الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة الزراعية
قسم علوم الأغذية

تصنيع وتقييم جودة عصير شوندر المائدة الممزوج ببعض العصائر الطبيعية الأخرى

Processing and Quality Evaluation of Table Beet Juice Blends with other Natural Juices

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية
(قسم الأغذية)

إعداد المهندسة

سلام علي أحمد

المشرف الرئيسي
الدكتورة هدى حبّال
الأستاذ المساعد في قسم علوم الأغذية
كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

المشرف المشارك
الدكتورة لينا المغربي
المدرسة في قسم علوم الأغذية
كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

دمشق 2020م

المحتويات

العنوان	الصفحة
الفصل الأول: المقدمة وأهداف البحث	**1**
1- المقدمة	2
2- مبررات البحث وأهدافه	3
الفصل الثاني: الدراسة المرجعية	**4**
2- الدراسة المرجعية	5
2-1- لمحة عن الشوندر الأحمر	5
2-2- التركيب الكيميائي للشوندر الأحمر	6
2-2-1- الرطوبة	6
2-2-2- الكربوهيدرات	6
2-2-3- البروتينات	7
2-2-4-الدهون	7
2-2-5- العناصر المعدنية	7
2-2-6- الفيتامينات	8
2-2-7- الأحماض العضوية	9
2-2-8- المركبات الفعالة حيوياً	9
2-2-8-1- صبغة البيتالين	9
2-2-8-2- الكاروتينويدات	12
2-2-8-3- الفينولات الكلية	12
2-3- الخصائص الوظيفية للشوندر الأحمر وعصيره	13
2-4- عصير الشوندر الأحمر	14
2-4-1- الأهمية الغذائية للعصائر الطبيعية	14
2-4-2- عصير الشوندر الأحمر ومزائجه	15
2-5- تأثير التصنيع والتخزين في المركبات الفعالة حيوياً والنشاط المضاد للأكسدة في العصائر المصنعة	17
2-5-1- صبغة البيتالين	17

2-5-2- الكاروتينويدات الكلية	18
2-5-3- الفينولات الكلية	19
2-5-4- النشاط المضاد للأكسدة	19
الفصل الثالث: مواد وطرائق البحث	**21**
3- مواد وطرائق البحث	22
3-1- مواد البحث	22
3-1-1- المواد الكيميائية	22
3-2- طرائق البحث	22
3-2-1- تحضير عصير الشوندر الأحمر ومزائجه	22
3-2-2- تقدير التركيب الكيميائي	24
3-2-2-1- تقدير درجة الحموضة	24
3-2-2-2- تقدير المواد الصلبة الذائبة	24
3-2-2-3- تقدير المحتوى من البيتالين	24
3-2-2-4- تقدير الكاروتينويدات الكلية	25
3-2-2-5- تقدير الفينولات الكلية	25
3-2-2-6- تقدير النشاط المضاد للأكسدة (DPPH)	26
3-2-3- تقدير الخواص الفيزيائية	27
3-2-3-1- تقدير اللون	27
3-2-3-2- تقدير اللزوجة	27
3-2-4- التقييم الحسي	27
3-2-5- الاختبارات الميكروبيولوجية	27
3-3- التحليل الاحصائي	28
الفصل الرابع: النتائج والمناقشة	**29**
4-النتائج والمناقشة	30
4-1- دراسة التركيب الكيميائي والفيزيائي لعصير الشوندر الأحمر الطازج والمبستر	30
4-2- التركيب الكيميائي لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه	32
4-3- دراسة تأثير التخزين المبرد في الخصائص الكيميائية لعصير الشوندر ومزائجه	35
4-3-1- درجة الحموضة pH	35

4-3-2- المواد الصلبة الذائبة	36
4-3-3- صبغة البيتالين	36
4-3-4- الكاروتينويدات	38
4-3-5- الفينولات الكلية	39
4-3-6- النشاط المضاد للأكسدة	40
4-4-دراسة تأثير التخزين المبرد في الخصائص الفيزيائية لعصير الشوندر ومزائجه	41
4-4-1- اللون	41
4-4-2- اللزوجة	44
4-5- التقييم الحسي لعصير الشوندر ومزائجه	45
4-6- الاختبارات الميكروبيولوجية لعصير الشوندر ومزائجه	46
4-6-1- التعداد الكلي للأحياء الدقيقة	46
4-6-2- التعداد الكلي للخمائر والفطريات	47
4-6-3-تعداد الكوليفورم	48
الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات	**49**
5-1- الاستنتاجات	50
5-2- التوصيات	51
الفصل السادس: المراجع العلمية	**52**
6-1- المراجع العربية	53
6-2- المراجع الأجنبية	54

قائمة الجداول

عنوان الجدول	الصفحة
الجدول (1) نسب إضافة الموز وعصير الجزر إلى عصير الشوندر الأحمر	**22**
الجدول (2) التركيب الكيميائي والفيزيائي لعصير الشوندر الأحمر الطازج والمبستر (على أساس الوزن الرطب)	**31**
الجدول (3): التركيب الكيميائي لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه (على أساس الوزن الرطب)	**34**
الجدول (4): درجة حموضة عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد	**35**
الجدول (5): المواد الصلبة الذائبة لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد	**36**
الجدول (6): محتوى البيتانين مقدراً بـ (ملغ/ل) في عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد	**37**
الجدول (7): محتوى البيتاكزانثين (ملغ/ل) في عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال التخزين المبرد	**38**
الجدول (8): محتوى الكاروتنويدات (ميكروغرام/100مل) في عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال التخزين المبرد	**39**
الجدول (9): محتوى الفينولات الكلية (ملغ حمض غاليك /100غرام) في عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال التخزين المبرد	**40**
الجدول (10): النسبة المئوية للنشاط المضاد للأكسدة لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد	**41**
الجدول (11): قيم (L*) لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد	**42**
الجدول (12): قيم (a*) لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد	**43**
الجدول (13): قيم (b*) لمزائج عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد	**43**
الجدول (14): قيم اللزوجة مقدرة بالسنتيبواز (centipoise) لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد	**44**
الجدول (15): التقييم الحسي لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه في بداية فترة التخزين	**45**
الجدول (16): التقييم الحسي لعصير الشوندر الأحمر المبستر ومزائجه في نهاية فترة التخزين المبرد	**46**
الجدول (17): التعداد الكلي للأحياء الدقيقة (لغ cfu/مل) في عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد	**47**
الجدول (18): التعداد الكلي للخمائر والفطريات (لغ cfu/مل) في عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد	**47**

قائمة الأشكال

عنوان الشكل	الصفحة
الشكل (1) حمض البيتالاميك، البيتاسيانين والبيتاكزانثين	**9**
الشكل (2) البيتاسيانين (بيتانين).	**10**
الشكل (3) عملية التخليق الحيوي للبيتاسيانين والبيتاكزانثين	**11**
الشكل (4) المنحني المعياري لتعيين الفينولات الكلية	**26**

قائمة المخططات

عنوان المخطط	**الصفحة**
المخطط (1): مخطط تصنيع عصير الشوندر الأحمر ومزائجه مع الموز أو عصير الجزر	**23**

الملخص

نفذ هذا البحث في كلية الزراعة بجامعة دمشق في قسم علوم الأغذية، وقد هدف إلى دراسة عوامل الجودة في عصير الشوندر الأحمر الممزوج مع الموز وعصير الجزر.

بلغ محتوى البيتانين والبيتاكزانثين في عصير الشوندر الأحمر الطازج 546.22 و367.19 ملغ/ل، على التوالي، وقد انخفض هذا المحتوى معنوياً عند ($P<0.05$) نتيجة البسترة.

أثرت عملية المزج وفترة التخزين بشكل معنوي ($P<0.05$) في محتوى صبغة البيتالين للعصير ومزائجه، وكان معدل انخفاض البيتالين أقل في العينات الممزوجة بالمقارنة مع عينة الشاهد (عصير الشوندر الأحمر المبستر).

من جهة أخرى، بلغ محتوى الكاروتينويدات، الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في عصير الشوندر الأحمر الطازج 1880 ميكروغرام/100مل، 171.18ملغ حمض غاليك/100غ و67.49% على التوالي، وقد أدت عملية البسترة إلى انخفاض معنوي ($P<0.05$) في محتوى الكاروتينويدات والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة.

ساهمت عملية مزج عصير الشوندر مع 20% عصير جزر في رفع محتوى الكاروتينويدات والفينولات الكلية إلى 5040 ميكروغرام/100مل و175.87 ملغ حمض غاليك/100غ، على التوالي، بينما لم يؤثر المزج في زيادة النشاط المضاد للأكسدة.

أدت عملية التخزين إلى انخفاض معنوي ($P<0.05$) في محتوى الكاروتينويدات، الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في جميع العينات.

ساهمت عملية المزج في تحسين القبول الحسي لعصير الشوندر، كما بينت نتائج الاختبارات الميكروبية كفاءة عملية البسترة حيث كانت جميع قيم التعداد الميكروبي والخمائر والفطريات ضمن الحدود المسموح بها.

الكلمات المفتاحية: عصير الشوندر الأحمر، مزائج، عصير الجزر، الموز، بيتانين، بيتاكزانثين، النشاط المضاد للأكسدة، التخزين المبرد.

الفصل الأول

المقدمـة وأهداف البحث

INTRODUCTIO

&

OBJECTIVES

1- المقدمة:

تلعب عصائر الفاكهة والخضار دوراً هاماً في النظام الغذائي الصحي ولها أهمية كبيرة في الوقاية من الأمراض المزمنة كأمراض الشرايين وبعض أنواع السرطانات حيث ترتبط فائدتها مع وجود المركبات الفعالة المضادة للأكسدة والتي تتضمن كلاً من الكاروتينويدات والبولي فينولات والفيتامينات، وتتميز هذه المركبات الفعالة بقدرتها على إعاقة أكسدة الجزيئات من خلال تثبيط تفاعلات الأكسدة أو كبح الجذور الحرة المتولدة خلال تفاعلات الأكسدة في الجسم.

يعد الشوندر الأحمر *Beta Vulgaris* من الخضار الجذرية ذات القيمة الغذائية العالية وهو المصدر الأساسي لصبغة البيتالين في الوجبة الغذائية، وهي الصبغة المسؤولة عن اللون الأحمر لجذور الشوندر والتي تلعب دوراً مضاداً للأكسدة وكابحاً للجذور الحرة، مما يساهم في تقليل الأذى الناتج من أكسدة الشحوم وبالتالي الوقاية من السرطان، كما يحتوي الشوندر على الكاروتينويدات والمركبات الفينولية وكذلك العديد من الفيتامينات والمعادن ويعد الشوندر من أغنى المصادر الغذائية بالنترات.

يساهم الشوندر الأحمر في العلاج والوقاية من أمراض عديدة منها علاج فقر الدم، ويلعب دوراً في تحسين تدفق الدم في الجسم بما في ذلك الدماغ والقلب والعضلات وفي الوقاية من الإصابة بأمراض الأوعية الدموية وتنظيم ضغط الدم، كما أن له آثاراً منشطة حيث ينشط إنتاج الهرمونات الجنسية عند الإنسان.

يستهلك الشوندر الأحمر إما طازجاً كما في العصائر أو مطبوخاً، وقد تزايد إنتاجه عالمياً كعصير في الآونة الأخيرة نظراً لتزايد اهتمام المستهلكين بتناوله كعصير طبيعي صحي وذلك لإحتوائه العديد من المركبات النشطة حيوياً وخاصة البيتالين.

تعد عملية مزج العصائر من أفضل الطرائق لتحسين الرائحة والطعم والجودة الغذائية لذلك قام العديد من الباحثين بإجراء عمليات مزج لعصائر مختلفة من الخضار والفاكهة كان الهدف منها تحسين القبول الحسي تشجيعاً لاستهلاكهما بالإضافة لزيادة القيمة الغذائية، منها مزج عصير الشوندر الأحمر مع عصائر طبيعية أخرى مثل عصير الجزر، عصير التفاح، عصير البرتقال وعصير البطيخ الأحمر وقد تم حفظ العصير بطرائق مناسبة لزيادة فترة صلاحيته، حيث ساهمت عمليات المزج بزيادة بعض المواد

الفعالة حيوياً ومضادات الأكسدة، فضلاً عن تحسين القبول الحسي مقارنة بعصير الشوندر غير الممزوج بعصائر أخرى.

في هذا البحث تم اختيار كلاً من الموز وعصير الجزر ليتم مزجهما مع عصير الشوندر الأحمر حيث يُعتبر الموز من الفاكهة ذات القيمة الطبية الكبيرة، فهي تحتوي على (الكالسيوم والنتروجين والفوسفور) وما لها من دور في ترميم بنية الأنسجة وتجديدها، وهي مصدر ممتاز للبوتاسيوم المفيد للعضلات، بالإضافة لغناها بالفيتامينات (D- B- C- A)، كما يخفف الموز من ألم القرحة واضطرابات الأمعاء، بينما يعد الجزر في مقدمة الخضار الجذرية المستخدمة لإنتاج العصير فهو ذو قيمة غذائية عالية ومصدراً هاماً للبيتا كاروتين بالإضافة إلى كمية كبيرة من الفيتامينات والمعادن.

مبررات البحث وأهدافه:

اعتماداً على ما سبق ونظراً لقلة الدراسات المحلية حول تصنيع عصير الشوندر الأحمر مضافاً إليه عصائر أخرى، وتشجيعاً لإستهلاكه بطريقة جديدة للاستفادة من فوائده العديدة وذلك لعدم قبول الكثير من المستهلكين لمذاق عصير الشوندر **فقد هدف البحث إلى:**

1. دراسة التركيب الكيميائي والفيزيائي لعصير الشوندر الطازج.
2. دراسة تأثير عملية مزج عصير الشوندر الأحمر مع الموز أو عصير الجزر في محتواه من المركبات الفعالة حيوياً والنشاط المضاد للأكسدة.
3. دراسة تأثير التخزين المبرد في جودة عصير الشوندر الأحمر ومزائجه من الناحية الكيميائية، الفيزيائية، الحسية والميكروبيولوجية.

الفصل الثاني
الدراسة المرجعية

LITERATURE REVIEW

2- الدراسة المرجعية:

2-1- لمحة عن الشوندر الأحمر:

يعد الشوندر الأحمر *Beta vulgaris* نبات عشبي ذو حولين، يتبع لعائلة *Chenopodiaceae* جنس *beta* نوع *vulgaris* الجزء الذي يؤكل منه هو الجذور الدرنية (USDA، 2013)، يصنف وفقاً للون الجذر إلى عدة أصناف تتراوح بين الأصفر والأحمر، حيث تعد جذور الشوندر ذات اللون الأحمر الغامق هي الأكثر شعبية للاستهلاك سواء كانت مطبوخة أو غير مطبوخة (كسلطة أو عصير) (Maheswari وزملاؤه، 2013)، كما يصنف وفقاً لموعد النضج إلى ثلاثة أصناف وهي مبكرة النضج مثل Ruby وهي من الأصناف المسطحة أو الكروية، متوسطة التبكير في النضج مثل Dark red وهي كروية الشكل، وأخرى متأخرة النضج مثل Long Dark blood (Raymond وزملاؤه، 1980).

إن كلاً من الشوندر الأحمر والسكري يتبعان لنفس الجنس والنوع *Beta vulgaris* إلا أنهما يختلفان في السلالة حيث يتبع الشوندر الأحمر لسلالة (*Coditiva*)، بينما يتبع الشوندر السكري لسلالة (*Altissima*) وهما يختلفان في محتوى السكر حيث يكون محتوى السكر في الشوندر الأحمر أقل من محتوى السكر في الشوندر السكري بحوالي مرتين تقريباً (USDA، 2013).

يزرع الشوندر الأحمر في جميع أنحاء أمريكا وأوروبا وآسيا (USDA، 2013)، موطنه الأصلي آسيا الصغرى وأوروبا، ويزرع على نطاق واسع في ألمانيا وفرنسا وبكميات أقل في البلدان الأوروبية الأخرى وأفريقيا وآسيا وجنوب أمريكا (Neha وزملاؤه، 2018).

يفضل لزراعة الشوندر الأحمر التربة الخصبة الرطبة ذات درجة pH بين (6.5 و7) وأن تكون ناعمة لا تحتوي كمية كبيرة من الطين أو الرمل ويفضل أن تكون التربة دافئة وأن تكون درجات الحرارة معتدلة. يمكن زراعة الشوندر في آخر فصل الخريف أو بداية فصل الربيع ويكون الشوندر جاهز للحصاد عندما تصبح جذوره بحجم ثمرة البرتقال أي بعد حوالي 8 أسابيع من عملية البذر (Eliot، 1989).

درجة الحرارة المثلى لنمو الشوندر تتراوح بين 15 و18ْ م (أدنى درجة 5ْ م وأعلى درجة 24ْ م)، يمكن لنبات الشوندر أن يقاوم موجات الصقيع المعتدلة لكن نموه سوف يتأثر، كما أن الشوندر الناضج متسامح لحد ما مع الملوحة (Neha وزملاؤه، 2018).

جذور الشوندر الأحمر سميكة ومتدرنة، وتكوّن ساق هذا النبات قصيرة تترتب عليها أوراق بسيطة قلبية الشكل بشكل لولب مغلق، حيث يمكن أن تؤكل هذه الأوراق كالسبانخ، بينما تكون الأزهار صغيرة جداً يبلغ قطرها 3–5 مم وتحتوي على خمس بتلات (Neha وزملاؤه، 2018).

2-2- التركيب الكيميائي للشوندر الأحمر:

يحتوي عصير الشوندر على مستويات عالية من مضادات الأكسدة (البيتالين، الفينولات المتعددة والكاروتينات) بالإضافة إلى العديد من الفيتامينات وكميات مختلفة من المركبات المعززة للصحة مثل المغنزيوم والبوتاسيوم والصوديوم والسيلينيوم والحديد والزنك والفوسفور وحمض الفوليك والفيتوستيرول والنياسين والبيوتين والألياف الغذائية، وبالتالي فهو نبات مثالي للأشخاص المهتمين بالصحة (Deuter وGrundy، 2004؛ Ganeshrao، 2018).

2-2-1- الرطوبة:

تختلف نسبة الرطوبة في جذور الشوندر الأحمر باختلاف الأنواع والأصناف والظروف البيئية والمناخية. فقد وجد Shyamala وJamuna (2010) أن محتوى رطوبة الشوندر الأحمر تتراوح بين 79 و84%.

وذكر (Odoh وOkoro، 2013) في دراسة أجريت عن الشوندر بأن محتوى الرطوبة يبلغ 87.4%، في حين أشار (Dambalkar وزملاؤه، 2015) إلى أن نسبة الرطوبة في جذور الشوندر حوالي 87.7%، كما ذكر (Neha وزملاؤه، 2018) بأن الشوندر الأحمر الطازج يحتوي في 100غ على 87.5 غ ماء.

