (1999). Review of solar energy drying system II .An over view of solar drying technology – energy conservation and management . 3 , pp. 615-655.

- Fourie, P. C. 1996. Fruit and human nutrition in: Fruit processing. Edited by: arthey. D, Ashurst. P. R. chapman and HALL U K

- Gardès-Albert M., Bonnefont-Rousselot D., Abedinzadeh Z., Jore D. 2003. Espèces Réactives de l'oxygène : Comment l'oxygène peut-il devenir toxique L'actualité chimique, 91-96.

- Giovanelli, G., Zanoni, B., Lavelli, V., and Nani, R. (2002). Water sorption, drying and antioxidant properties of dried tomato products. Journal of Food Engineering, 52, 135–141.

- Gordon, M . 2001. The development of axidative rancidity in foods. In: Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M. (eds). Antioxidants in food: practical applications. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited. 7-21

-Gouveia, C.S.S., Freitas, G. and Pinheiro de Carvalho MÂ.A. (2011) Nutritional Analysis of Regional Varieties of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Produced under Low Input Conditions. *Actas Portuguesas de Horticultura*, 17, 131-137.

- Gregory, J.F. (1996). Vitamins. In. O.R. Fennemma (Eds.) *Food Chemistry*, New York, Marcel Dekker, Inc pp 531-616.

- Guo, C.J, Yang, J.J, Wei, J.Y, Li, Y.F, Xu J,and Jiang, Y.G. 2003 .Antioxidant activities of peel ,pulp and seed fractions of common fruit as

determind by FRAP assay. Nutr.Res. 23(12): 1719-1726.

- Gueye, P.M. (2007). Phénotypes majeurs de l'haptoglobine humaine et stress oxydant induit par l'hémoglobine extra-érythrocytaire sur le globule rouge. Thèse Présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences de l'Université. Louis Pasteur-Strasbourg I. Domaine : Biochimie. p 252.

- Gupta, S. Ahmad, N. Nieminen, A.L. Mukhtar, H. (2000). Growth inhibition, cell-cycle dysregulation, and induction of apoptosis by green tea constituent (-)-epigallocatechin-3-gallate in androgen-sensitive and androgen-insensitive human prostate carcinoma cells. *Toxicol. Appl. pharm*. **164,** 82-90

- Halphin, E.B., and Lee, C.Y.(1987).Effect of Blanching on Enzyme Activity and Quality Changes in Green Peas. Journal of Food Science.Vol.52(4):1002-1005.

- Havsteen, B. (1983). Flavonoids, a class of natural products of high pharmacological potency. *Biochem Pharmacol*. 32, 1141–1148**.**

- Hidalog,A.Pompei,C.(2000),Hydroxymethylfurfural and furosine reaction kinetics in tomato products.*J.Agri.Food Chem*.48,2075-2081**.**

- Hossain, M. A., Salehuddin, S. M. Kabir, M. J. Rahman, S. M. M. and Rupasinghe, H. P. V. 2009. Sinensetin, rutin, 3- hydroxy-5, 6,7, 4- tetramethoxyflavone and rosmarinic acid contents and antioxidative effect of the skin of apple fruit. Food Chemistry, 113 (1): 185–190.

- Kahknen, M.P, Heinamaki, J, Ollilainen, V, and Heinonen, M. 2003. Berry anthocyanins: isolation, identification and antioxidant activities. Journal of the Science of Food and Agriculture. 83: 1403-1411**.**

- Karel, M; Lund, D. B.(2003), Physical Principles of Food Preservation. New York: Marcel. Dekker.

- Karadenuz, F, Burdurlu, H.S, Koca, N, and Soye, Y. 2005. Antioxidant Activity of Selected Fruits and Vegetables Grown in Turkey ._Turkish Journal of agriculture and forestry 29: 297-303**.**

- Karathanos, V.T. And Belessiotis, V.G. 1997. Sun and Artificial,Air Drying Kinetics Of Some Agricultural Products. *Journal Of Food Engineering* 31 (1997), Pp. 35–46.