2-2-2- الكربوهيدرات:

يحتوي الشوندر الأحمر على السكروز كسكر رئيسي مع كميات صغيرة من الغلوكوز والفركتوز (Bavec وزملاؤه، 2010)، ونظراً لأن الفركتوز يقلل من قدرة الإنسان على ممارسة الرياضة فإن الفركتوز المنخفض ومحتوى السكروز العالي هو الأفضل بالنسبة لمشروبات الرياضيين (Murray وزملاؤه، 1989)، الأمر الذي جعل منتجات الشوندر الموجودة في السوق هي هدف أساسي للرياضيين الذين يمارسون رياضات التحمل وقد تم الإعلان عن مثل هذه المنتجات التجارية سواء العصائر أو البودرة كمكملات غذائية قانونية محسنة للأداء(Ganeshrao ، 2018).

وجد Odoh وOkoro (2013) أن جذور الشوندر الأحمر تحتوي على 2.56% ألياف خام كلية و1.9% ألياف غذائية، كما وجد Dambalkar وزملاؤه (2015) بأن نسبة الكربوهيدات في جذور الشوندر الأحمر 8.8% والألياف 0.9%.

وفي دراسة (Kumar، 2015) عن تركيب جذر الشوندر الأحمر بيّن أنه يحتوي على 9.96% كربوهيدرات كلية منها 7.96% سكريات و2% ألياف.

2-2-3- البروتينات:

يحتوي الشوندر الأحمر على نسبة من البروتينات تبلغ حوالي 1.68%، حيث يضم كميات قليلة من جميع الأحماض الأمينية (De Zwart وزملاؤه، 2003؛ Kumar، 2015).

وجد Dambalkar وزملاؤه (2015) أن نسبة البروتين 1.7% في الشوندر الأحمر، بينما ذكرت دراسة عن التركيب الأولي لجذور الشوندر الأحمر باحتواءه على 1.3% بروتين (Odoh وOkoro، 2013).

2-2-4-الدهون:

تعد جذور الشوندر فقيرة بمحتواها من الدهن، فقد بلغت نسبة الدهن في جذور الشوندر الأحمر 0.3 % (Odoh وOkoro، 2013)، بينما وجد (Dambalkar وزملاؤه، 2015) بأن نسبة الدهن في الشوندر حوالي 0.1%، وفي دراسة أخرى لتركيب جذر الشوندر الأحمر أظهرت النتائج أنه يحوي 0.18% دهن (Kumar، 2015).

2-2-5- العناصر المعدنية:

يعد الشوندر الأحمر مصدراً هاماً للأملاح المعدنية مما يجعله يلعب دوراً هاماً في الوقاية والعلاج من العديد من الأمراض ومنها علاج فقر الدم ويعود ذلك لمحتواه من الحديد 0.7 ملغ/100غ الذي يجدد وينشط خلايا كريات الدم الحمراء، كما أن احتواءه على النحاس يساعد في جعل الحديد متاحاً بشكل أكثر في الجسم، كما يحتوي الشوندر الأحمر على مجموعة من المعادن الأخرى منها الصوديوم والفوسفور والبوتاسيوم والمغنزيوم والكالسيوم والزنك (77، 38، 30.5، 23، 16، 0.35 ملغ/100غ) على التوالي، أيضاً يحتوي الشوندر على كمية جيدة من البورون، بالإضافة لمخزون عالٍ من السيلكا الذي يساهم في استخدام الكالسيوم في الجسم بشكل أمثل، بالتالي فهو مطلوب لصحة البشرة والشعر والأظافر

والعظام (Kumar، 2015) ويبلغ محتوى السيلكا في الشوندر الأحمر 0.79 ملغ/100غ (Powell وزملاؤه، 2005).

يعد الشوندر الأحمر من أغنى المصادر الغذائية بالنترات (Maheswari وزملاؤه، 2013) وتساهم هذه النترات في تحسن تدفق الدم في الجسم بما في ذلك الدماغ، القلب والعضلات، وتزيد من مركب أوكسيد النتريك في الأوعية الدموية مما يساعد على فتح الأوعية ويسمح بتدفق مزيد من الأوكسجين، وينظم ضغط الدم من خلال خفض ضغط الدم المرتفع ورفع ضغط الدم المنخفض وكذلك يقي من الإصابة بأمراض الأوعية الدموية (Ham وKenjale، 2011) ومؤخراً تم التوصل إلى أن عصير الشوندر يوفر وسيلة لمكافحة ارتفاع ضغط الدم دون الحاجة لاستخدام الدواء (Vanhatolo وزملاؤه، 2010؛ Bobek وزملاؤه، 2000).

ذكر Odoh وOkoro (2013) احتواء الشوندر الأحمر على 1.4% رماد وقد بلغت نسبة كلٍّ من الحديد، المغنزيوم، النحاس، الصوديوم، البوتاسيوم، المنغنيز، الكالسيوم والزنك (0.76، 18.60، 0.08، 73.60، 31.20، 0.86، 13.80 و0.29 ملغ/100غ) على التوالي، بينما ذكر (Dambalkar وزملاؤه، 2015) أن نسبة المعادن في الشوندر الأحمر هي 0.8%.

2-2-6- الفيتامينات:

يعد الشوندر الأحمر غني بالفيتامينات المتنوعة (Dambalkar وزملاؤه، 2015) ومنها فيتامين C، A، B1، B2، B3، B5، B6 وB9 (حمض الفوليك) يبلغ محتوى الأخير حوالي 80 ميكروغرام/100غ (Kumar، 2015)، وقد أشار Al-aboud (2018) إلى أن الشوندر الأحمر يعد من المصادر الغنية بحمض الفوليك.

ذكر Odoh وOkoro (2013) أن الشوندر الأحمر يحتوي على مجموعة من الفيتامينات منها فيتامين A 2.6 ميكروغرام/100غ وفيتامين K 3.2 ميكروغرام/100غ وفيتامينات (C،E، B3، B6، B2) وحمض panthotenic بنسب (4.36، 0.18، 0.35، 0.03، 90.053، و0.151 ملغ/100غ) على التوالي.

2-2-7- الأحماض العضوية:

يحتوي الشوندر الأحمر على مجموعة من الأحماض العضوية وهي أحماض الستريك، الماليك، الشيكيميك والفوماريك، ويعد حمض الشيكيميك (Shikimic) هو الحمض السائد في الشوندر الأحمر (Bavec وزملاؤه، 2010).

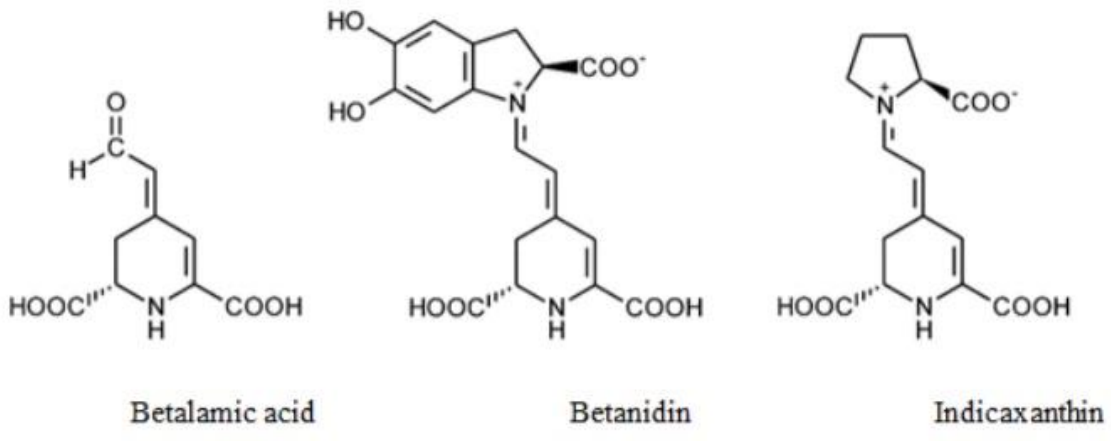
ذكر Wruss وزملاؤه (2015) أن الشوندر يحتوي على كميات صغيرة من أحماض hydroxycinnamic كحمض الغاليك (gallic) والسيرنجيك (syringic) والكافييك (caffeic).

2-2-8- المركبات الفعالة حيوياً:

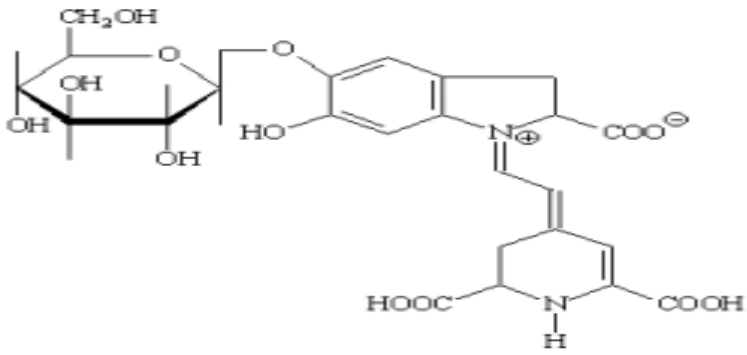
يحوي الشوندر الأحمر على عدد من الأصبغة الطبيعية والتي تعتبر من المواد الفعالة حيوياً نذكر منها:

2-2-8-1- صبغة البيتالين Betalain:

يحوي الشوندر الأحمر على صبغة البيتالين (betalains) القابلة للذوبان بالماء (Pitalua وزملاؤه، 2010)، تتألف صبغة البيتالين من مركبات مشتقة من حمض البيتالاميك betalamic acid المعروفة باسم: betaxanthins (indicaxanthin) ذات اللون الأصفر وbetacyanins (betanidin) ذات اللون الأحمر البنفسجي والتي تعرف أيضاً بـ (betanin) وصيغتها الكيميائية $C_{24}H_{26}N_2O_{13}$ (Nemzer وزملاؤه، 2011) والموضحة في الشكل (1) و(2).



الشكل (1) حمض البيتالاميك، البيتاسيانين والبيتاكزانثين.



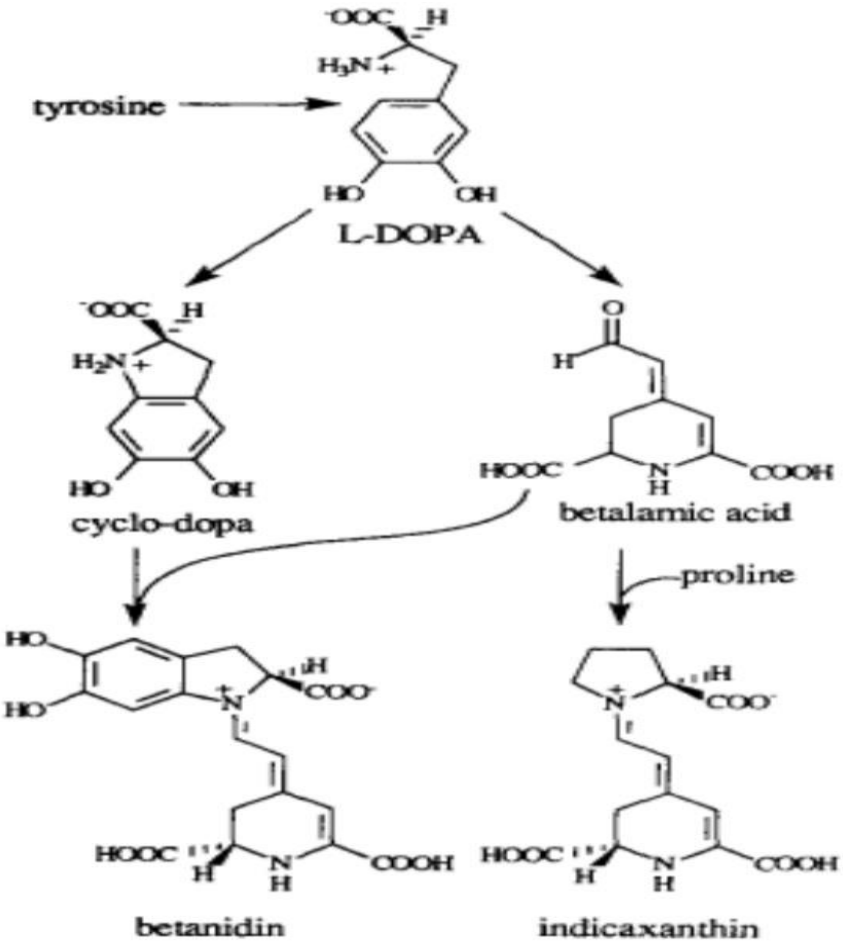
الشكل (2) البيتاسيانين (بيتانين).

توجد صبغة البيتالين في فجوات الأنسجة النباتية (أنسجة البشرة و/أو الأدمة) (Jackman وSmith، 1996) ويتراوح محتواها في الشوندر الأحمر بين 800 و1300 ملغ/ل (60% بيتانين و40% بيتاكزانثين) (Wruss وزملاؤه، 2015).

يبدأ التخليق الحيوي للبيتالين من جزيئين تيروزين (tyrosine)، حيث يتأكسد أحد الجزيئين إلى L-DOPA (L-3,4-dihydroxyphenylalanine) بواسطة إنزيم تيروزيناز (tyrosinase) ويتأكسد L-DOPA بدوره بشكل أكبر بواسطة نفس الإنزيم، ثم يعيد ترتيب نفسه ليشكل حلقة DOPA.

يخضع L-DOPA المتشكل من جزيء التيروزين الآخر لعملية إرجاع، الأمر الذي يؤدي لفتح الحلقة (حلقة DOPA المتشكلة من جزيء التيروزين الأول) وذلك في الموضع 4 و5 ليتشكل مركب غير مستقر (Seco- DOPA) الذي يغلق نفسه تلقائياً ليشكل حمض البيتالاميك حيث يتم تحفيز ذلك بواسطة إنزيم DOPA 4, 5 dioxygenase (Terradas وWyler، 1991؛ Schliemann وزملاؤه، 1998).

إن تكثيف حلقة DOPA مع حمض البيتالاميك ينتج عنه صبغة البيتاسيانين، بينما تكثيف حمض البيتالاميك مع الحمض الأميني (التيروزين) يعطي صبغة البيتاكزانثين (Stafford، 1994) الشكل (3).



الشكل (3) يوضح عملية التخليق الحيوي للبيتاسيانين والبيتاكزانثين.

إن جذور الشوندر الأحمر إحدى الخضار العشرة الرائدة في نشاطها المضاد للأكسدة، وتعد صبغة البيتالين من المركبات الأساسية التي تسهم في هذا النشاط (Cao وزملاؤه، 1996؛ Kujala وزملاؤه، 2000)، كما تساهم المجموعات الأمينية والهيدروكسيلية وكذلك المواد الفينولية في النشاط المضاد للأكسدة في عصير الشوندر الأحمر (Wu وزملاؤه، 2006) ويزداد هذا النشاط بازدياد عدد هذه المجموعات (Cai وزملاؤه، 2003).

تمت الموافقة على استخدام صبغة البيتالين كمادة ملونة للطعام من قبل الاتحاد الأوروبي وتم وسمه بالرمز E-162 (Roy وزملاؤه، 2004).

على الرغم من أن الأنثوسيانين هي الصبغة الطبيعية الأكثر انتشاراً والأكثر استخداماً والتي تعطي نطاق الأحمر الأرجواني، إلا أن صبغة البيتالين تعد أكثر استقراراً لدرجات الحموضة المرتفعة، كما تعد صبغة

البيتالين مناسبة للأطعمة قليلة الحموضة والتي يكون تلوينها بالأنثوسيانين غير ممكن (Stintizing وCarle، 2004).

كذلك استخدمت صبغة البيتاكزانثيين في بعض الحالات كملون غذائي لتعطي اللون الأصفر البرتقالي بدلاً من الكاروتينات وذلك بسبب ضعف قابلية الكاروتينات للذوبان في الماء (Azeredo، 2009).

2-2-8-2- الكاروتينويدات:

الكاروتينويدات أصبغة قابلة للذوبان بالدهون (Westphal وBöhm، 2015) وتتميز بخصائص وظيفية رائعة، يوجد في الطبيعة أكثر من 600 نوعاً من الكاروتينويدات، تعود ألوان الفاكهة والخضار المحتوية على الكاروتينويدات للروابط المشتركة الثنائية وللمجموعات الوظيفية المختلفة الموجودة في جزيئات الكاروتينويدات (Khoo وزملاؤه، 2011)

يحتوي الشوندر الأحمر على كمية من الكاروتينويدات تبلغ حوالي 1.9ملغ/100غ ويقسم هذا المحتوى إلى 0.42 ملغ/100غ Xanthophyll و0.84 ملغ/100غ Carotene (Jeyanth وزملاؤه، 2014).

2-2-8-3- الفينولات الكلية:

تلعب المركبات الفينولية دوراً مضاداً للأكسدة ويبلغ محتواها في الشوندر الأحمر حوالي 225 ملغ حمض غاليك/100غ (Guldiken وزملاؤه، 2016) ومن هذه المركبات الفلافونونيدات (Vali وزملاؤه، 2007) والفولات (Jastrebova وزملاؤه، 2003).

ذكر Shyamala وJamuna (2010) أن محتوى البولي فينولات الكلية في الشوندر الأحمر يتراوح بين (220 و250 ملغ/100غ)، وقد تبين في دراسة أجريت عن بعض أنواع المركبات الفينولية في عصير الشوندر الأحمر ومزائجه احتواء عصير الشوندر على كميات كبيرة من المركب الفينولي pyrogallol (El-Dakak وزملاؤه، 2016).

2-3- الخصائص الوظيفية للشوندر الأحمر وعصيره:

أظهرت الدراسات العلمية أن لتناول الشوندر الأحمر وعصائره العديد من الخصائص الوظيفية منها:

- ❖ خفض ضغط الدم والوقاية من أمراض القلب والأوعية الدموية: وذلك لمحتواه من النترات غير العضوية الغذائية (Webb وزملاؤه، 2008؛ Ganeshrao، 2018).
- ❖ تحسين كفاءة العضلات ومقاومة التعب وقدرة التحمل عند الرياضيين: وذلك من خلال العنصر النشط في الشوندر الأحمر NO3 والذي يتم اختزاله عن طريق البكتريا الموجودة في اللعاب إلى أوكسيد النتريك NO وإن زيادة مستوى أوكسيد النتريك ذو الآثار الإيجابية بالنسبة للعضلات وقدرة التحمل، بالإضافة لكونه يقلل من ضغط الدم وقت الراحة (Kapil وزملاؤه، 2010).
- ❖ الوقاية من السرطان: يلعب الشوندر الأحمر دوراً في الوقاية من السرطان وذلك من خلال مضادات الأكسدة ودورها الكابح للجذور الحرة كما أن لصبغة Betalain دوراً هاماً في التقليل من الأذى الناتج من أكسدة الشحوم (Delgado وزملاؤه، 2000؛ Reddy وزملاؤه، 2005).

يحتوي الشوندر على الحمض الأميني البيتين ذو الخصائص المضادة للسرطان، كما يلعب الشوندر الأحمر دوراً في إزالة السموم من خلال مركب الكولين الموجود في عصير الشوندر حيث أنّ تناول عصير الشوندر بانتظام يزيل سموم الجسم لذلك سمي بأفضل صديق للكبد فهو بذلك يقي من سرطان الكبد والقولون (Kumar، 2015).

لوحظت قدرة الشوندر الأحمر على الحماية من الأمراض المرتبطة بالتقدم بالعمر وذلك لغناه بأحماض الفينول ذات القدرة العالية المضادة للأكسدة (Ravichandran وزملاؤه، 2013).

- ❖ تأثير مضاد للميكروبات ومضاد للفيروسات: وذلك من خلال صبغة البيتالين (Georgiev وزملاؤه، 2010)، وقد ذكر Rauha وزملاؤه (2000) في دراسة أجراها بأن مستخلصات الشوندر الأحمر أظهرت نشاطاً مضاداً للميكروبات مثل *Staphylococcus aureus* و*Escherichia coli* كما لاحظ تأثيراً مضاداً للفيروسات.
- ❖ خفض مستويات الكولسترول الضار LDL: وذلك من خلال زيادة مقاومة أكسدة البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة (Tesoriere وزملاؤه، 2004)، وقد لوحظت قدرة الشوندر على خفض LDL ورفع مستويات الكولسترول الجيد HDL في الجسم (Koul وزملاؤه، 2002).

❖ آثار منشطة: إن للشوندر الأحمر آثاراً منشطة فهو مغذي، ومنشط للجهاز الهضمي بأكمله وكذلك منشط لإنتاج الهرمونات الجنسية للإنسان لغناه بالبورون (Socaciu، 2008).

إن شرب عصير الشوندر بانتظام يساعد على تخفيف الإمساك المزمن من خلال البيتالين الذي يعمل على توازن الحموضة في المعدة ويسهل عملية الهضم (Kumar، 2015).

استخدم الشوندر الأحمر منذ آلاف السنين لأغراض طبية كالإمساك وعلاج رائحة الفم الكريهة والسعال والصداع (Neha وزملاؤه، 2018).

❖ علاج أمراض الكلى: يستخدم عصير الشوندر الأحمر كعلاج طبيعي لطرد حصوات الكلى والمثانة (Sharma وزملاؤه، 2011)، ذكر Grubben وDenton (2004) أنه تم استخدام الشوندر إلى جانب عصير الجزر في علاج أمراض الكلى، وبأن لعصير الشوندر ميزة ممتازة كمطهر مما يساعد في علاج الأمراض المزمنة.

❖ تحسين وظائف الكبد: إن وجود كلٍّ من مركبات الفلافونويدات والفينولات الكلية في جذور الشوندر الأحمر وعصيره ونفاياته يجعل منه مصدراً غنياً بمضادات الأكسدة، لذا ينصح بإضافة مسحوق جذر الشوندر لمنتجات المخابز واستهلاكه كحمية روتينية لمرضى الكبد، كما ينصح بشرب عصير الجزر والشوندر الأحمر لتعزيز وظائف الكبد وزيادة نشاط الأنزيمات المضادة للأكسدة (Rabeh، 2015).

2-4- عصير الشوندر الأحمر:

2-4-1- الأهمية الغذائية للعصائر الطبيعية:

العصير الطبيعي هو عبارة عن العصارة الطبيعية لثمار الفاكهة والخضار السليمة والخالية من الإصابة الفطرية والحشرية والمحتوية على لب الثمرة كله أو جزءاً منه والخالية من البذور والقشور والألياف الخشنة والمعاملة بإحدى طرق الحفظ المناسبة إذا لم يتم استهلاك العصير مباشرة (أبو غرة وزملاؤه، 2011).

تعد عصائر الفاكهة والمشروبات الطبيعية ذات قيمة غذائية جيدة ومغذية بالإضافة لطعمها اللذيذ (Suaad وEmen، 2008)، كما تلعب دوراً مهماً في النظم الغذائية في كل من البلدان المتقدمة والنامية وخاصة بعد وجبات الطعام وفي مواسم الجفاف (Babajide وزملاؤه، 2013).

يتم استهلاك عصائر الفاكهة والمشروبات لنكهتها المميزة بالإضافة لكونها مصدراً للألياف القابلة للذوبان وغير القابلة للذوبان وللفيتامينات والمعادن (Righetto وBeeia، 1999)، كما أنها تحتوي على السكريات وبخاصة الأحادية والثنائية التي تعمل على إمداد الجسم بالطاقة الحرارية بالإضافة لغناها بالأملاح المعدنية والتي لها فعل منظم في المعدة (أبو غرة وزملاؤه، 2011).

2-4-2- عصير الشوندر الأحمر ومزائجه:

يستهلك الشوندر عادة في تحضير أنواع من المخللات والسلطات، بالرغم من عدم انتشار تصنيع الشوندر بشكل عصائر إلا أنه ونظراً لأهمية هذا المنتج من الناحية الغذائية وغناه بالعديد من العناصر المغذية فقد تم تصنيع هذا العصير بأشكال مختلفة منها العصير الطازج أو المعلب والمبستر ومنها الممزوج بعصائر أخرى لتحسين تقبل هذا المنتج، بالإضافة إلى إنتاج الملونات الطبيعية (البيتالين) المستخدمة تجارياً كصبغة طعام (Singh وHathan، 2013).

يعد عصير الشوندر الأحمر من المنتجات القيمة جداً نظراً لاحتواءه العديد من المركبات النشطة بيولوجياً وخاصة البيتالين، الأمر الذي شجع على استهلاك مثل هذا العصير (Kazimierczak وزملاؤه، 2016).

تعد البسترة الحرارية من الطرائق الآمنة لتمديد فترة صلاحية عصائر الفاكهة والخضار من خلال القضاء على الكائنات الحية الدقيقة والأنزيمات لضمان سلامة المنتجات (Kumar وزملاؤه، 2013).

تعد عملية مزج العصائر من أفضل الطرائق لتحسين الرائحة والطعم والجودة الغذائية من خلال تحسين محتوى الفيتامينات والمعادن اعتماداً على نوع ونوعية الفاكهة والخضار المستخدمة (Decarvalho وزملاؤه، 2007)، فضلاً عن كونها طريقة لإيجاد منتجات جديدة تلبي رغبة المستهلك من حيث المذاق والقيمة الغذائية.

تم تصنيع مزائج عديدة من العصائر الطبيعية في عدد من الدراسات وقد كان المكون الأساسي فيها عصير الشوندر الأحمر، في إحدى الدراسات تم مزج عصير الشوندر الأحمر مع فاكهة الباشن (Passion) لتحضير شراب جاهز للتحضير وقد أظهرت النتائج بقاء هذا الشراب مقبولاً حسياً وميكروبياً لمدة 180 يوماً (Kathiravan وزملاؤه، 2014).

كذلك قام Jumde وزملاؤه (2015) باستخلاص عصيري البطيخ والشوندر الأحمر ومزجهما بنسب مختلفة وقد تم ضبط نسبة المواد الصلبة الذائبة إلى 12 بريكس ثم تصفية العصير الممزوج والبسترة عند درجة حرارة 80مْ لمدة 3 دقائق ثم التخزين المبرد لمدة 30 يوم وقد أظهرت نتائجه أن مزج عصير الشوندر الأحمر مع عصير البطيخ أدى إلى تعزيز جودة المنتج وقد كانت أفضل نسبة مزج من الناحية الحسية 75% عصير البطيخ و 25% عصير الشوندر الأحمر، كما بقي المنتج آمناً من الناحية الميكروبيولوجية خلال فترة التخزين.

وفي دراسة أجراها (Banigo وزملاؤه، 2015) حيث قام بتصنيع شراب بمزائج مختلفة تراوحت بين 50 و90% من حليب الصويا وبين 10 و40% عصير الجزر ونسبة ثابتة من عصير الشوندر الأحمر وهي 10% وأظهرت نتائج التقييم الحسي أن الشراب المكون من 90% حليب صويا و10% عصير شوندر أحمر كان الأفضل والأكثر قبولاً.

من جهة أخرى، استخلص El-Dakak وزملاؤه (2016) كلاً من عصائر الشوندر والتفاح والجزر ثم قام بتصفية وتركيز كل منها إلى 64 بريكس ومزج هذه العصائر المركزة بنسب محددة ثم تمديدها إلى درجة 14 بريكس وحفظها عن طريق البسترة عند درجة حرارة 90 ْم لمدة 25 ثانية والتخزين المبرد للعينات عند درجة حرارة 5 ْم لمدة 21 يوماً.

وفي أبحاث أخرى تمت معاملة عصير الشوندر الأحمر مع (عصير الليمون، الزنجبيل، جوزة الطيب) وكانت عينة عصير الشوندر المضاف لها 30% عصير الليمون، 4% الزنجبيل، و2% جوزة الطيب هي الأفضل من الناحية الحسية (Emelike وزملاؤه، 2016).

من جهة أخرى، قام Porto وزملاؤه (2017) باستخلاص عصير الشوندر الأحمر دون تركيزه في حين قام بتركيز عصير البرتقال ثم تمديده إلى 12 بريكس، تم المزج ثم البسترة عند درجة حرارة 70ْم لمدة 30 دقيقة والتخزين المبرد للعينات عند درجة حرارة 4 ْم لمدة 30 يوماً، أظهرت النتائج أن إضافة عصير الشوندر الأحمر إلى عصير البرتقال بنسبة (1:1) أدت إلى رفع محتوى المزيج من المواد الفعالة حيوياً ومضادات الأكسدة حيث بلغت نسبة الفينولات الكلية في المزيج 484 ميكروغرام حمض غاليك/ مل، وبلغ النشاط المضاد للأكسدة 2083 ميكروغرام Trolox/مل) كما كان التقييم الحسي للمزائج جيداً مقارنة مع الشاهد.

وفي دراسة أخرى تم فيها مزج عصير الشوندر الأحمر مع فاكهة الجامون (Jamun) بنسب مختلفة كان أفضلها نسبة 75% عصير الشوندر:25% عصير الجامون وذلك من الناحية الحسية والقيمة الغذائية (Ansari وزملاؤه، 2017)

2-5- تأثير التصنيع والتخزين في المركبات الفعالة حيوياً والنشاط المضاد للأكسدة في العصائر المصنعة:

2-5-1- صبغة البيتالين:

تعد صبغة البيتالين الصبغة الأساسية المسؤولة عن اللون في جذور الشوندر الأحمر، ويتأثر استقرار هذه الصبغة بعوامل داخلية مختلفة مثل محتوى الصبغة، الرقم الهيدروجيني، المعادن، النشاط الإنزيمي ومحتوى الرطوبة، وكذلك بعوامل خارجية مثل درجة الحرارة، الضوء والأوكسجين (Herbach وزملاؤه، 2006؛ Stintzing وCarle، 2006).

بيّن Delgado وزملاؤه (2000) كيفية تأثر ثباتية صبغة البيتالين في الوسط بالعوامل المختلفة ومنها رقم الـ pH حيث تكون صبغة البيتالين أكثر ثباتاً عند pH بين (3.5 و7)، بينما يقلل التسخين من ثباتية الصبغة، أما بالنسبة للضوء فيزداد معدل تدهور صبغة البيتالين بنسبة 15.6% عند التعرض للضوء بدرجة حرارة 15 درجة مئوية وتتفكك الصبغة كلياً بالأشعة فوق البنفسجية أو بأشعة غاما، كما يؤثر النشاط المائي في ثباتية صبغة البيتالين حيث يحسّن النشاط المائي المنخفض من هذه الثباتية، وأيضاً الأوكسجين إذ يزداد تفكك صبغة البيتانين في الظروف الهوائية.

وجد Kathiravan وزملاؤه (2015) أن درجة حرارة البسترة أدت إلى انخفاض معنوي في صبغة البيتالين وذلك بمعدل 36.39 و30.18 للبيتاكزانثين والبيتانين على التوالي، كما وجد (Porto وزملاؤه، 2017) في دراسته على عصير الشوندر الممزوج مع عصير البرتقال أن عملية البسترة أدت الى انخفاض معنوي في محتوى البيتانين بحوالي 18%، كما أنه لاحظ وجود انخفاضاً معنوياً عند ($P<0.05$) في محتوى البيتالين أثناء التخزين المبرد، وقد أشار الباحثون إلى أن درجة الحرارة هي العامل الأكثر تأثيراً في صبغة البيتالين ضمن حدود الرقم الهيدروجيني الأمثل، كما أشار الباحثون إلى أن عمليات التصنيع التي تؤدي إلى تغير في محتوى البيتالين يترتب عليها تغير في لون الطعام وكذلك في النشاط المضاد للأكسدة.

ذكرت دراسات أخرى أن درجة الحرارة تلعب دوراً مهماً في استقرار البيتالين حيث يزداد تدهور البيتالين مع زيادة في درجة الحرارة (Garcia-barrera وزملاؤه، 1998؛ Herbach وزملاؤه، 2006).

يحتوي الشوندر الأحمر على العديد من أنزيمات الأكسدة الذاتية مثل ß- غلوكوزيداز (ß - glucosidases)، بوليفنوكزيداز (Polyphenoloxidases) وبيروكسيداز (Peroxidases) والتي إذا لم يتم إبطال مفعولها بشكل صحيح قد تؤدي إلى تدهور البيتالين وفقدان اللون (Escribano وزملاؤه، 2002).

ذكر Drunkler وزملاؤه (2006) أن صبغة البيتالين في الشوندر الأحمر تتأثر بشدة بالظروف البيئية كما أن عدم وجود ضوء يؤدي لاستقرارها بشكل أكبر.

لاحظ Czapski وزملاؤه (2009) تبايناً كبيراً في العصائر المستخرجة من الشوندر الأحمر من حيث قدرتها المضادة للأكسدة ومحتوى الأصبغة الحمراء والصفراء، حيث كان هناك ارتباط كبير بين القدرة المضادة للأكسدة ومحتوى الصبغة الحمراء(البيتانين) بينما كان الارتباط أقل مع محتوى الصبغة الصفراء (البيتاكزانثين).

ذكر Gokhale وLele (2011) أن صباغ البيتاكزانثين في الشوندر الأحمر أكثر ثباتية من صباغ البيتاسيانين.

2-5-2- الكاروتينويدات الكلية:

تعد الكاروتينويدات من الأصبغة المسؤولة عن اللون الأصفر البرتقالي وهي كغيرها من الأصبغة تتأثر بالعديد من العوامل، حيث أنه قد يترتب على عمليات التصنيع تأثيرات إما سلبية أو إيجابية في محتوى الكاروتينويدات (Westphal وBöhm، 2015).

أشار Bechoff وزملاؤه (2010) إلى أن درجة الحرارة والأوكسجين يلعبان دوراً هاماً في معدل تناقص الكاروتنيويدات وكذلك النشاط المائي ولكن دوره أقل في ذلك، كما أشار إلى أن الكاروتنيويدات تتناقص خلال التخزين، بينما بينت دراسة أجريت حول تأثير التخزين في مزائج مختلفة من عصير الشوندر والجزر والتفاح عند درجة حرارة 5 ْم لمدة 21 يوماُ عدم ظهور فروق معنوية عند ($P<0.05$) في محتوى الكاروتينويدات (El-Dakak وزملاؤه، 2016).

2-5-3- الفينولات الكلية:

تعد البولي فينولات مركبات غير ثابتة (Talcott وزملاؤه، 2003) حيث تتغير هذه المركبات بعد الحصاد وخلال عمليات التخزين والتصنيع (Rossi وزملاؤه، 2003) مما يؤثر في نشاطها البيولوجي (Barbara وزملاؤه، 2005).

دُرس تأثير التصنيع التجاري والمنزلي في ثباتية الفينولات، فوجد أن تأثيره في الفينولات الكلية يعتمد على طريقة التصنيع ونوع المركبات الفينولية (Kormin، 2005)، وقد يعتمد أيضاً على نوعية المادة الغذائية (Rickman وزملاؤه، 2007) كما لوحظ وجود اختلافات في تأثير العمليات التصنيعية في المحتوى من الفينولات حيث كان إيجابياً في بعض الأحيان وسلبياً أحياناً أخرى وفي بعض الحالات لم يكن له أي تأثير.

أما بالنسبة لتأثير التخزين المبرد في المحتوى من الفينولات فقد لاحظ (Porto وزملاؤه، 2017) وجود انخفاض معنوي في محتوى الفينولات أثناء تخزين عصير الشوندر الممزوج مع البرتقال، كذلك ذكر (El-Dakak وزملاؤه، 2016) أن كل المركبات الفينولية تتناقص خلال التخزين وأن الانخفاض في البولي فينولات ينتج عن أكسدتها وعن البلمرة مع البروتين.

ذكر Shyamala و Jamuna (2010) أن استخلاص البولي فينولات الكلية باستخدام الميتانول أفضل من استخلاصها بالإيتانول أو الماء، بينما ذكر Diem-do وزملاؤه (2014) أنّ استخلاص المركبات الفينولية ذات النشاط المضاد للأكسدة بالإيتانول بتركيز 100% يعطي نتائج أفضل من الميتانول عند تقدير النشاط المضاد للأكسدة بطريقة DPPH.

يتأثر محتوى جذور الشوندر الأحمر من البولي فينولات والنشاط المضاد للأكسدة بالأصناف، ظروف النمو وظروف ما بعد الحصاد، كما يتأثر محتوى المكونات الفعالة حيوياً بالتركيب الكيميائي للتربة (مثل محتوى العناصر المعدنية، الدبال والظروف المناخية) (Kavalcová وزملاؤه، 2015).

2-5-4- النشاط المضاد للأكسدة:

مضادات الأكسدة: عبارة عن كوابح للجذور الحرة المتولدة خلال تفاعلات الأكسدة المخربة (Andallu و Varadachryulu، 2003).

وتتصف مضادات الأكسدة بقدرتها على منح بروتون (H^+) للجذور الحرة فترجع إلى مركبات ثابتة في حين تتحول مضادات الأكسدة إلى جذور غير فعالة ($A^{\cdot}$) (Gordon، 2001) كما هو موضح بالمعادلة التالية (Simpson، 2006):

$$LOO^{\cdot} + AH \longrightarrow (\text{antioxidant}) \quad LOOH + A^{\cdot}$$

وقد وضح (Scalbert وزملاؤه، 2002) أن عمل مضادات الأكسدة يكون وفقاً لعدة آليات:

- ❖ خفض تشكل جذور (ROS) أو ما يطلق عليه بالأوكسجين التفاعلي، و(RNS) أو ما يطلق عليه بالنيتروجين التفاعلي، ويطلق عليهما معاً (RONS) وإن آلية الحماية ضدهما أمر مهم في الحفاظ على صحة جيدة.
- ❖ ربط أيونات المعادن التي تعد وسيط لتوليد (ROS)، وكبح أشكال (ROS) و(RNS)، إعادة تنظيم مضادات الأكسدة الأنزيمية (أنظمة الدفاع الذاتية)، وإصلاح الضرر الناتج عن أكسدة الجزيئات البيولوجية.