- Kingsly, R. P., R. K. Goyal, M. R. Manikantan, and S. M. Ilyas. 2007. Effects of pretreatments and drying air temperature on drying behavior of peach slice. International Journal of Food Science and Technology 42(1):65–69.

- Klopotek Y, Otto K, and Bo¬hm V. 2005 . Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity. Journal of Agricultural and Food Chemistry . 53: 5640-5646.

-Krokida, M. K., C. T. Kiranoudis, Z. B. Maroulis, and D. Marinos-Kouris. 2000. Effect of pretreatment on color of dehydrated products. Drying Technology 18 (6):1239–1250.

- Latapi,G. And Barrett,D.M.,(2006). Influence of Pre-drying treatments on Quality and Safety of Sun-dried Tomatoes. Part II.Effects of Storage on Nutritional and Sensory Quality of Sun-dried Tomatoes Pretreated with Sulfur, Sodium Metbisulfite, or Salt , *Journal of food science* , Vol. 71, Nr. 1.

- Lavelli, V., B. Zanoni, and A. Zaniboni. 2007. Effect of water activity on carotenoid degradation in dehydrated carrots. Food Chemistry 104(4):1705–1711.

- Lawless, H.T. and Heymann, H. (1999) The sensory evaluation of Food principles and practices, Champan Hall food science book (an aspen puplication),Gaithersburg, Maryland. p 451.

- Lewicki, P. P., Le, H. V., and Pomaran´ska-Lazuka, W. (2002). Effect of pretreatment on convective drying of tomatoes. *Journal of Food Engineering*, 54, 141–146

- Li, B.B., Smith, B. and Hossain, M.D.M. 2006. Extraction of phenolics from citurs peels. I. Solvent extraction method. Separation and Purification Technology, 48 (2): 182-188.

- Li, J., Liu, Y., Fan, L., Ai, L., Shan, L. 2011. Antioxidant activities of polysaccharides from the fruiting bodies of Zizyphus Jujuba cv Jinsixiaozao. Carbohydr. Polym. 84, 390–394.

- Lotito, S.B. Frei, B. (2004). Relevance of apple polyphenols as antioxidants in human plasma: contrasting in vitro and in vivo effects. *Free. Radical. Biol. Med*. **36**, 201–211.

- Mahmutoglu, T.; Emir, F. And Saygi, Y.B. 1996. Sun/Solar Drying Of Differently Treated Grapes And Storage Stability Of Dried Grapes, *Journal Of Food Engineering* 29 (3–4) (1996), Pp. 289–300.

- Manach,C., Scalbert,A. , Morand,C., Rémésy,C. and Jime, n. 2004.Polyphenols: food sources and bioavailability, American Society for Clinical Nutrition.79:727– 747.

- Marinova. D, Ribarova. F, and Atanassova. M.(2005). Total phenolics and Total Flavonids in Bulgarian Fruits And Vegetables. Journal Of The University of Chemical Technology and Metalurgy. Vol40(3): 255-260.

- Martínez-Sánchez, A., Tudela, J.A., Luna, C., Allende, A., and Gil, M.I. (2011). Low oxygen levels and light exposure affect quality of fresh-cut Romaine lettuce. Postharvest Biology and Technology, 59(1), 34-42**.**

- Marinova, G. and Batchvarov, V. 2011. Evaluation of the methodsfor determination of the free radical scavenging activity by DPPH. Bulgarian Journal of Agriculture Science, 17 (1): 110-240.

- Miranda, G., A. Berna, D. Salazar, and A. Mulet. 2009. Sulphur dioxide evolution during apricot storage. LWT-Food Science and Technology 42(2):531–533.

- Mir, M. A., P. R. Hussain, S. Fouzia, and A. H. Rather. 2009. Effect of sulphiting and drying methods on physico-chemical and sensorial quality of dried apricots during ambient storage. International Journal of Food Science and Technology 44 (6):1157–1166.