وقد ذكرت إحدى الدراسات أن استهلاك عصير الشوندر الغني بالمركبات المضادة للأكسدة قد يساعد في تصحيح التوازن بين إنتاج RONS والحماية الذاتية عندما يكون الجسم تحت ضغط التأكسد (Peter وزملاؤه، 2011).

يختلف تأثير التصنيع في النشاط المضاد للأكسدة في الأغذية فأحياناً ينخفض وأحيانًا يزداد وقد لا يتأثر (Kormin، 2005) وربما يعود ذلك بشكل أساسي إلى فقد في مضادات الأكسدة الطبيعية الموجودة، أو إلى وجود مركبات مضادة للأكسدة ثابتة تجاه الحرارة، أوتشكل مركبات جديدة لها خواص مضادة للأكسدة مثل منتجات تفاعل ميلارد (Nicoli وزملاؤه، 1999).

إن تقدير المركبات ذات النشاط المضاد للأكسدة بطريقة DPPH تتأثر بالعديد من العوامل منها نوع وكمية المذيب المستخدم في إذابة هذه المركبات، محتوى الماء، تركيز أيونات المعادن، تركيز أيون الهيدروجين (Dawidowicz وزملاؤه، 2012)

تعد الثمار الطازجة أغنى المصادر الطبيعية بمضادات الأكسدة، وتؤدي عمليات استخلاص العصير من ثمارها إلى انخفاض نشاطها المضاد للأكسدة عما هو عليه في الثمار (Borowska وزملاؤه، 2005).

الفصل الثالث
مواد وطرائق البحث

MATYERIALS & METHODS

3- مواد وطرائق البحث:

نُفِذ هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة دمشق، خلال عام 2018 م.

3-1- مواد البحث:

استخدم في تنفيذ الدراسة الشوندر الأحمر، الموز، والجزر حيث تم الشراء من السوق المحلية لمدينة دمشق.

3-1-1- المواد الكيميائية:

كاشف فولين (Sigma)، هكسان (Ricdel-deHaen)، ميتانول(PSR Panreac)،1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) DPPH (BIO CHEMICAL-BDH).

3-2- طرائق البحث:

3-2-1- تحضير عصير الشوندر الأحمر ومزائجه:

تصنيع عصير الشوندر الأحمر: غُسل الشوندر الأحمر ثم قُشر وقُطّع إلى قطع مناسبة واسُتخلص العصير منه بواسطة عصارة جزر نوع (General Star-Germany).

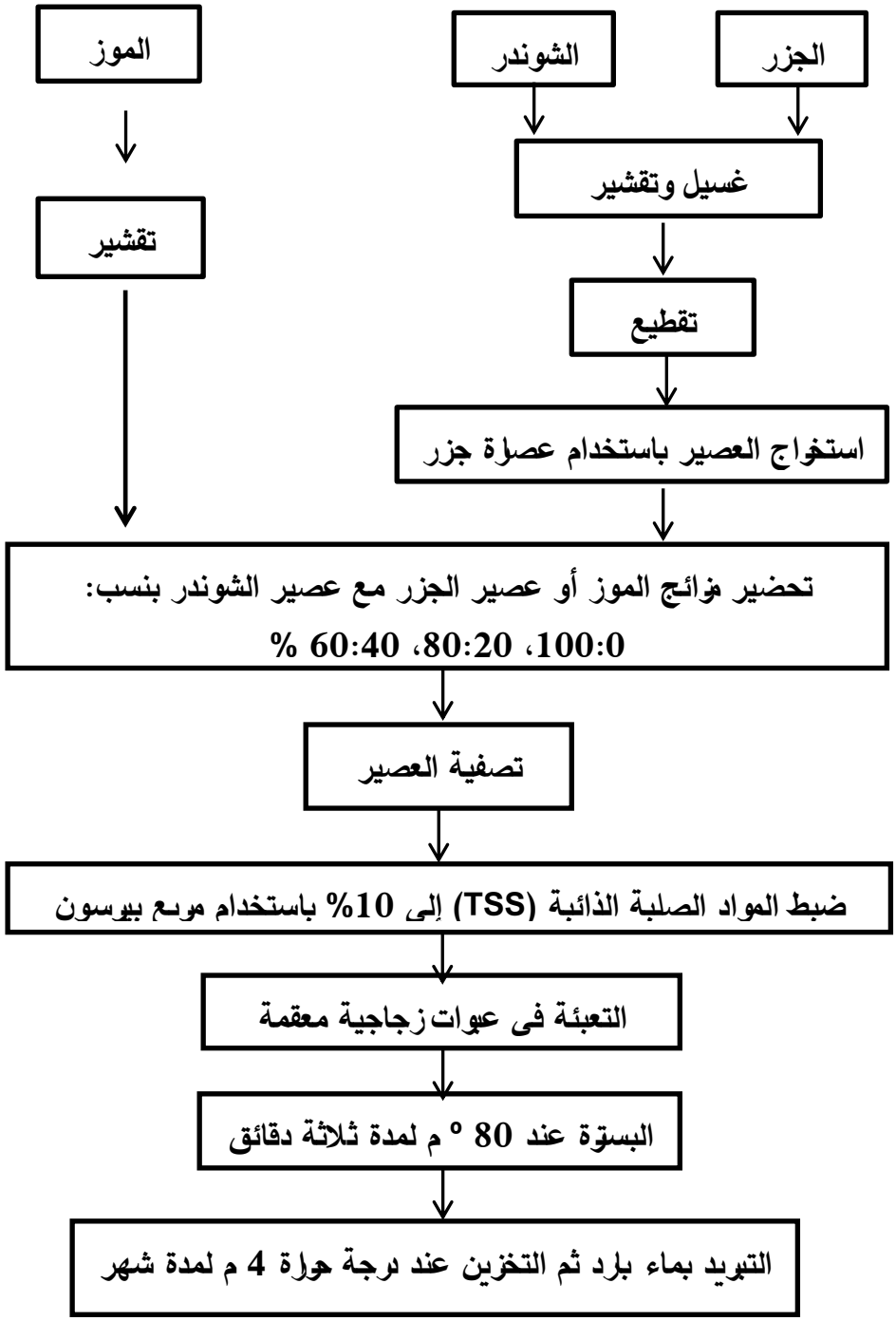
تصنيع عصير الجزر: حُضر عصير الجزر كما في الشوندر الأحمر باستخدام نفس العصارة السابقة.

تصنيع مزائج عصير الشوندر الأحمر: أُجريت عملية المزج لعصير الشوندر الأحمر مع الموز ومع عصير الجزر باستخدام خلاط نوع (هنديكوSyria-Safety motor) بنسب مختلفة وفقاً للجدول (1):

الجدول (1): نسب إضافة الموز وعصير الجزر إلى عصير الشوندر الأحمر.

رمز العينة	العينات	عصير الشوندر%	الموز%	عصير الجزر%
T0	شاهد	100	0	0
Tb1	شوندر: موز	80	20	0
Tb2	شوندر: موز	60	40	0
Tc1	شوندر: جزر	80	0	20
Tc2	شوندر: جزر	60	0	40

تمت تصفية المزائج وضُبط تركيز المواد الصلبة الذائبة لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه مع الموز أو عصير الجزر إلى 10% بريكس وذلك باستخدام السكروز حيث تم تحديد الكمية المضافة وفقاً لمربع بيرسون، عُبأ العصير في عبوات زجاجية معقمة وأُجريت عملية البسترة للمعاملات وذلك عند درجة حرارة 80ºم مدة 3 دقائق ثم بُردت العبوات في ماء مثلج، وخُزنت بدرجة حرارة 4ºم لمدة 30 يوماً حسب (Mestry وزملاؤه، 2011).



المخطط (1): مخطط تصنيع عصير الشوندر الأحمر ومزائجه مع الموز أو عصير الجزر

3-2-2- تقدير التركيب الكيميائي:

3-2-2-1- تقدير درجة الحموضة pH:

تم تقدير درجة الحموضة للعصير ومزائجه باستخدام جهاز pH meter بدرجة حرارة 20ْ م، وقد تمت معايرة الجهاز بمحاليل منظمة (AOAC، 2005).

3-2-2-2- تقدير المواد الصلبة الذائبة (°Brix) Total Soluble Solids:

تم قياس المواد الصلبة الذائبة باستخدام الرفراكتومتر بدرجة حرارة 20ْم، نُظف موشور الرفراكتومتر بالماء المقطر بعد كل تحليل (AOAC، 2005).

3-2-2-3- تقدير المحتوى من البيتالين Betalain:

قُيّم محتوى البيتالين في عصير الشوندر الأحمر المصنع ومزائجه وفق الطريقة المقترحة من قبل (Kathiravan وزملاؤه، 2014) مع إجراء تعديل على نسب التخفيف وفق ما يلي:

أُخذ 1مل من العينة وأُكمل الحجم إلى 100 مل الماء المقطر، ثم أُخذت قراءة الامتصاصية للعصير الممدد عند أطوال الموجات التالية 538 و480 و700 نانومتر باستخدام المطياف الضوئي.

حُسب محتوى البيتالين باستخدام المعادلة المقترحة من قبل (Cai وCorke، 1999)

$$\text{محتوى البيتالين(ملغ/ل)} = \frac{A \times DF \times MW \times 1000}{E \times L}$$

حيث أنّ:

A: الامتصاصية النهائية بعد تصحيح الامتصاصية بطول موجة 700 نانومتر.

DF: عامل التخفيف.

MW: الوزن الجزيئي وهو 550 غ/مول للبيتانين و 308 غ/مول للبيتاكزانثين.

E: معامل الامتصاص وهو60000 مول/ل للبيتانين و48000 مول/ل للبيتاكزانثين.

L: طول الممر الضوئي لوعاء العينة مقدراً بـ 1 سم

3-2-2-4-تقدير الكاروتينويدات الكلية:

قُدرت الكاروتينويدات باستخدام الطريقة الطيفية وفقاً لطريقة (Kumar وزملاؤه، 2013) حيث تم وزن5 غ من عينة العصير، ومُزجت مع 20مل أسيتون ووضعت في الظلام لمدة 10 دقائق ثم صُفيت المحتويات باستخدام ورق ترشيح، وأُضيف للناتج 20 مل أسيتون مرتين لاستخلاص الأصبغة ثم أُضيف 20 مل من الهكسان لاستخلاص الصبغة بشكل كامل. نُقل المستخلص الذي تم جمعه إلى قمع فصل وبعد 5 دقائق تم التخلص من الطبقة المائية ونُقلت طبقة الهكسان إلى قارورة بحجم 250 مل وأُكمل الحجم بالهكسان حتى العلامة. أُضيف القليل من كبريتات الصوديوم اللامائية لإزالة آثار الماء من طبقة الهكسان وقُرأت الامتصاصية A عند طول موجة 450 نانومتر مقابل شاهد الهكسان.

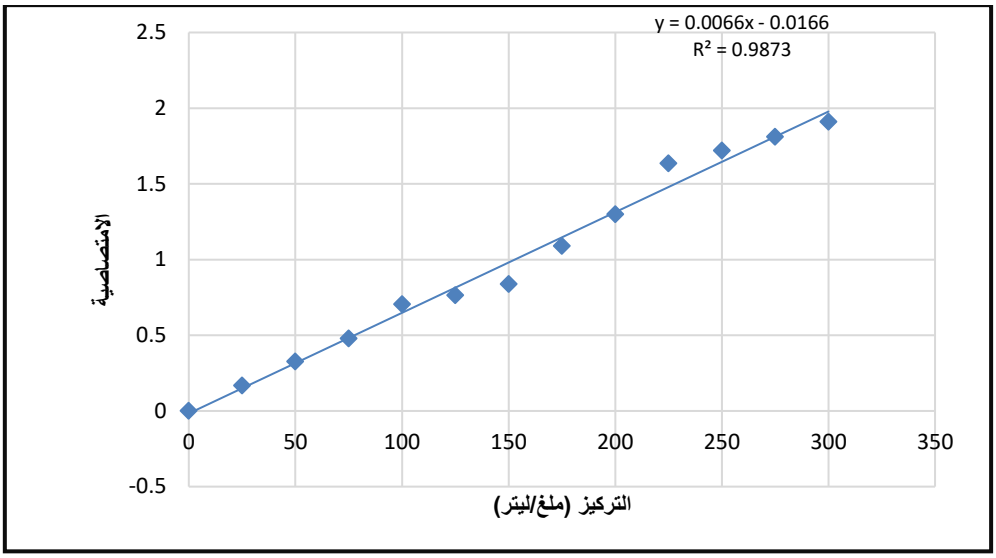
قُدّر المحتوى الكلي الكاروتينويدات لكل عينة باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{محتوى الكاروتينويدات (ميكروغرام/100مل)} = \frac{A\times 250\times 1000\times 100}{\text{وزن العينة}\times 250}$$

3-2-2-5- تقدير الفينولات الكلية:

اسُتخلصت الفينولات الكلية وفقاً لطريقة (Wada وOu، 2002) مع بعض التعديلات. أُخذ 1غ من العينة، وأُضيف إليها 30 مل ميتانول ومُزجت بشكل جيد لمدة 15 دقيقة بدرجة حرارة الغرفة باستخدام محرك مغناطيسي على السرعة القصوى وبعدها ثُفلت العينة بجهاز طرد مركزي مخبري (3000 rpm) وأُخذ السائل الرائق للتحليل.

قُدرت الفينولات كمياً باستخدام طريقة Folin–Ciocalteu المستخدمة من قبل (Asami وزملاؤه، 2003) مع بعض التعديل، حيث أُخذ 2 مل من العينة التي سبق تحضيرها وأُضيف لها 3 مل من الماء المقطر و0.2 مل من كاشف فولين ووضعت في دورق حجمي معياري سعة 10مل. رُج المزيج باستخدام محرك الأنابيب لمدة دقيقتين، ثم أُضيف بعدها 4 مل من كربونات الصوديوم (7 %) وأُكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة. خُلط المزيج السابق وتُرك لمدة ساعتين على حرارة الغرفة، ثم رُشح وقيست الامتصاصية باستخدام المطياف الضوئي عند طول موجة 750 نانومتر.



الشكل (4) المنحني المعياري لتعيين الفينولات الكلية

استعمل حمض الغاليك كمحلول معياري مرجعي لتحضير المنحني المعياري بتراكيز تتراوح بين (0–400 ملغ/ل) وحسبت معادلة المنحني المعياري ($y = 0.0066x - 0.0166$) ومعامل الارتباط R^2 (= 0.9873) وعُبر عن النتائج بـ ملغ مكافئ حمض غاليك/100غ عينة الشكل (4).

3-2-2-6- تقدير النشاط المضاد للأكسدة (% لكبح الجذر الحر DPPH):

حُدد النشاط المضاد للأكسدة بطريقة DPPH وفقاً لما أشار إليه (Kathiravan وزملاؤه، 2014).

حيث أُخذ 0.1 مل من العينة ومُزجت مع 2.9 مل من محلول DPPH (تركيزه 0.004 %) واستخدم الميتانول كشاهد.

حُرك المزيج بعناية لمدة دقيقة وتُرك بدرجة حرارة 37°م لمدة 30 دقيقة في الظلام وبعد ذلك قيست الامتصاصية باستخدام المطياف الضوئي مقابل الشاهد عند طول موجة 517 نانومتر.

حُسبت القدرة على كبح الجذور DPPH باستخدام المعادلة التالية:

$$\%\text{النشاط المضاد للأكسدة} = \frac{\text{امتصاصية الشاهد} - \text{امتصاصية العينة}}{\text{امتصاصية الشاهد}} \times 100$$

3-2-3- تقدير الخواص الفيزيائية:

3-2-3-1-تقدير اللون:

تم قياس المتغيرات اللونية لعصير الشوندر باستخدام جهاز Hunter نوع (RM 441- Japan) المصدر الضوئي D_{65} وأداة المعايرة قرميدة قياسية مقدمة من الشركة المصنعة، استخدام لذلك طبق بتري قطر 7سم وحجم عينة 10 مل.

وعُبر عن قيم اللون في مقياس CIE، بحيث يشير L^* إلى فتاحة اللون lightness وa^* تشير إلى الأحمر و-a* تشير إلى الأخضر، b^* تشير إلى الأصفر، -b* تشير إلى الأزرق (Kathiravan وزملاؤه، 2015).

3-2-3-2- تقدير اللزوجة:

تم اختبار اللزوجة الظاهرية للمحاليل باستخدام مقياس اللزوجة بروكفيلد باستخدام مغزل L2 وبمعدل دوران من 100 دورة /دقيقة عند درجة حرارة 25 ْم (Janiszewska وWáodarczyk، 2013).

3-2-4- التقييم الحسي:

تم تحديد الجودة الحسية باستخدام 5 نقاط وفقاً لـ (ISO 13299، 2003) وذلك للمؤشرات التالية (طعم، رائحة، لون، قوام وقبول عام)، تم اختيار 10 متطوعين مدربين وتقديم العينات بحجم 100 مل للتحكيم بين عينات العصائر الممزوجة المعاملة حرارياً والشاهد (الطازج والمبستر) وذلك في بداية فترة التخزين، كما تم تقييم العينات التي تم تصنيعها في نهاية فترة التخزين، وإعطاء الدرجات التالية: الدرجة 5 ممتاز، الدرجة 4 جيد، الدرجة 3 متوسط، الدرجة 2 ضعيف، الدرجة 1 غير مقبول.

3-2-5- الاختبارات الميكروبيولوجية:

تم إجراء الاختبارات الميكروبيولوجية على عينات عصير الشوندر الأحمر ومزائجه في الزمن 0، 15، 30 يوماً (وفق ثلاثة مكررات).

نُفذ اختبار العد الكلي للميكروبات باستخدام بيئة الآغار المغذي Nutrient agar وتم التحضين عند درجة حرارة 37ْم مدة 3 أيام، بينما نُفذ اختبار عد الخمائر والفطريات باستخدام بيئة آغار دكستروز

البطاطا Potatos Dextrose Agar (P.D.A) وتم التحضين عند درجة حرارة 30ْم مدة 3 أيام، في حين أُجري اختبار الكوليفورم باستخدام بيئة الآغار البنفسجي الأحمر والأصفر (Violet Red Bile Agar) وتم التحضين عند درجة حرارة 37 ْم لمدة 48 ساعة (Anon، 2000).

أجري التخيف اللازم (10^{-1}) للعينات المبسترة وذلك بأخذ 1مل من العينة وإضافتها إلى 9 مل من سائل التخفيف (ماء مقطر معقم)، وبوساطة ماصة معقمة تم وضع 1 مل من كل من العينات المخففة في أطباق بتري معقمة بواقع ثلاثة مكررات لكل عينة ووضع فوق كل منها كمية كافية من البيئة المناسبة المحضرة والمعقمة مسبقاً بالأتوكلاف (عند درجة حرارة 121ْم/20 دقيقة) وذلك بعد وصول درجة حرارة البيئة إلى 45 ْم، تم تحريك الأطباق مع عقارب الساعة وعكسها وتركت لتتصلب فوق سطح أفقي مستو ثم تم بعد ذلك تحضينها وهي مقلوبة، وبعد انتهاء فترة التحضين تم عد المستعمرات في الأطباق وحسب متوسط المكررات الثلاثة لكل عينة وضُرب هذا المتوسط بمقلوب التخفيف حيث تعبر القيمة الناتجة عن عدد المستعمرات في 1مل، وقد تم تحويل القيمة إلى (لغ cfu/مل).

3-2-6- التحليل الاحصائي:

- ❖ نُفذت الاختبارات السابقة بثلاثة مكررات وعُبر عنها كمتوسطات ± الانحراف المعياري باستخدام برنامج SPSS.
- ❖ نُفذ اختبار تحليل التباين باستخدام One Way Anova، وتُبع باختبار Tukey لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات عند مستوى معنوية 5%.

الفصل الرابع
النتائج والمناقشة
RESULTS & DISCUSSION

4-النتائج والمناقشة:

4-1- دراسة التركيب الكيميائي والفيزيائي لعصير الشوندر الأحمر الطازج والمبستر:

تظهر النتائج في الجدول (2) التركيب الكيميائي لعصير الشوندر الأحمر الطازج والمبستر. يُعد رقم الحموضة أحد المؤشرات على جودة العصير والتي تشير إلى مدى استقرار المركبات النشطة حيوياً فيه (Sanchez-Moreno وزملاؤه، 2006) وقد بلغت درجة حموضة (pH) العصير لعينة الشوندر الأحمر الطازج 6.14 وهذا يتوافق مع ما وجده (Grahn، 1984) حيث أشار إلى أن درجة حموضة (pH) الشوندر الأحمر تتراوح بين (5.30 و6.60)، ولم تظهر أي فروق معنوية عند ($P<0.05$) في درجة حموضة العصير نتيجة عملية البسترة حيث بلغت درجة حموضة عينة الشوندر الأحمر المبستر 6.13.

بلغت النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة لعصير الشوندر الطازج 6.8 بريكس وهي متوافقة مع النسبة التي أشار إليها (Harrill، 1998) بأن نسبة الموادالصلبة الذائبة في الشوندر تتراوح ما بين 6 و12 بريكس بينما تم ضبط النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة لعصير الشوندر المبستر إلى 10 بريكس.

كما يوضح الجدول (2) محتوى الشوندر الأحمر الطازج والمبستر من المواد الفعالة حيوياً. إذ بلغ محتوى عصير الشوندر الأحمر الطازج من البيتانين والبيتاكزانثين 546.22 و367.19 ملغ/ل على التوالي وهذا يتوافق مع ما أشار إليه (Wruss وزملاؤه، 2015)، وقد أدت عملية البسترة إلى انخفاض معنوي عند ($P<0.05$) في محتوى البيتانين والبيتاكزانثين بنسبة 10 و11% على التوالي، حيث بلغ محتوى عصير الشوندر الأحمر المبستر من البيتانين والبيتاكزانثين 489.16 و327.97 ملغ/ل على التوالي، إن الانخفاض في محتوى البيتالين في عصير الشوندر الأحمر المبستر مقارنة مع عصير الشوندر الأحمر الطازج ناتج عن عملية البسترة وذلك وفقاً لما أشار إليه (Delgado وزملاؤه، 2000) و(Herbach وزملاؤه، 2006).

أما الكاروتينويدات فقد بلغ محتواها 1880ميكروغرام/100مل في عصير الشوندر الأحمر الطازج وقد توافق المحتوى مع نتائج (Jeyanth وزملاؤه، 2014) في دراسته التي أجريت عن تقدير الكاروتينويدات في مجموعة من الخضار منها الشوندر الأحمر، كما أدت عملية البسترة إلى انخفاض معنوي عند($P<0.05$) في محتوى الكاروتينويدات والذي بلغ 1800ميكروغرام/100مل في عصير الشوندر الأحمر المبستر وكانت نسبة هذا الانخفاض 4%، ويعود هذا الانخفاض في محتوى الكاروتينويدات في

الشوندر الأحمر المبستر مقارنة مع الشوندر الأحمر الطازج إلى درجة حرارة البسترة حيث أشار (Bechoff وزملاؤه، 2010) إلى أن درجة الحرارة تلعب دوراً في تناقص المحتوى من الكاروتينويدات.

الجدول (2) التركيب الكيميائي والفيزيائي لعصير الشوندر الأحمر الطازج والمبستر (على أساس الوزن الرطب)

المؤشر المدروس		عصير الشوندر الأحمر الطازج	عصير الشوندر الأحمر المبستر
درجة الحموضة (pH)		6.14±0.01 a	6.13 ±0.02 a
المواد الصلبة الذائبة Brix		6.8±0.01	10±0
البيتالين (ملغ/ل)	البيتانين (ملغ/ل)	546.22±3.4 a	489.16±1.5 b
	البيتاكزانثين (ملغ/ل)	367.19±1.4 a	327.97±6.5 b
كاروتينويدات (ميكروغرام/100مل)		1880±5.7 a	1800±17 b
فينولات كلية (ملغ حمض غاليك/100غ)		171.18±0.3 a	167.55±0.6 b
% النشاط المضاد للأكسدة		67.49±0.2 a	42.5±0.7 b
لزوجة (CP) سنتيبواز		3.8±0.2 a	3.9±0.14 a
اللون	L*	20.09±0.02 b	22.85±0.01 a
	a*	0.79±0.03 a	0.82 ±0.01 a
	b*	1.60±0.01 a	1.70±0.03 a

تشير الأحرف المتشابهة ضمن السطر الواحد إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية (P<0.05)

كان محتوى عصير الشوندر الأحمر الطازج من الفينولات الكلية 171.18 ملغ حمض غاليك/100غ وهو أقل من محتوى الفينولات الكلية لعصير الشوندر الأحمر المدروس من قبل (Guldiken وزملاؤه، 2016) والذي بلغ 225 ملغ حمض غاليك/100غ وربما يعود ذلك لاختلاف الصنف المستخدم، بينما بلغ محتوى عصير الشوندر الأحمر المبستر من الفينولات الكلية 167.55 ملغ حمض غاليك/100غ، حيث بلغت نسبة الانخفاض 2% وقد كان الانخفاض معنوياً عند (P<0.05) في محتوى الفينولات الكلية في عصير الشوندر الأحمر المبستر مقارنة مع عصير الشوندر الأحمر الطازج ويعود ذلك لاختلاف ثباتية الفينولات المختلفة أثناء التصنيع (Kormin، 2005).

بلغ النشاط المضاد للأكسدة في عصير الشوندر الأحمر الطازج 67.49% وقد بينت نتائج (Venkatachalam وزملاؤه، 2014) في الدراسة التي أجريت عن النشاط المضاد للأكسدة لمجموعة من الفاكهة والخضار في منطقة جنوب الهند ومنها الشوندر الأحمر بأن النشاط المضاد للأكسدة بطريقة DPPH بلغ 43.12%، وربما يعود هذا الاختلاف بين النتائج وهذه الدراسة إلى الصنف والعوامل المحيطة وفقاً لما أشار إليه (Kavalcová وزملاؤه، 2015).

كما أدت عملية البسترة إلى انخفاض معنوي عند (P<0.05) في النسبة المئوية للنشاط المضاد للأكسدة في عصير الشوندر الأحمر المبستر، حيث بلغ 42.5%. وبلغت نسبة الانخفاض حوالي 37%، وربما يعود ذلك إلى ما ذكره Stintzing وCarle (2006) بأن درجة الحرارة هي العامل الأكثر تأثيراً في صبغة البيتالين ضمن حدود الرقم الهيدروجيني الأمثل وأن عمليات التصنيع التي تؤدي إلى تغير في محتوى البيتالين يترتب عليها تغير في لون الطعام وكذلك في النشاط المضاد للأكسدة، وكذلك لحدوث انخفاض في محتوى عصير الشوندر الأحمر المبستر من الفينولات الكلية والكاروتينويدات اللذان يلعبان دوراً مضاداً للأكسدة.

يبين الجدول (2) الخصائص الفيزيائية لعينة الشوندر الأحمر الطازج والمبستر. حيث بلغت قيمة اللزوجة مقدرة بالسنتيبواز (cp) لعصير الشوندر الأحمر الطازج والمبستر 3.8 و3.9 على التوالي وذلك باستخدام جهاز بروكفيلد حيث لم تظهر أي فروق معنوية عند (P<0.05) في لزوجة العينتان. في حين تم قياس اللون باستخدام جهاز Hunter وقد بلغت قيمة *L (20.09 و22.85) وبلغت قيمة *a (0.79 و0.82) وقيمة *b (1.60 و1.70) وذلك لعينتي الشوندر الأحمر الطازج والمبستر على التوالي، وقد أظهرت النتائج وجود فرق معنوي عند (P<0.05) في قيمة *L حيث أدت عملية البسترة إلى زيادة قيمة *L زيادة معنوية (P<0.05) بنسبة 14% ما يعني زيادة فتاحة لون عصير الشوندر الأحمر المبستر ويعود ذلك إلى تناقص صبغة البيتالين نتيجة لعملية التسخين (Kathiravan وزملاؤه، 2014)، في حين كانت الفروق غير معنوية عند (P<0.05) في قيم كلٍّ من *a و*b.

4-2- التركيب الكيميائي لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه:

يبين الجدول (3) التركيب الكيميائي لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه ومحتواه من المركبات الفعالة حيوياً.

بلغت درجة حموضة عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد) 6.13، ولم يكن لإضافة عصير الجزر أي تأثير معنوي عند مستوى(P<0.05)، في حين أدت عملية إضافة الموز بنسبة 20% و40% إلى عصير الشوندر الأحمر إلى انخفاض درجة حموضة المزيج انخفاضاً معنوياً عند (P<0.05) حيث انخفضت درجة الحموضة إلى 5.42 عندما كانت نسبة إضافة الموز 40% الجدول (3). وأشار Grahn (1984) إلى أن درجة حموضة الموز تتراوح بين (4.50 و5.20) وهي بذلك أقل من درجة

حموضة الشوندر الأحمر التي تتراوح بين (5.30 و6.60)، بينما تتراوح درجة حموضة الجزر بين (5.88 و6.40).

توضح النتائج في الجدول (3) محتوى عصير الشوندر الأحمر المبستر(الشاهد) من المركبات الفعالة حيوياً، حيث بلغ محتواه من البيتانين والبيتاكزانثين 489.16 و327.97 ملغ/ل على التوالي، أدت عملية إضافة كلٍّ من الموز وعصير الجزر إلى انخفاض معنوي ($P<0.05$) في محتوى البيتانين والبيتاكزانثين مقارنة بعينة الشاهد، وقد ازدادت نسبة الانخفاض مع زيادة نسبة المزج، حيث تراوح مجال الانخفاض في كلٍّ من محتوى البيتانين والبيتاكزانثين حوالي (25–26%) عند نسبة إضافة 20% موز أو عصير جزر وقد ازدادت نسبة الانخفاض إلى حوالي (41–42%) عند نسبة إضافة 40% موز أو عصير جزر، ويعد هذا الانخفاض انعكاساً لنسبة عصير الشوندر الأحمر في العصير المحضر حيث أن الشوندر الأحمر هو المصدر الأساسي لصبغة البيتالين (بيتانين وبيتاكزانثين) (Ramos وزملاؤه، 2018) في حين لا يحتوي كلٌّ من الموز والجزر عليها.

تمت دراسة محتوى عصير الشوندر الأحمر ومزائجه من الكاروتينويدات، حيث بلغ محتوى الكاروتينويدات في الشاهد 1800ميكروغرام/100مل، وأدت عملية إضافة الموز إلى انخفاض معنوي عند مستوى ($P<0.05$) في محتوى المزيج من الكاروتينويدات مقارنة مع عينة الشاهد، وهذا عائد لفقر الموز بهذه الصبغة حيث يبلغ محتوى الموز منها 10.62ميكروغرام/100غ (Melo وزملاؤه، 2006)، وبلغت نسبة الانخفاض في محتوى الكاروتينويدات 9% عند إضافة الموز بنسبة 20% ووصلت نسبة الانخفاض إلى 18% عندما ازدادت نسبة إضافة الموز إلى 40%.

من جهة أخرى، أثرت إضافة عصير الجزر بشكل إيجابي في رفع نسبة الكاروتينويدات في المزائج مقارنة مع الشاهد، وهذا عائد إلى أن محتوى عصير الجزر من الكاروتينويدات مرتفع مقارنة بنسبته في عصير الشوندر الأحمر، وقد أشار Jeyanth وزملاؤه (2014) إلى أن محتوى عصير الجزر من الكاروتينويدات يبلغ 18.3ملغ/100غ، بينما يبلغ في عصير الشوندر 1.9ملغ/100غ. ووصلت نسبة الزيادة في محتوى المزيج من الكاروتينويدات إلى حوالي3 أضعاف محتواها في عينة الشاهد وذلك عند نسبة إضافة بلغت 20% عصير الجزر وحوالي 5 أضعاف عند نسبة إضافة 40% عصير الجزر.

وفي دراسة أجريت على عصير الشوندر ومزائجه مع التفاح والجزر، بلغ محتوى الكاروتينويدات في الشاهد 18.33 ملغ/ل وقد أدت عملية المزج مع عصير الجزر بنسبة 20% إلى رفع هذا المحتوى إلى 55.03 ملغ/ل (El-Dakak وزملاؤه، 2016).

الجدول (3): التركيب الكيميائي لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه (على أساس الوزن الرطب)

العينات		T0	Tb1	Tb2	Tc1	Tc2
درجة الحموضة (pH)		6.13 ±0.02^{a}	5.60±0.01^{b}	5.42±0.05^{c}	6.09±0.06^{a}	6.14±0.03^{a}
البيتالين (ملغ/ل)	البيتانين (ملغ/ل)	489.16±1.5^{a}	359.91±0.5^{c}	281.53±1.5^{d}	366.1±4.4^{b}	288.75±1^{d}
	البيتاكزانثين (ملغ/ل)	327.97±6.5^{a}	244.96±2.7^{b}	191.06±2^{c}	242.8±3.1^{b}	192.26±2.4^{c}
الكاروتينويدات (ميكروغرام/100مل)		1800±17^{c}	1640±8.5^{d}	1480±11.3^{e}	5040±22.6^{b}	8282±73.5^{a}
الفينولات الكلية (ملغ حمض غاليك/100غ		167.55±0.6^{b}	163±0.6^{c}	147.55±2.6^{d}	175.87±1^{a}	178.68±0.3^{a}
النشاط المضاد للأكسدة (%)		42.5±0.7^{a}	38.15±0.2^{b}	25.93±0.1^{d}	40.83±1.2^{a}	28.06±0.5^{c}

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في السطر الواحد.

T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر(الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20%، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

يظهر الجدول (3) محتوى عصير الشوندر الأحمر المبستر ومزائجه من الفينولات الكلية، فقد بلغ محتوى الشاهد من الفينولات الكلية 167.55 ملغ حمض غاليك/100غ، وقد كان لإضافة الموز تأثيراً سلبياً في محتوى العصير الناتج من الفينولات الكلية، بينما كان لعصير الجزر تأثيراً إيجابياً في ذلك، حيث وصلت نسبة الانخفاض إلى 3 و12% عندما كانت نسبة إضافة الموز 20 و40% على التوالي مقارنة مع محتوى الفينولات الكلية في الشاهد، في حين وصلت نسبة الزيادة في محتوى عصير الشوندر الأحمر الممزوج مع عصير الجزر من الفينولات الكلية إلى حوالي 5% و7% عندما كانت نسبة إضافة عصير الجزر20 و40% على التوالي، وهذا الاختلاف عائد إلى اختلاف محتوى الموز وعصير الجزر من الفينولات الكلية حيث أشار Melo وزملاؤه (2006) إلى أن محتوى الفينولات الكلية في الموز يتراوح بين 44.46 و52.02 ملغ مكافىء حمض غاليك/100غ وذلك تبعاً لصنف الموز، بينما أشار Marinova وزملاؤه (2005) إلى أن محتوى الفينولات الكلية في عصير الجزر يبلغ 96 ملغ مكافىء حمض

غاليك/100غ، كما يمكن أن يعزى ذلك أيضاً إلى اختلاف ثباتية الفينولات المختلفة أثناء التصنيع (Kormin، 2005).

ترافق محتوى مزائج عصير الشوندر الأحمر من المركبات الفعالة المدروسة مع النشاط المضاد للأكسدة، وقد تفوقت عينة الشاهد والتي بلغت 42.5% على باقي العينات من حيث النشاط المضاد للأكسدة ($P<0.05$)، في حين انخفض النشاط المضاد للاكسدة في باقي العينات ويعزى سبب الانخفاض في النشاط المضاد للأكسدة إلى انخفاض صبغة البيتالين حيث ذكر (Czapski وزملاؤه، 2009) بأن النشاط المضاد للأكسدة في عصير الشوندر الأحمر يرتبط جيداً مع محتواه من الأصبغة الحمراء، كما أن النشاط المضاد للأكسدة يتأثر بالعديد من العوامل مثل الحرارة والأكسجين والدهون ومكونات الغذاء الأخرى (Pokorny، 2001) بالإضافة إلى تركيب وتركيز هذه المركبات المضادة للأكسدة الموجودة في المادة الغذائية (Bruijn وزملاؤه، 2008).

4-3- دراسة تأثير التخزين المبرد في الخصائص الكيميائية لعصير الشوندر ومزائجه:

4-3-1- درجة الحموضة pH:

يبين الجدول (4) عدم وجود تأثير معنوي عند ($P<0.05$) لفترة التخزين في تغير رقم الحموضة لعصير الشوندر الأحمر المحضر ومزائجه المختلفة.

الجدول (4): درجة حموضة عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد.

العينات	فترة التخزين (يوم)		
	0	15	30
T0	6.13 ± 0.02^{a}	6.09 ± 0.03^{a}	6.01 ± 0.04^{a}
Tb1	5.6 ± 0.01^{a}	5.49 ± 0.05^{a}	5.44 ± 0.06^{a}
Tb2	5.42 ± 0.05^{a}	5.42 ± 0.04^{a}	5.34 ± 0.05^{a}
Tc1	6.09 ± 0.06^{a}	6.01 ± 0.04^{a}	5.97 ± 0.04^{a}
Tc2	6.14 ± 0.03^{a}	6.09 ± 0.02^{a}	6.03 ± 0.05^{a}

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في السطر الواحد.

T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20 %، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

توافقت النتائج مع (El-Dakak وزملاؤه، 2016) في دراسته التي أجراها على مزائج عصير الشوندر الأحمر مع عصير الجزر والتفاح، كذلك في دراسة أجريت على مزائج لعصير البرتقال والجزر لم يلاحظ وجود تغيرات معنوية عند ($P<0.05$) في رقم الحموضة خلال التخزين (Rivas وزملاؤه، 2006)، وربما ويعود ذلك إلى تثبيط نشاط الأحياء الدقيقة والأنزيمات نتيجة بسترة العصير (Kumar وزملاؤه، 2013).