- Montoro, P. Braca, A. Pizza, C. De Tommasi, N. (2005). Structure–antioxidant activity relationships of flavonoids isolated from different plant species. *Food. Chem*. 92, 349–355.

- Mozumder, N.H.M.R., Rahman, M.A, Kamal., Mustafa, A.K.M and Rahman, M.S.(2012). Effects of pre-drying chemical Treatments on quality of Cabinet Dried Tomato Powder. Journal of Enviromental Science and Natural Resources.vol.5(1):253-265.

- Mujumdar, A. S. 2006. Handbook of industrial drying. 3rd ed. Taylor &Francis Group, Boca Raton (USA): CRC Press

- Munyaka, A.W., Makule, E.E., Oey, I., Van Loey, A., and Hendrickx, M. (2010). Thermal stability of L-ascorbic acid and ascorbic acid oxidase in broccoli (*Brassica oleracea* var.*italica*). Journal of Food Science, 75(4): C336

- Murota, K. and Terao, J. (2003). Antioxidative flavonoid quercetin: implication of its intestinal absorption and metabolism. *Arch. Biochem. Biophys*. 417, 12–17.

- Noichinda, S., Bodhipadma, K., Mahamontri, C., Narongruk, T., and Ketsa, S. (2007). Light during storage prevents loss of ascorbic acid, and increases glucose and fructose levels in Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*). Postharvest Biology and Technology, 44(3), 312-315

- Odriozola-Serrano,I. Soliva-Fortuny,R. Martı´ n-Belloso,O.(2008), Effect of minimal processing on bioactive compounds and color attributes of fresh-cut tomatoes,*Food Science and Technology,* 41: 217-226

- Okanlawon, S. O., Ibrahim, M. H., and Oyebani, A. O. (2002). Effect of predrying treatment on the storage of dried tomato. Tropical Science, 42:40-41.

- Osunde, Z.D. and Makama,A.L.M.(2007), Assessment of Changes in Nutritional Values of Locally Sun-Dried Vegetables,Federal University of Technology *AU J.T. 10(4): 248-253* Minna, Nigeria

- Özkan, M., Kýrca, A., and Cemeroçlu, B. (2004). Effects of hydrogen peroxide on the stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices. Food Chemistry, 88(4): 591-597.

-Perumal,R.,(2007) Comparative performance of solar cabinet, vacuum assisted solar and open sun drying methods, Mcgill university, montreal, Canada,Page 2*, Master's Degree thesis*

- Peterson, J. Lagiou, P. Samoli, E. Lagiou, A. Katsouyanni, K. La Vecchia, C. Dwyer, J.Trichopoulos, D. (2003). Flavonoid intake and breast cancer risk: a case-control study in Greece. *Br. J. Cancer*. **89**, 1255–1259.

- Pietta PG. 2000. Flavonoids as Antioxidants. Journal of Natural Products.63(7): 1035-1042

- Praveenkumar, D.G.; Umesh Hebber, H.; Ramesh, M. N.(2006) Suitability of thin layer models for infrared-hot air drying of onion slices. Lebensmittel-Wissenschaft &Technologie, *39*: 700-705.

- Rakesh, Sharm., V.K, Joshi and M.Kaushal. (2015). Effect of pre-treatments and drying methods on quality attributes of sweet bell-pepper(Capisum annum) powder. Journal of Food Science and Technology. Vol.52(6): 3433-3439, June., 2015.

- Ramaswamy, H.; Marcotte, M. 2006. Food Processing: Principles and applications. Boca Raton: CRC Press; London: Taylor and Francis Group. 2006. 420p.

- Rattanathanalerk, M., Chiewchan, N., and Srichumpoung, W. (2005). Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. Journal of Food Engineering, 66(2): 259-265.

- Riboli, E. Norat, T. (2003). Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk. *Am. J. Clin. Nutr*. **78**, 559–569

- Rice-Evans, C.A, Miller, N.J, Bolwell, P.G, Bramley, P.M., and Pridham, J.B. 1995. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. Free Radical Research. 22: 375-383.