4-3-2- المواد الصلبة الذائبة TSS:

أثرت عملية تخزين عصير الشوندر الأحمر المبستر ومزائجه بشكل معنوي عند ($P<0.05$) في النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة (TSS) مع مرور الزمن الجدول (5)، حيث لوحظ وجود تزايد معنوي في نسبة المواد الصلبة الذائبة للعينات بنسبة زيادة تتراوح بين (8 و15%) في نهاية فترة التخزين، وربما يعود ذلك إلى التحلل المائي للسكريات الثنائية والمتعددة إلى سكريات بسيطة وهذا يتوافق مع (Jumde وزملاؤه، 2015؛ El-Dakak وزملاؤه، 2016).

الجدول (5): المواد الصلبة الذائبة لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد.

العينات	فترة التخزين (يوم)		
	0	15	30
T0	10 ± 0.0^{b}	10.5 ± 0.1^{ab}	10.8 ± 0.3^{a}
Tb1	10 ± 0.3^{b}	10.6 ± 0.3^{ab}	11.0 ± 0.0^{a}
Tb2	10 ± 0.0^{c}	10.8 ± 0.0^{b}	11.5 ± 0.7^{a}
Tc1	10 ± 0.0^{b}	10.7 ± 0.1^{a}	10.8 ± 0.3^{a}
Tc2	10 ± 0.3^{c}	10.8 ± 0.3^{b}	11.5 ± 0.7^{a}

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في السطر الواحد.

T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20%، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1 عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

4-3-3- صبغة البيتالين:

يبين الجدول (6) تأثير مدة التخزين المبرد في محتوى عينات عصير الشوندر الأحمر المبستر ومزائجه من البيتانين، حيث لوحظ وجود انخفاض معنوي عند ($P<0.05$) في كلٍّ من المؤشرين لجميع المعاملات

في نهاية فترة التخزين المبرد وهذا يتوافق مع نتائج (Porto وزملاؤه، 2017) في دراسته عن تأثير التخزين المبرد في محتوى مزائج عصير الشوندر الأحمر والبرتقال من البيتانين والبيتاكزانثين.

بلغ معدل الانخفاض في محتوى البيتانين لعينة الشاهد 24% في نهاية فترة التخزين المبرد، وقد ساهمت عملية إضافة الموز في تقليل هذا المعدل إلى 15% مقارنة بالشاهد في نهاية فترة التخزين المبرد عندما كانت إضافة الموز بنسبة 20% وإلى 18% عندما كانت إضافة الموز بنسبة 40%، كما أدت عملية إضافة عصير الجزر في تقليل معدل انخفاض البيتانين إلى 17% عندما كانت إضافة الجزر بنسبة 20%، وإلى 22% عندما كانت إضافة الجزر بنسبة 40% وذلك بالمقارنة مع معدل انخفاض البيتانين في الشاهد في نهاية فترة التخزين المبرد.

الجدول (6): محتوى البيتانين مقدراً بـ (ملغ/ل) في عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد.

العينات	فترة التخزين (يوم)		
	0	15	30
T0	489.16 ± 1.5^{a}	427.33 ± 2.4^{b}	370.57 ± 2.9^{c}
Tb1	359.91 ± 0.5^{a}	350.97 ± 1.5^{b}	306.25 ± 1.4^{c}
Tb2	281.53 ± 1.5^{a}	272.25 ± 0^{b}	229.97 ± 0.5^{c}
Tc1	366.1 ± 4.4^{a}	353.72 ± 1.5^{b}	304.57 ± 4.9^{c}
Tc2	288.75 ± 1^{a}	279.47 ± 0.5^{b}	225.85 ± 4.4^{c}

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في السطر الواحد.

T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20%، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1 عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

أما بالنسبة لمحتوى البيتاكزانثين في العينات فقد تناقص أيضاً خلال فترة التخزين المبرد، وقد بلغ معدل انخفاض البيتاكزانثين في الشاهد 24% في نهاية فترة التخزين، ساهمت إضافة الموز بنسبة 20% في تقليل هذا المعدل إلى 20% مقارنة بالشاهد، بينما ساهمت إضافة عصير الجزر بنسبة 20% في تقليله إلى 18% مقارنة بالشاهد وذلك في نهاية فترة التخزين المبرد، في حين لم تساهم إضافة الموز أو عصير الجزر بنسبة 40% بشكل كبير في تقليل معدل الانخفاض في نهاية فترة التخزين المبرد.

الجدول (7): محتوى البيتاكزانثين (ملغ/ل) في عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال التخزين المبرد.

العينات	فترة التخزين (يوم)		
	0	15	30
T0	327.97 ± 6.5^{a}	286.59 ± 11.9^{b}	249.53 ± 1^{c}
Tb1	244.96 ± 2.7^{a}	236.06 ± 3.7^{b}	194.90 ± 1.3^{c}
Tb2	191.06 ± 2^{a}	179.99 ± 1.4^{b}	145.87 ± 2^{c}
Tc1	242.80 ± 3.1^{a}	235.82 ± 2.7^{a}	199.48 ± 1^{b}
Tc2	192.26 ± 2.4^{a}	187.69 ± 1.4^{a}	147.16 ± 2^{b}

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في السطر الواحد

T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20%، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

4-3-4- الكاروتينويدات:

أبدت نتائج الاختبارات تأثر محتوى عصير الشوندر الأحمر ومزائجه من الكاروتنيويدات خلال فترة التخزين المبرد، حيث لوحظ وجود انخفاض معنوي عند مستوى دلالة 5%، وقد بلغ معدل انخفاض الكاروتنيويدات في الشاهد 3% في نهاية فترة التخزين المبرد.

أشار Bechoff وزملاؤه (2010) إلى أن الكاروتنيويدات تتناقص خلال التخزين وأن درجة الحرارة والأوكسجين يلعبان دوراً هاماً في معدل التناقص، في حين أن النشاط المائي له دوراً أقل في ذلك.

لم تساهم عملية إضافة الموز في تقليل معدل انخفاض الكاروتنيويدات في نهاية فترة التخزين المبرد وقد بلغ معدل الانخفاض 9%عند نسبة إضافة موز 20% و13% عند إضافة الموز بنسبة 40%، في حين تراوح معدل انخفاض الكاروتنيويدات بين 2 و3% في نهاية فترة التخزين عند إضافة عصير الجزر.

يعود هذا الاختلاف في ثباتية الكاروتنيويدات في نهاية فترة التخزين وفقاً لما أشار إليه Boon وزملاؤه (2010) بأن العوامل التي تلعب دوراً في أكسدة الكاروتنيويدات عديدة ومنها الحرارة، الضوء، الأكسجين، الحمض، المعادن الانتقالية، التفاعلات مع الأنواع الجذرية والتأكسد التلقائي.

الجدول (8): محتوى الكاروتنيويدات (ميكروغرام/100مل) في عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال التخزين المبرد.

العينات	فترة التخزين (يوم)		
	0	15	30
T0	1800±17^{a}	1780±2.8^{a}	1740±11.3^{b}
Tb1	1640±8.5^{a}	1560±8.5^{b}	1490±2.8^{b}
Tb2	1480±11.3^{a}	1420±2.8^{b}	1294±8.5^{c}
Tc1	5040±22.6^{a}	4980±31.11^{ab}	4922±5.7^{b}
Tc2	8282±73.5^{a}	8080±2.8^{b}	8060±2.8^{b}

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في السطر الواحد

T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20%، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1 عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

4-3-5- الفينولات الكلية:

أظهرت النتائج في الجدول (9) تغير محتوى الفينولات الكلية خلال مدة التخزين المبرد حيث أبدت انخفاضاً معنوياً ($P<0.05$) في جميع العينات مع زيادة مدة التخزين المبرد.

كان معدل انخفاض محتوى الفينولات الكلية في عينة الشاهد 22%، وساهمت عملية إضافة عصير الجزر بشكل أفضل من إضافة الموز في تقليل معدل انخفاض محتوى الفينولات الكلية في نهاية فترة التخزين المبرد وذلك من 27%عند إضافة الموز بنسبة 20% إلى 23%عند إضافة عصير الجزر بنفس النسبة إلى عصير الشوندر الأحمر، ومن 26%عند إضافة الموز بنسبة 40% إلى 22%عند إضافة عصير الجزر بنفس النسبة إلى عصير الشوندر الأحمر.

تعد البولي فينولات مركبات غير ثابتة (Talcott وزملاؤه، 2003) حيث تتغير هذه المركبات بعد الحصاد وخلال عمليات التخزين والتصنيع (Rossi وزملاؤه، 2003).

الجدول (9): محتوى الفينولات الكلية (ملغ حمض غاليك /100غرام) في عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال التخزين المبرد.

العينات	فترة التخزين (يوم)		
	0	15	30
T0	167.55±0.6^{a}	157.55±0^{b}	130.28±0.6^{c}
Tb1	163±0.6^{a}	161.87±1^{a}	119.41±0.8^{b}
Tb2	147.55±2.6^{a}	111.18±3.9^{b}	108.46±0.6^{b}
Tc1	175.87±1^{a}	161.64±0.6^{b}	136.64±1.9^{c}
Tc2	178.68±0.3^{a}	172.55±1.3^{b}	138.68±0.3^{c}

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في السطر الواحد

T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20%، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

4-3-6- النشاط المضاد للأكسدة:

يبين الجدول (10) النسبة المئوية للنشاط المضاد للأكسدة، حيث لوحظ وجود انخفاض معنوي للنشاط المضاد للأكسدة في نهاية فترة التخزين المبرد عند مستوى معنوية 5% وذلك لجميع العينات، وقد كان معدل انخفاض النشاط المضاد للأكسدة في الشاهد 27% في نهاية فترة التخزين، ساهمت عملية إضافة عصير الجزر بشكل أفضل من إضافة الموز في تقليل معدل انخفاض النسبة المئوية للنشاط المضاد للأكسدة في نهاية فترة التخزين المبرد وذلك من 45%عند إضافة الموز بنسبة 20% إلى 26%عند إضافة عصير الجزر بنفس النسبة إلى عصير الشوندر الأحمر، ومن 48%عند إضافة الموز بنسبة 40% إلى 28%عند إضافة عصير الجزر بنفس النسبة إلى عصير الشوندر الأحمر، ويعود ذلك لغنى الجزر بالمركبات الفينولية ولدور هذه المركبات في كبح الجذور الحرة (yuting وزملاؤه، 1990).

الجدول (10): النسبة المئوية للنشاط المضاد للأكسدة لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد.

العينات	فترة التخزين (يوم)		
	0	15	30
T0	42.5 ± 0.7^{a}	35.52 ± 0.2^{b}	31.16 ± 0.3^{c}
Tb1	38.15 ± 0.2^{a}	24.31 ± 0.1^{b}	20.80 ± 0.3^{b}
Tb2	25.93 ± 0.1^{a}	19.92 ± 0.2^{b}	13.49 ± 0.2^{c}
Tc1	40.83 ± 1.2^{a}	31.82 ± 0.2^{b}	30.14 ± 0.6^{b}
Tc2	28.06 ± 0.5^{a}	24.64 ± 0.2^{b}	20.00 ± 0.2^{c}

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في السطر الواحد

T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20 %، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، c1 عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20 %، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

تمت دراسة علاقة الارتباط بين النشاط المضاد للأكسدة والمحتوى من المركبات الفعالة المدروسة (بيتانين، بيتاكزانثين، الكاروتينويدات ، فينولات كلية)، وقد لوحظ وجود علاقة ارتباط جيدة بين كل من النشاط المضاد للأكسدة والبيتانين والبيتاكزانثين والفينولات الكلية حيث بلغت قيمة عامل الارتباط (r) 0.79، 0.77، 0.71 على التوالي، في حين كانت علاقة الارتباط بين النشاط المضاد للأكسدة والمحتوى من الكاروتينويدات ضعيفة جداً (r=0.04) وهذا عائد إلى عدم وجود ارتباط بين تقدير النشاط المضاد للأكسدة بطريقة DPPH والمحتوى من الكاروتينويدات (Muller وزملاؤه، 2011).

4-4- دراسة تأثير التخزين المبرد في الخصائص الفيزيائية لعصير الشوندر ومزائجه:

4-4-1- اللون:

تمت دراسة تغيرات قيم *L لعصير الشوندر الأحمر المبستر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد الجدول (11) وقد وجدت فروق معنوية عند (P<0.05) حيث ازدادت قيم *L لجميع العينات في نهاية فترة التخزين ما يدل على زيادة فتاحة اللون، وقد بلغ مقدار الزيادة في قيم *L لعينة الشاهد 8% في نهاية فترة التخزين بينما بلغ مقدار الزيادة في قيم *L لباقي العينات بين 2% و3% إلا أنها بقيت الأكثر دكانة بين العينات ويرجع ذلك لكون محتوى الشاهد من صبغة البيتالين هو الأعلى بين العينات، فقد ذكر

(Kathiravan وزملاؤه، 2014) أن العامل الرئيسي في تغير مؤشرات اللون في عصير الشوندر الأحمر يرجع إلى صبغة البيتالين (بيتانين وبيتاكزانثين) وقد فسر ازدياد قيم *L في نهاية فترة التخزين نتيجة لتدهور صبغة البيتالين في عصير الشوندر الأحمر.

وجد (Porto وزملاؤه، 2017) في دراسته عن مزائج عصير الشوندر مع عصير البرتقال ازدياداً في قيم *L في نهاية فترة التخزين المبرد وقد أشار إلى أن العينات أصبحت ذات لون أفتح.

الجدول (11): قيم (*L) لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد.

العينات	قيمة *L خلال فترة التخزين (يوم)		
	0	15	30
T0	22.85±0.01^{c}	23.41±0.03^{b}	24.73±0.01^{a}
Tb1	30.49±0.01^{b}	30.55±0.02^{b}	31.22±0.01^{a}
Tb2	33.02±0.04^{b}	33.12±0.07^{b}	33.98±0.02^{a}
Tc1	28.81±0.01^{c}	29.00±0.04^{b}	29.80±0.01^{a}
Tc2	32.86±0.02^{b}	32.93±0.01^{b}	33.62±0.05^{a}

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في السطر الواحد

T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20 %، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1 عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

كما يظهر الجدول (12) تغيرات قيم *a لعصير الشوندر الأحمر المبستر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد حيث وجدت فروق معنوية عند ($P<0.05$) وقد زادت قيم *a في نهاية فترة التخزين ما يعني ازدياد الاحمرار، كان مقدار الزيادة في قيم *a لعينة الشاهد هو الأكبر في نهاية فترة التخزين حيث وصل إلى 43% بينما تراوح مقدار الزيادة في قيم *a لباقي العينات بين 17% و29%.

بيّن Porto وزملاؤه (2017) في نتائجه حول تأثير البسترة والتخزين في مؤشرات اللون في عصير الشوندر الأحمر ظهور زيادة في قيم *a وقد عزى ذلك إلى تدهور في صبغة البيتانين وتحول اللون من الأحمر إلى البني المصفر، كما وجد (Kathiravan وزملاؤه، 2014) زيادة في قيم *a في نهاية فترة التخزين المبرد لمزائج عصير الشوندر مع عصير البرتقال.

الجدول (12): قيم (*a) لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد.

العينات	قيمة *a خلال فترة التخزين (يوم)		
	0	15	30
T0	0.82±0.01 b	0.85±0.05 b	1.17±0.05 a
Tb1	1.05±0.01 b	1. 15±0.02 b	1.35±0.05 a
Tb2	2.31±0.02 b	2.35±0.01 b	2.90±0.03 a
Tc1	2.42±0.05 b	2.6±0.01 b	3.02±0.01 a
Tc2	3.60±0.03 b	3.9±0.03 b	4.22±0.01 a

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في السطر الواحد

T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20 %، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

الجدول (13): قيم (*b) لمزائج عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد.

العينات	قيمة *b خلال فترة التخزين (يوم)		
	0	15	30
T0	1.70±0.03 a	1.68±0.05 a	1.32±0.01 b
Tb1	2.71±0.01 a	2.20±0.02 b	1.96±0.01c
Tb2	3.91±0.01 a	3.72±0.03 a	2.89±0.01 b
Tc1	3.33±0.05 a	3.11±0.07 a	2.86±0.03 b
Tc2	4.00±0.01 a	3.83±0.01 a	3.22±0.02 b

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في السطر الواحد

T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20 %، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

يبين الجدول (13) تغيرات قيم *b لعصير الشوندر الأحمر المبستر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد حيث وجدت فروق معنوية عند ($P<0.05$) في قيم *b التي تشير إلى اللون الأصفر والتي انخفضت في نهاية فترة التخزين وقد تراوح معدل الانخفاض بين 14 و28%، توافقت هذه التغيرات في قيم *b مع (Kathiravan وزملاؤه، 2014) حيث وجد انخفاضاً في قيم *b في نهاية فترة التخزين المبرد.

ذكر Costa وزملاؤه (2017) إلى أن تغيرات قيم اللون (*L، *a، *b) ربما تكون ناتجة عن التفاعلات غير المؤكسدة للبولي فينولات والتي تؤدي إلى تشكل منتجات ملونة، كما ذكر أن تفاعلات ميلارد أو تشكل الميلانويدين قد تكون سبباً أيضاً في تغير هذه القيم.

4-4-2- اللزوجة:

تؤثر العديد من العوامل في جودة الأغذية المصنعة، وتعد عملية قياس اللزوجة وتتبعها أمر ضروري كونها مؤشر جودة مهم.

تمت درست لزوجة العينات مقدرة بالسنتيبواز CP حيث لم تظهر أي فروق معنوية عند ($P<0.05$) خلال مدة التخزين المبرد جدول (14).

أجريت دراسة عن تأثير التخزين في الخصائص الفيزيوكيميائية لمزائج عصير الشوندر الأحمر مع عصير الجزر وقد بينت نتائجها أن البسترة والتخزين لم يؤثران بشكل معنوي في لزوجة العصائر المصنعة (Dhaliwal وHira، 2001)، وفي دراسة عن مزائج عصير الشوندر مع عصير الجزر والتفاح أظهرت النتائج عدم وجود فرق معنوي في لزوجة العصائر خلال التخزين لمدة 14 يوم (El-Dakak وزملاؤه، 2016).

الجدول (14): قيم اللزوجة مقدرة بالسنتيبواز (centipoise) لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد.

العينات /الزمن	0	15	30
T0	3.9±0.14 a	3.8±0 a	3.8±0.14 a
Tb1	70±2.83 a	70±1.14 a	72±1.14 a
Tb2	72±0 a	72±2.8 a	74±1.4 a
Tc1	4.1±0.15 a	4.2±0.2 a	4.4±0.14 a
Tc2	4.6±0.2 a	4.8±0.14 a	4.8±0 a

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في السطر الواحد

T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20%، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

4-5- التقييم الحسي لعصير الشوندر ومزائجه:

يبين الجدول (15) نتائج التحليل الإحصائي للعينات المدروسة في بداية فترة التخزين، حيث لم تظهر فروق معنوية عند ($P<0.05$) بين عينات الشوندر الأحمر المبسترة والممزوجة مع الموز أو عصير الجزر، بينما تفوقت هذه العينات معنوياً عند ($P<0.05$) على كلٍّ من عصير الشوندر الأحمر الطازج والمبستر (بدون مزج) من حيث الطعم والرائحة والقوام والقبول العام، أما اللون لم يُظهر فروق معنوية ($P<0.05$) بين العينات المختلفة.

تفوقت Tb1 (20% موز) في الطعم والقوام والقبول العام مقارنة مع الشاهد، بينما أبدت عينة Tc2 (40% عصير جزر) قبولاً حسياً من حيث الرائحة مقارنة مع الشاهد.

الجدول (15): التقييم الحسي لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه في بداية فترة التخزين.

العينات	لون	طعم	رائحة	قوام	قبول عام
T	4.7 ± 0.5^{a}	2.4 ± 0.7^{c}	3.2 ± 1.1^{b}	3.6 ± 1^{b}	3.5 ± 0.6^{b}
T0	4.3 ± 0.5^{a}	3.5 ± 0.5^{b}	3.7 ± 1.2^{ab}	3.7 ± 1.1^{b}	3.8 ± 0.6^{b}
Tb1	4.4 ± 0.7^{a}	4.8 ± 0.4^{a}	4.6 ± 0.5^{a}	4.8 ± 0.4^{a}	4.7 ± 0.4^{a}
Tb2	4.4 ± 0.5^{a}	4.7 ± 0.5^{a}	4.5 ± 0.7^{a}	4.7 ± 0.5^{a}	4.6 ± 0.4^{a}
Tc1	4.5 ± 0.5^{a}	4.2 ± 0.4^{a}	4.3 ± 0.7^{a}	4.4 ± 0.5^{a}	4.4 ± 0.4^{a}
Tc2	4.4 ± 0.4^{a}	4.4 ± 0.7^{a}	4.7 ± 0.0^{a}	4.5 ± 0.7^{a}	4.5 ± 0.7^{a}

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في العمود الواحد

T عصير الشوندر الأحمر الطازج، T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20%، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

يظهر الجدول (16) التقييم الحسي للعينات المدروسة في نهاية فترة التخزين، حيث تفوقت عينات الشوندر الأحمر المبسترة والممزوجة مع الموز أو عصير الجزر على الشاهد في الطعم والقبول العام، لم تظهر فروق معنوية عند ($P<0.05$) بين العينات في مؤشري اللون والرائحة، بينما ظهر انخفاض معنوي في قوام (40 % موز) Tb2 مقارنة بباقي العينات.

الجدول (16): التقييم الحسي لعصير الشوندر الأحمر المبستر ومزائجه في نهاية فترة التخزين المبرد.

العينات	لون	طعم	رائحة	قوام	قبول عام
T0	4.3 ± 0.5^{a}	3.2 ± 0.6^{b}	3.9 ± 0.6^{ab}	3.9 ± 0.3^{ab}	3.8 ± 0.4^{b}
Tb1	4.2 ± 0.8^{a}	4.2 ± 0.6^{a}	4.1 ± 0.6^{a}	3.9 ± 0.7^{ab}	4.1 ± 0.6^{a}
Tb2	4.0 ± 0.7^{a}	4.0 ± 0.7^{a}	4.3 ± 0.5^{a}	3.5 ± 0.8^{b}	4.0 ± 0.5^{a}
Tc1	4.5 ± 0.5^{a}	4.2 ± 0.8^{a}	4.2 ± 0.4^{a}	4.4 ± 0.5^{a}	4.3 ± 0.4^{a}
Tc2	4.3 ± 0.7^{a}	4.0 ± 0.7^{a}	4.0 ± 0.8^{a}	4.4 ± 0.5^{a}	4.2 ± 0.5^{a}

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في العمود الواحد

T0عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20%، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1 عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

4-6- الاختبار الميكروبيولوجي لعصير الشوندر الأحمر ومزائجه:

4-6-1- التعداد الكلي للأحياء الدقيقة:

أظهرت الدراسة الميكروبية مدى صلاحية المنتج للاستهلاك، ويبين الجدول (17) التحليل الاحصائي لنتائج التعداد الكلي للميكروبات مقدرة بـ (لغ cfu/مل) خلال فترة التخزين حيث كان هناك فروق معنوية عند ($P<0.05$) فقد ازدادت أعداد الميكروبات مع زيادة فترة التخزين إلا أن جميعها كانت ضمن الحدود الآمنة والمسموح بها وذلك وفقاً لـ (المواصفة القياسية السورية، 2007) التي تنص بأن الحد المسموح به من التعداد العام للميكروبات في عصائر الفاكهة والخضار هو $5*10^{3}$ خلية /مل أو الغرام ويعود ذلك إلى تطبيق عملية البسترة على العينات مما ساهم في زيادة فترة الصلاحية، حيث أن البسترة الحرارية هي واحدة من الطرق الآمنة لتمديد فترة صلاحية عصائر الفاكهة والخضار من خلال تعطيل الكائنات الحية الدقيقة والأنزيمات لضمان سلامة المنتجات (Kumar وزملاؤه، 2013)، كما أن لصبغة البيتالين تأثيراً مضاداً للميكروبات وفقاً للباحث (Georgiev وزملاؤه، 2010).

وفي دراسة تمت على مزائج عصير البطيخ الأحمر مع عصير الشوندر الأحمر أظهرت نتائج الاختبار الميكروبي ازدياد التعداد الكلي للميكروبات في نهاية فترة التخزين المبرد إلا أنها بقيت ضمن الحدود الآمنة و المسموح بها (Jumde وزملاؤه، 2015).

الجدول (17): التعداد الكلي للأحياء الدقيقة (لغ cfu/مل) في عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد.

العينات /الزمن	0	15	30
T0	1.65±0.01[b]	1.87±0.04 [a]	1.95±0.14[a]
Tb1	1.17±0.03[b]	1.69 ±0.0 [a]	1.77±0.07[a]
Tb2	1.54±0.0 [c]	1.77±0.01[b]	1.95±0.02[a]
Tc1	1.17±0.08 [b]	1.30±0.08[b]	1.65±0.07[a]
Tc2	1.27±0.28[b]	1.54±0.14[a]	1.69±0.08[a]

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في السطر الواحد

T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20%، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

4-6-2- التعداد الكلي للخمائر والفطريات:

يبين الجدول (18) التحليل الاحصائي لنتائج عد الخمائر والفطريات مقدرة بـ (لغ cfu/مل) خلال فترة التخزين حيث ظهرت زيادة معنوية عند ($P<0.05$) في أعدادها مع زيادة فترة التخزين إلا أن جميعها بقيت ضمن الحدود الآمنة والمسموح بها وذلك وفقاً لـ (المواصفة القياسية السورية، 2007) التي تنص بأن الحد المسموح به من الخمائر والفطريات في عصائر الفاكهة أو الخضار المصنعة هو 100 خلية /مل أو الغرام.

الجدول (18): التعداد الكلي للخمائر والفطريات (لغ cfu/مل) في عصير الشوندر الأحمر ومزائجه خلال فترة التخزين المبرد.

العينات /الزمن	0	15	30
T0	1.30±0.01 [b]	1.84±0.02 [a]	1.87± 0.04[a]
Tb1	0.69±0.02 [b]	1.65±0.08 [a]	1.69±0.15 [a]
Tb2	0.69±0.02 [b]	0.69±0.06 [b]	1.00±0.08 [a]
Tc1	1.00±0.84 [c]	1.27±0.85 [b]	1.54±0.04 [a]
Tc2	1.17±0.28 [c]	1.47±0.01[b]	1.65±0.19 [a]

تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فرق معنوي عند مستوى دلالة 5% في السطر الواحد

T0 عصير الشوندر الأحمر المبستر (الشاهد)، Tb1 عصير الشوندر: الموز 80 :20%، Tb2 عصير الشوندر: الموز 60: 40%، Tc1عصير الشوندر: عصير الجزر 80: 20%، Tc2 عصير الشوندر: عصير الجزر 60: 40%.

4-6-3-تعداد الكوليفورم:

أظهرت نتائج تعداد الكوليفورم بعد انتهاء فترة التحضين خلو جميع العينات من الكوليفورم وذلك خلال فترة التخزين المبرد، توافقت النتائج مع (المواصفة القياسية السورية، 2007) التي تنص على خلو عصائر الفاكهة أو الخضار المصنعة من الكوليفورم.

الاستنتاجات والتوصيات

CONCLUSIONS

&

RECOMMENDATION

5-1- الاستنتاجات:

1) تفوق عصير الشوندر الأحمر الطازج في محتواه من البيتالين (بيتانين، بيتاكزانثين) وفي نشاطه المضاد للأكسدة بشكل معنوي عند ($P<0.05$) على عصير الشوندر الأحمر المبستر.
2) تفوق عصير الشوندر الأحمر المبستر في محتواه من البيتالين والنشاط المضاد للأكسدة بشكل معنوي عند ($P<0.05$) على باقي عينات العصير الممزوجة مع الموز أو عصير الجزر.
3) أدت عملية مزج عصير الشوندر الأحمر مع الموز إلى حدوث انخفاض معنوي ($P<0.05$) في درجة حموضة العينات، بينما لم تظهر فروق معنوية ($P<0.05$) عند المزج مع عصير الجزر، كذلك لم تظهر فروق معنوية عند ($P<0.05$) في درجة حموضة العينات خلال فترة التخزين المبرد.
4) أدت عملية تخزين عصير الشوندر الأحمر المبستر ومزائجه إلى زيادة معنوية عند ($P<0.05$) في نسبة المواد الصلبة الذائبة.
5) تفوقت عينة عصير الشوندر الأحمر الممزوجة مع عصير الجزر بنسبة 40% معنوياً عند ($P<0.05$) على باقي العينات في محتواها من الكاروتينويدات والفينولات الكلية، بينما انخفض نشاطها المضاد للأكسدة.
6) انخفاض المحتوى من المركبات الفعالة حيوياً والنشاط المضاد للأكسدة في عصير الشوندر الأحمر المبستر ومزائجه مع الموز أو عصير الجزر بشكل معنوي عند ($P<0.05$) خلال فترة التخزين المبرد، بينما لم تظهر فروق معنوية عند ($P<0.05$) في لزوجة العينات خلال فترة التخزين المبرد.
7) أدت عملية تخزين عصير الشوندر الأحمر المبستر ومزائجه إلى ظهور فروق معنوية عند ($P<0.05$) في قيم اللون (L*، a*، b*) حيث ازدادت قيم L* و a* بينما انخفضت قيم b* .
8) لعبت عملية مزج عصير الشوندر الأحمر المبستر مع الموز أو عصير الجزر دوراً إيجابياً في تقليل معدل انخفاض صبغة البيتالين في نهاية فترة التخزين المبرد مقارنة بالشاهد، وكما ساهمت في تحسين القبول الحسي للعينات وكانت نسبة المزج الأفضل حسياً 80% عصير شوندر و20% موز أو عصير جزر.
9) ساهمت عملية المزج مع عصير الجزر بشكل أفضل من المزج مع الموز في تقليل معدل انخفاض الكاروتينويدات والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في نهاية فترة التخزين المبرد.

5 -2- التوصيات:

1) الإكثار من تناول الشوندر وعصائره واستخدامه في السلطات.

2) الاهتمام بتصنيع عصائر ومركزات وشرابات من الشوندر الأحمر ومزائجه المختلفة مع العصائر الأخرى نظراً لأهميته التغذوية والصيدلانية.

3) الاستفادة من التفل الناتج عن عملية صناعة عصير الشوندر في الصناعات الغذائية الأخرى.

4) إضافة الشوندر أوعصيره في بعض الأغذية كملون طبيعي بدلاً من الملونات الصنعية.

المراجع العلمية

REFERENCES

6-1- المراجع العربية:

1) أبو غرة، صياح؛ مرعي، عبد الوهاب؛ الحاج علي، أنور؛ أبو يونس، عهد؛ شمبورش، ندى؛ مدور، موفق (2011) "أسس التصنيع الغذائي -الجزء العملي" مطبعة الروضة، منشورات جامعة دمشق، عدد الصفحات 278.

2) المواصفة القياسية السورية (2007) رقم 2179 الصادرة من وزارة الصناعة هيئة المواصفات والمقاييس، الاشتراطات الخاصة بالأحياء الدقيقة الواجب تحققها في المنتجات الغذائية، الجمهورية العربية السورية.

6-2- المراجع الأجنبية:

1) Al-aboud, N. (2018). Effect of red beetroot (*Beta vulgaris L.*) intake on the level of some hematological tests in a group of female volunteers. ISABB Journal of Food and Agriculture Science, 8(2), 10-17.
2) Andallu, B., and Varadacharyulu, N. (2003). Antioxidant role of mulberry (*Morus indica L. cv. Anantha)* leaves in streptozotocin- diabetic rats. Clinica Chimica Acta, 338, 3-10.
3) Anon.2000.The Himedia Manual for Microbiology Laboratory Practice.Himedia Laboratory Pvt. Limited, India
4) Ansari, R., Singh, S., Kumar, P., and Broadway, A. (2017). Proximate and sensory analysis of beetroot (Beta vulgaris) and jamun (Syzygium cumini) juice blended drink. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(6), 1280-1283.
5) A.O.A.C. (2005). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.
6) Asami, D.K., Hong, Y.J., Barrett, D.M., and Mitchell, A.E. (2003). Comparison of the total phenol and ascorbic content of freeze-dried and air-dried Marion berry, Strawberry and Corn grow using conventional, organic and sustainable agricultural practices. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 51 (5), 1237-1241.
7) Azeredo, H.C. (2009). Betalains: properties, sources, applications, and stability: A review. International Journal of Food Science and Technology, 44(12), 2365-2376.
8) Babajide, J. M., Olaluwoye, A., TaofikShittu, T. A., and Adebisi, M. A. (2013). Physico-chemical properties and phytochemical components of spiced cucumber- pineapple fruit drink. Nigerian Food Journal, 31: 40-52.
9) Banigo, E.B., Kiinkabari, D.B., and Owuno, F. (2015). Physicochemical and sensory evalution of soy/carrot drinks flavoured with beetroot. Journal of Food Science and Technology, 6(5), 136-140.
10) Barbara, M.S., Erdman, J.W., and Lila, M.A. (2005). Effects of Food Processing on Blueberry Antiproliferation and Antioxidant Activity. Journal of food science, 70 (6), 389-394.
11) Bavec, M., Turinek, M., Grobelnik, M.S., Slatnar, A., and Bavec, F. (2010). Influence of industrial and alternative farming systems on contents of sugar, organic acids, total phenolic content and antioxidant activity of red

beet (Beta vulgaris L. ssp. Vulgaris rots kugel). Journal Agriculture Food Chemical, 58(22), 825-831.

12) Bechoff, A., Tomlins, K.I., Dhuique, M.C., Dufour, D. and Westby, A. (2010). Understanding carotenoid losses in orange-fleshed sweet potato in drying and storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 26, 1-8.

13) Bobek, P., Galbavy, S., and Mariassyova, M. (2000). The effect of red beet (Beta vulgaris var. rubra) fibre on alimentary hypercholesterolemia and chemically induced colon carcinogenesis in rats. Food Nahrung, 44 (3),184-187.

14) Boon, C., Mcclements, J., Weiss, J., and Decker, E. (2010). Factors influencing the chemical stability of carotenoids in foods. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 50, 515-532.

15) Borowska, E.J., Szajdek, A., and Borowski, J. (2005). Antioxidant properties of fruits, vegetables and their products. Fruit processing, (9), 38-43.

16) 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.

17) Cai, Y., Sun, M., and Corke, H. (2003). Antioxidant activity of betalains from plants of the Amaranthaceae. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(8), 2288-2294.

18) Cai, Y., and Corke, H. (1999). Amaranthus betacyanin pigments applied in model food systems. Journal of Food Science, 64 (5), 869-873.

19) Cao, G., Sofic, E., and Prior, R. L. (1996). Antioxidant capacity of tea and common vegetables. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44(11), 3426-3431.

20) Costa, G.M., Silva, J.V.C., Mingotti, J.D., Barao, C.E., Klososki, S.J., and Pimentel, T.C. (2017). Effect of ascorbic acid or oligofructose supplementation on L. paracasei viability physicochemical characteristics and acceptance of probiotic orang juice. LWT Food Sci. Technol, 75, 195-201.

21) Czapski, J., Mikołajczyk, K., and Kaczmarek, M. (2009). Relationship between antioxidant capacity of red beet juice and contents of its betalaine pigments. polish journal of food and nutrition sciences, 59(2), 119-122.

22) Dambalkar, V. S., Rudrawar, B. D., and Poojari, V. R. (2015). Study of physicochemical properties and sensory attributes of beetroot-orange RTS drink. International Journal of Science and Research, 4(10), 589-594.
23) Dawidowicz, A., Wianowska, D., and Olszowy, M. (2012). On practical problems in estimation of antioxidant activity of compounds by DPPH method (problems in estimation of antioxidant activity). Food Chemistry, 131, 1037-1043.
24) Decarvalho, J.M., Maia, G.A., and De-Figueredo, R.W. (2007). Development of a blended non-alcoholic composed of coconut water and cashew apple juice containing caffeine. Journal of Food Qual, 30, 664-681.
25) Delgado, V.F., Jimenez, A.R., and Paredes-Lopez, O. (2000). Natural pigments: Carotenoids, anthocyanins, and betalins-characteristics, biosynthesis, processing, and stability. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 40, 173-289.
26) Deuter, P., and Grundy, T. (2004). Beetroot commercial production and processing. Agency for Food and Fibre Sciences, Holland Horticultural Limited Partnership, 1-4.
27) De Zwart, F.J., Slow, S., Payne, R.J., Lever, M., George, P.M., Gerrard, J.A., and Chambers, S.T. (2003). Glycine betaine and glycine betaine analogues in common foods. Food Chemistry, 83, 197-204.
28) Dhaliwal, M., and Hire, C.K. (2001). Effect of storage on physico-chemical& nutritional characteristics of carrot-beetroot and carrot-black carrot juice. Journal of Food Science and Technology, 38(4), 343-347.
29) Diem-do, Q., Angkawijaya, A., Nguyen, P., Huynh, L., Ismadji, S., and Ju, Y. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophile aromatica*. Science Direct, 22, 296-302.
30) Drunkler, D. A., Fett, R., and Luiz, M.B. (2006). Avaliação da estabilidade de betalaínas em extrato de beterraba (Beta vulgaris L.) com α-, β- e γ-ciclodextrinas 1. Boletim CEPPA, 24(1), 259-276.
31) El-Dakak, A., Youssef, M., and El-Rahman, H. (2016). Evaluation beetroot juice blends with carrot and apple juice as healthy beverage. Food Technology Research Institute, 48, 100-128.
32) Eliot, C. (1989). Manual of Tool and Techniques for the Home and Market Gardener. Chelsea Green Publishing Company. Vermont. P298
33) Emelike, N.J.T., Barber, L.I., and Ebere, C.O. (2016) .Quality characteristics of beetroot juice treated with indigenous spices (lemon, ginger

and ehuru). International Journal of Food Science and Nutrition Engineering, 6(1), 14-16.