-Ruangchakpet A, and Sajjaanantakul T. 2007. Effect of Browning on Total Phenolic, Flavonoid Content and Antioxidant Activity in Indian Gooseberry (*Phyllanthus emblica Linn.). Kasetsart Journal of Natural Science.* 41 : 331 – 337

- Sahlin, E., G. P. Savage , and C. E. Lister (2004). Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. *Journal of food composition and analysis.* Vol 17, Issue 5 , Pages 635-647

- Sampson, D. J. 2011. Evaluation of quality of apple slices during convection drying using real-time image analysis. Submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia in Co-Operation with Nova Scotia Agricultural College Truro, Nova Scotia.

- Sarabject, Kaur.Sar., Sing. Sandhu and Preeti, Ahluwalia (2011). Effect of processing parameters on physico-chemical and culinary quality of dried carrots slices. Journal of Food Science and Technology. Vol.48(2): 159-166, April., 2011.

- Seeram, N.P, Aviram, M, Zhang, Y, Henning, S.M , Feng, L, Dreher, M, and Heber, D. 2008. Comparison of Antioxidant Potency of Commonly Consumed Polyphenol-Rich Beverages in the United States. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 56: 1415–1422.

- Silva, E.M,Souza, J.N.S,Rogez, H,Rees, J.F, Larondelle, Y.(2007). The effect of boiling on vegetables. Food Chemistry 101,1012-1018.

- Spada, P.D.S., De Souza, G.G.N., Bortolini, G.V., Henriques, J.A.P. and Salvador, M. 2008. Antioxidant, mutagenic, and antimutagenic activity of frozen fruits. Journal of Medicinal Food,11(1): 144-151.

-Tolbert, N.E. (editor). 1980. The biochemistry of plant, (volume 1), Stumph, P.K. and Conn, E.E. (editors in chief), Academic Press, New York, USA. e. European Food Research and Technology, 228(5), 717-724

- Toor , R.K. Savage, G.P. Lister, C.E.(2006), Seasonal variations in the antioxidant composition of greenhouse grown tomatoes, *Journal of Food Composition and Analysis* Vol 19 ,P 1–10

- Troftgruben, J. (1997). Drying Food. University of Illinois College of Agriculture. Cooperative extension service, Circulur 1227.

- Van Acker, S.A.B.E. van den Berg, D.J. Tromp, M.N.J.L. Griffioen, D.H. van Bennekom, W.P.van der Vijgh, W.J.F. Bast, A. (1996). Structural aspects of antioxidant activity of flavonoids. *Free. Radical. Bio. Med*. **20**, 331–432

- Vattem, D.A, Ghaedian, R, and Shetty, K. 2005. Enhancing health benefits of berries through phenolic antioxidant enrichment: focus on cranberry. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition. 14 (2):120-130.

-Vega-Galvez, A., Di Scala, K., Rodriguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., Lopez, J. and Perez-Won, M. 2009. Effect of airdrying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. Hungarian). Food Chemistry, 117: 647-653.

- Wada, L. And Ou, B. 2002. Antioxidant Activity and Phenolic Content Of Oregon Caneberries. J. Agric. Food. Chemistry. 50, 3495-3500**.**

- Wechtersbach, L., Polak, T., Ulrih, N. P., and Cigiæ, B. (2011). Stability and transformation of products formed from dimeric dehydroascorbic acid at low pH. Food Chemistry, 129(3), 965-973.

- Yeung, D.L, and Laquatra, I. 2003. Heinz handbook of nutrition. H.J. Heinz Company. P 266.

-Yuming, B. ; Xiaomin , Z. and Donald , L. S . (2003) . Enhanced soy bean plant growth resulting from coinoculation of Bacillus strains with Bradyrhizobium japonicum . J. crop sci. ., 43 :2-13 . Quebec , Canada

- Zhang, D.L, and Hamauzu, Y. 2004. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. Food Chemistry. 88: 503–509.