34) Escribano, J., Gandia-herrero, F., Caballero, N., and Pedreno, M.A. (2002). Subcellular localization and isoenzyme pattern of peroxidase and polyphenoloxidase in beetroot (Beta vulgaris L). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 6123-6129.

35) Ganeshrao, K. (2018). Studies on development of process technology for preparation of beetroot (Beta vulgaris L.) – tamarind (Tamarindus indica L.) RTS beverage.M.Sc. College of Food Technology of India.

36) Garcia-barrera, F.A., Reynoso, C.R., and Gonzalez-demejia, E. (1998). Stability of betalains extracted from garambullo (Mytillocatusgeometrizans). International Journal of Food Science and Technology, 4, 115-120.

37) Georgiev, V. G., Weber, J., Kneschke, E. M., Denev, P. N., Bley, T., and Pavlov, A. I. (2010). Antioxidant activity and phenolic content of betalain extracts from intact plants and hairy root cultures of the red beetroot (Beta vulgaris). Journal of Plant Foods for Human Nutrition, 65(2), 105-111.

38) Gokhale, S.V., and Lele, S.S. (2011). Dehydration of red beet root (Beta vulgaris) by hot air drying: process optimization and mathematical modeling. Food Science Biotechnology, 20, 955-964.

39) 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.

40) Powell, J., Mc-naughton, S., Jugdaohsingh, R., Anderson, S., Dear, J., Khot, F., Mowatt, L., Gleason, K., Sykes, M., Thompson, R., Bolton-smith, C., and Hodson, M. (2005) A provisional database for the silicon content of foods in the United Kingdom. British Journal of Nutrition, 94, 804-812

41) Grahn, M.A. (1984). Acidified and low acid food from Southeast Asia. FDA-LIB.

42) Grubben, G.H., and Denton, O.A. (2004). Plant resources of tropical Africa vegetables. PROTA Foundation, Wageningen; Backhuys, Leiden; CTA, Wageningen.

43) Guldiken, B., Toydemir, G., Memis, K.N., Okur, S., Boyacioglu, D., and Capanoglu, E. (2016). Home-processed red Beetroot products: changes in antioxidant properties and bioaccessility. Interationl Journal of Molecular Sciences, 17, 858.

44) Ham, K.T., and Kenjale, A.A. (2011). Dietary nitrate supplementation enhances exercise performance in peripheral arterial disease. Journal of Applied Physiology, 110(5), 1125-1131.
45) Harrill, R. (1998). Using a Refractometer to Test the Qality of Fruits and Vegetables. Pine Knoll Puplishing, Bellevue, WA.15-16pp.
46) Herbach, K.M., Stintzing, F.C., and Carle, R. (2006). Betalain stability and degradation-structural and chromatic aspects. Journal of Food Science, 71, 41-50.
47) ISO 13299. (2003). Sensory Analysis. Methodology. General guidance for establishing a sensory profile.
48) Jackman, R. L., and Smith, J.L. (1996). Anthocyanins and Betalains. In: Hendry, G.A.F, and Houghton, J.D. (Eds.), Natural Food Colorants (pp. 183-241) London: Chapman & Hall.
49) Janiszewska, E., and Wáodarczyk, J. (2013). Influence of spray drying condtions on beetroot pigments retention after microencapsulation process. Acta Agrophysica, 20(2), 343-356.
50) Jastrebova, J., Witthoft, C., Grahn, A., Svensson, U., and Jagerstad, M. (2003). HPLC determination of folates in raw and processed beetroots. Food Chemistry, 80, 579-588.
51) Jeyanth, L., Sharmila, S., Paul, M., and Seshiah, C. (2014). Extraction and Purification of carotenoids from vegetables. Journal of Chemical Pharmaceutical Research, 6(4), 594-598.
52) Jumde, A.D., Shukla, R.N., and Gousoddin, M.T. (2015). Development and chemical analysis of watermelon blends with beetroot juice during storage. International Journal of Science Engineering and Technology, 3, 960-96.
53) Kapil, V., Milsom, A.B., Okorie, M., Malek, S., Akram, F., Rehman, F., Arghandawi, S., Pearl, V., Benjamin, N., Loukogeorgakis, S., Macallister, R., Hobbs, A.J., Webb, A.J., and Ahluwalia A. (2010). Inorganic nitrate supplementation lowers blood pressure in humans: role for nitrite-derived NO. Hypertension, 56(2): 274-281.
54) Kathiravan, T., Nadanasabapathi, S., and Kumar, R. (2015). Pigments and antioxidant activity of optimized Ready-to-Drink (RTD) beetroot (Beta Vulgaris L.)- passion fruit (Passiflora edulis var. flavicarpa) juice blend. Journal Food Sci Technol, 7(1), 9-21.
55) Kathiravan, T., Nadanasabapathi, S., and Kumar, R. (2014). Standardization of process condition in batch thermal pasteurization and its effect on antioxidant, pigment and microbia inactivation of Ready to Drink

(RTD) beetroot (Beta Vulgaris L.) juice. J. Interl.Food Rese, 21(4), 1305-1312.

56) Kavalcová, P., Bystrická, J., Tomáš, J., Karovičová, J., Kovarovič, J., and Lenková, M. (2015). The content of total polyphenols and antioxidant activity in red beetroot. Potravinarstvo ® Scientific Journal for Food Industry, 9(1),77-83.

57) Kazimierczak, R., Silakiewicz, A., Hallmann, E., Srednicka-Tober, D., and Rembialkowska, E. (2016). Chemical composition of selected beetroot juices in relation to beetroot production system and processing technology. Not Bot Horti Agrobo, 44(2), 491-498.

58) Khoo, H.E., Prasad, K.N., Kong, K.W., Jiang, Y., and Ismail, A. (2011). Carotenoids and their isomers: color pigments in fruits and vegetables. Molecules, 16, 1710-1738.

59) Kormin, S.B. (2005). The effect of heat processing on triterpene glycosides and antioxidant activity of herbal pegaga (Centella asiatica l. urban) drink. M.Sc, Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering, University Teknologi, Malaysia.

60) Koul, V.K., Jain, M.P., Koul, S., Sharma, V.K., Tikoo, C.L., and Jain, S.M. (2002) Spray drying of beetroot juice using different carriers Indian. J. ChemTechnol, 9(5), 442-445.

61) Kujala, T.S., Loponen, J., Klika, K., and Pihlaja, K. (2000). Phenolic and betacyanins in red beetroot; distribution and effect of cold storage on the content of total phenolic and three individuals' compounds. Journal of Agriculture Food Chemistry, (48), 5338-5342.

62) Kumar, R., Bawa, A.S., and Kathiravan, T. (2013). Thermal processing of mango nectar (Mangifera indica) and its effect on chemical, microbiological and sensory quality characteristics. J. Adv.Rese Interl, 8(1), 261-273.

63) Kumar, Y. (2015). Beetroot: A super food. IJESTA, 1, 2395-0900.

64) Maheswari, R.K., Parmar, V., and Joseeph, L. (2013). Latent therapeutic gains of beetroot juice. World Journal of Pharmacentical Research, 2(4), 820-840.

65) Marinova, D., Ribarova, F., and Atanassova, M. (2005). Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruit and vegetables. Journal of the university of chemical technology and metallurgy, 40(3), 255-260.

66) Melo, E.A., Arroxelas, V.L., Maria, G.L., Maciel, L.S., Caetano, A.S., Lidia, F., and Lela, L. (2006). Polyphenol, ascorbic acide and total carotenoid

contents in common fruits and vegetables. Journal of Food Technology, 9, 89-94.

67) Mestry, A.P., Mujumdar, A.S., and Thorat, B.N. (2011). Optimization of spray drying of an innovative functional food: fermented mixed juice of carrot and watermelon. An International Journal, 29(10), 1121-1131.

68) Muller, L., Frohlich, K., and Bohm, V. (2011). Comparative antioxidant activities of carotenoids measured by ferric reducing antioxidant power (FRAP), ABTS bleaching assay, DPPH assay and peroxyl radical scavenging assay. Food Chemistry, 129, 139-148.

69) Murray, R., Paul, G.L., Seifert, J.G., Eddy, D.E., and Halaby, G.A. (1989). The effects of glucose, fructose, and sucrose ingestion during exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise, 21(3), 275-282.

70) Neha, P., Jain, S.K., Jain, N.K., Jain, H., and Mittal, H. (2018). Chemical and functional properties of beetroot (Beta vulgaris L.) for product development: A review. International Journal Chemical Studies, 6(3), 3190-3194.

71) Nemzer, B., Pietrzkowski, Z., Sporna, A., Stalica, P., Thresher, W., Michatowski, T., and Wybraniec, S. (2011). Betalainic and nutritional profiles of pigment- enriched red beet root (Beta vulgaris L.) dried extractis. Food Chemistry, 127(1), 42-53.

72) Nicoli, M.C., Anese, M., and Parpinel, M. (1999). Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. Trends in Food Science and Technology, 10(3), 94-100.

73) Odoh, U.E., and Okoro, E.C. (2013). Quantitative phytochemical, proximate/nutritive composition analysis of Beta vulgaris Linnaeus (chenopodiaceae). International Journal of Current Research, 5(12), 3723-3728.

74) Peter, C., Wootton, B., and Ryan, L. (2011). A beetroot juice shot is a significant and convenient source of bioaccessible antioxidants. Journal of functional food, 3, 329-334.

75) Pitalua, E., Jimenez, M., Vernon, C. J., and Beristain, C.I. (2010). Antioxidative activity of microcapsules with beetroot juice using gum arabic as wall material. Food and Bioproducts Processing, 88(3), 253–258.

76) Pokorny, J. (2001). Natural antioxidant functionality during food processing. In: Pokorny, J., Yanishliera, N., and Gordon, M. Antioxidant in Food: Practical Application. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, England. 331-372.

77) Porto, M.R., Okina, V., Pimentel, T., and Prudencio, S.H. (2017). Physicochemical stability, antioxidant activity, and acceptance of beet and orange mixed juice during refrigerated storage. MDPI, 3(36), 1-12.
78) Rabeh, N. (2015). Effect of Red Beetroot (Beta vulgaris L) And its Fresh Juice Against Carbon Tetrachloride Induced Hepatotoxicity in Rats. World Applied Sciences Journal, 33(6), 931-938.
79) Ramos, J.A., Furlaneto, K.A., Lundgren, G.A., Nasser, F.C., Mendonca, V.Z., Nasser, M.D. and Vieites, R.L. (2018). Stability of bioactive compounds in minimally processed beet according to the cooking methods. Food Science and Technology, 38(4), 643-646.
80) Rauha, J.P., Remes, S., Heinonen, M., Hopia, A., and Kahkonen, M. (2000). Antimicrobial effects of finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. International Journal of Food Microbiology, 25, 3-12.
81) Ravichandran, L., Harlcss, C., Shah, A.J., Wick, A., Mcclcllan, J.H., and Tridandapani, S. (2013). Novel tool for complete digitization of paper electrocardiography data. IEEE Journal of Translsational Engineering in Health and Medicine, 1, 2168-2372.
82) Raymond, E., Webb, S.E.A., and Haltwick, T. (1980). Growing table beets. Unted States Department of Agricul Ture, 360, 1-6.
83) Reddy, M.K., Lindo, R.L., and Nair, M.G. (2005). Relative inhibition of lipid peroxidation, cyclooxygenase enzymes, and human tumor cell proliferation by natural food colors. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(23), 9268-9273.
84) Rickman, J.C., Barrett, D.M., and Bruhn, C.M. (2007). Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87, 930–944.
85) Righetto, M. A. and Beeia, H. P. (1999). Physicochemical stability of natural and sweetened frozen passion fruit juice. Brazilian Archives of Biology and Technology, 42, 392-396.
86) Rivas, A., Rodrigo, D., Martinez, A., Barbosa-Canovas, G.V., and Rodrigo, M. (2006). Effect of PEF and heat pasteurization on the physical-chemical characteristics of blended orange and carrot juice. Food Science and Technology, 39, 1163-1170.
87) Rossi, M., Giussani, E., Morelli, R., Lo Scalzo, R., Nani, R.C., and Torreggiani, D. (2003). Effect of fruit blanching on phenolics and radical

scavenging activity of highbush blueberry juice. Food Research International, 36, 999-1005.
88) Roy, K., Gullapalli, S., Chaudhuri, U.R., and Chakraborthy, R. (2004). The use of a natural colorant based on betalain in the manufacture of sweet products in India. International Journal of the Science of Food and Technology, 39, 1087-1091.
89) Sanchez-Moreno, C., Plaza, L., De Ancos, B., and Cano, M.P. (2006). Nutritional characterization of commercial traditional pasteurized tomato juices: Carotenoids, vitamin C and radical scavenging capacity. Food Chemistry, 98, 749-756.
90) Scalbert, A., Morand, C., Manach, C., and Rémésy, C. (2002). Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. Biomedicine and Pharmacotherapy, 56, 276-82.
91) Schliemann, W., Steiner, U., and Strack, D. (1998). Betanidin formation from dihydroxyphenylalanine in a model sssay System. Phytochemistry, 49(6), 1593-1598.
92) Sharma, N., Tanwer, B. S., and Vijayvergia, R. (2011). Study of medicinal plants in Aravali regions of Rajasthan for treatment of kidney stone and urinary tract troubles. International Journal of Pharm Tech Research, 3(1), 110-113.
93) Shyamala, B. N., and Jamuna, P. (2010). Nutritional content and antioxidant properties of pulp waste from Daucus carota and Beta vulgaris. Journal of Nutrition, 16(3), 397-408.
94) Simpson, J.A. (2006). Antioxidant properties of peanut plant leaves and roots and contribution of specific phenolic compounds to antioxidant capacity. M.Sc. Raleigh, North Carolina.
95) Singh, B., and Hathan, B. (2013). Optimization of osmotically dehydrated beetroot candy using response surface methodology. Journal Food and Nutritional Sciences, 23 (2), 2320-7876.
96) Socaciu, C. (2008). Food Colorants: Chemical and Functional Properties. CRC Press, New York, USA.
97) Stafford, H.A. (1994). Anthocyanins and betalains: evolution of the mutually exclusive pathways. Plant Science, 101(2), 91-98.
98) Stintzing, F.C.and Carle, R. (2006). Cactus fruits more than colour. Fruit Processing, 16, 166-171.

99) Stintzing, F.C., and Carle, R. (2004). Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food and in human nutrition. Trends in Food Science and Technolgy, 15, 19-38.
100) Suaad, S.A., and Emen, H.A. (2008). Microbial growth and chemical analysis of bottled fruits and drinks in Riyadh Saud. Arabia Research Journal of Microbiology, 3, 319-325.
101) Talcott, S.T., Brenes, C.H., Pires, D.M., and DelPozo, I., D. (2003). Phytochemical stability and color retention of copigmented and processed muscadine grape juice. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 957-63.
102) Terradas, F., and Wyler, H. (1991). 2,3-and 4,5-secodopa, the biosynthetic intermediates generated from L-Dopa by an enzyme system extracted from the fly agaric, Amanita Muscaria L., and their spontaneous conversion to muscaflavin and betalamic Acid, respectively, and betalains. Helvetica Chimica Acta, 74(1), 124-140.
103) Tesoriere, L., Butera, D., Pintaudi, A.M., Allegra, M., and Livrea, M.A. (2004). Supplementation with cactus pear (Opuntia ficusindica) fruit decreases oxidative stress in healthy humans: a comparative study with vitamin C. American Journal of Clinical Nutrition, 80, 391-395.
104) USDA. (2013). United States Department of Agriculture, Agricultural Statistics.
105) Vanhatolo, A., Bailey, S.J., Blackweii, J.R., Dimenga, F.J., Pavey, T.G., Wilkerson, D.P., Benjamin, N., Winyard, P.G., and Jones, A.M. (2010). A cute and chronic effects of dietary nitrate supplementations on blood pressure and the physiological responses to moderate intensity and incremental exercise. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 299(4), 1121-1131.
106) Venkatachalam, K., Ranagasamy, R., and Krishnan, V. (2014). Total antioxidant activity and radical scavenging capacity of selected fruits and vegetables from South India. Interationl Food Research Journal, 21, 1039-1043.
107) Wada, L., and Ou, B. (2002). Antioxidant activity and phenolic content of Oregon Caneberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 3495-3500.
108) Webb, A.J., Patel, N., Loukogeorgakis, S., Okorie, M., Aboud, Z., Misra, S., Rashid, R., Miall, P., Deanfield, J., Benjamin, N., MacAllister, R., Hobbs, A.J., and Ahluwalia, A. (2008). Acute blood pressure lowering,

vasoprotective and antiplatelet properties of dietary nitrate via bioconversion to nitrite. Hypertension, 51(3), 784-790.

109) Westphal, A., and Böhm, V. (2015). Carotenoids: properties, distribution, bioavailability, metabolism and health effects. Manuscript received January, 19, 196-207.

110) Wruss, J., Waldenberger, G., Huemer, S., Uygun, P., Lanzerstorfer, P., Muller, U., Hoglinger, O., and Weghuber, J. (2015). Compositional characteristics of commercial beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in Upper Austria. Journal of Food Composition and Analysis, 42, 46-55.

111) Wu, L., Hsu, H., Chen, Y., Chiu, C., Lin, Y., and Ho, J. A. (2006). Antioxidant and antiproliferative activities of red Pitaya. Food Chemistry, 95 (2), 319-327.

112) Yuting, C., Rongliang, J., Zhongjian, J., and Young, J. (1990). Flavonoids as superoxide scavengers and antioxidants. Free Radical Biology and Medicine, 9, 145-150.

Abstract

This research was carried out in Food Science Department- Faculty of Agriculture, Damascus University. It aimed to study quality attributes of red beet juice and its mixtures with banana and carrot juice.

The betanin and betaxanthin content of fresh red beet juice was 546.22 and 367.19 mg/l, respectively, and this content has decreased significantly ($P< 0.05$) as a result of pasteurization.
The mixing process and storage time significantly affected the betalain pigment content of juice and mixtures ($P< 0.05$), and the rate decline of betalain was lower in the mixed samples compared with the control sample (pasteurized red beet juice).

On the other hand, the content of carotenoids, total phenol, and antioxidant activity in fresh red beet juice were 1880 mg / 100 ml, 171.18 mg gallic acid / 100 g, 67.49%, respectively, and the pasteurization process resulted in significant decrease ($P< 0.05$) in the content of carotenoids, total phenol, and antioxidant activity.

Mixing of beet juice with 20% carrot juice resulting in raising carotenoids, total phenols content to 5040 ᴍg/100 ml and 175.87 mg gallic acid / 100 g, respectively, while mixing did not affect the increase of antioxidant activity.

The storage process resulted in a significant decrease ($P< 0.05$) in the content of carotenoids, total phenol, and antioxidant activity in all samples.

The mixing process contributed in improving the sensory acceptance of the beet juice, and the results of the microbial tests showed the efficiency of the pasteurization process, where were all the values of microbial counts, yeasts and fungi within the permitted limits.

Key words: red beet juice, mixtures, betanin, betaxanthin, carrot juice, banana, antioxidant activity, refrigerated storage.