دراسةُ تأثيرِ إضافة المَالتودكسترين بتراكيز مختلفةٍ في مؤشِّرات جَودة مسحُوقِ عصيرِ البُرتقال المُجفَّف بالهواءِ السَّاخنِ

ميساء حاطوم* **عبد الحكيم عزيزية****

روعة طلي***

الملخص

نُفِّذ هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية–كلية الزراعة–جامعة دمشق. تمَّ تصنيع مسحوق عصير البرتقال باستخدام طريقة التجفيف بالهواء الساخن لعصير البرتقال المُركَّز بدرجة حرارة (60°م) بإضافة المالتودكسترين كعامل مساعد في التجفيف (DE=20-30) بثلاثة تراكيز مختلفة (25، 30 و35%). أظهرت النتائج تفوق المسحوق المُصنَّع من عصير البرتقال المُركَّز بإضافة المالتودكسترين بتركيز (35%) على باقي المعاملات من حيث خفض النسبة المئوية للرطوبة إلى (3.45%)، والمحتوى الأعلى من السكريات الكلية (56.010 غ/100غ وزن رطب)، فيتامين C (3.55 مغ/ 100غ وزن رطب)، الفلافونيدات الكلية (18.513 مغ مكافئ كويرستين/ 100غ وزن رطب)، وازدياد النشاط المُضاد للأكسدة (48.004%)، قابلية الذوبان (99.41%) والإنتاجية (58.45%). بينما أبدى مسحوق عصير البرتقال المُصنَّع بإضافة المالتودكسترين بتركيز (25%) تفوقاً في محتواه من

*طالبة دكتوراه–قسم علوم الأغذية–كلية الزراعة–جامعة دمشق.

**أستاذ في قسم علوم الأغذية–كلية الزراعة–جامعة دمشق.

***أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية–كلية الزراعة–جامعة دمشق.

الحموضة القابلة للمعايرة (8.65% مقدَّرةً على أساس حمض الستريك) والكثافة الظاهرية والحقيقية (0.65 و0.96 غ/ سم^3) على التوالي.

الكلمات المفتاحية: مسحوق عصير البرتقال، المالتودكسترين، عملية التجفيف، مؤشرات الجودة، التجفيف بالهواء الساخن.

Study the Effect of Adding of Maltodextrin by different concentration on Quality Indicators of Dried Orange Juice Powder by Hot Air

A. Azizieh* **R. Tlay****

M. Hatoom***

Abstract

This research was conducted at Food Science department, Faculty of Agriculture, Damascus University. Hot air drying method was applied to process concentrated orange juice powder at (60º), which by adding of Maltodextrin as assistant agent (DE= 20-30) to concentrated orange juice by three different concentrations (25, 30 and 35%). The results showed that the powder processed from concentrated orange juice by adding Maltodextrin (35%), was better than other treatments whence of lower percentage of moisture from (3.45%), and higher percentage of total sugar content (56.010 g/ 100g), vitamin C (3.55 mg/ 100g Fresh weight), total flavonoids content (16.59 mg equivalent quercetin/ 100g Fresh weight), total flavonoids content (18.513 mg equivalent quercetin/ 100g Fresh weight), and increasing Antioxidants Activity (48.004 %), solubility (99.41%) and Yield of drying process (58.45%). While the powder processed by adding Maltodextrin (25%), was better than other treatments whence of turbidity acidity content (8.65% calculated as malic acid) and apparent and real intensity (0.65 and 0.96 g/ cm^3) respectively.

* PH.D Student, Dept, Food Science, Agricultural Collage, Damascus University.

** Prof, Dept, Food Science, Agricultural Collage, Damascus University.

*** Assistant Prof, Dept, Food Science, Agricultural Collage, Damascus University.

Key words: orange juice Powder, Maltodextrin, Drying Processing, Quality Indicators, Hot Air Drying.

المقدمة والدراسة المرجعية:

تُعدُّ الحمضيات عائلة نباتية كبيرة، ومن أهم أنواعها البرتقال الحلو (Citrus sinensis)، اليوسفي أو البرتقال اليوسفي (Citrus reticulata)، الجريب فروت (Citrus paradisi)، الليمون (Citrus limon) والجير (Citrus aurantifolia)، البرتقال من ثمار الحمضيات التي تُعتبر هجينة من أصل مزروع قديماً بين البوميلو (Citrus maxima) واليوسفي (Citrus reticulata)، وتُعدُّ دول جنوب شرق آسيا موطناً له، وهو يُزرع اليوم في جميع دول العالم ذات المناخ الدافئ تقريباً (Bates وزملاؤه، 2001).

تحتلّ سورية المرتبة الثالثة عربياً بإنتاج ثمار البرتقال بعد مصر والمغرب (FAO، 2016)، في حين تحتل البرازيل المرتبة الأولى عالمياً بإنتاج البرتقال، تليها الولايات المتحدة الأمريكية، الصين، الهند والمكسيك، و تُعتبر ثمار البرتقال (Citrus sinensis) التي تتبع إلى الرتبة Sapindales والعائلة Rutaceae إحدى أكثر أنواع الفاكهة انتشاراً في العالم خاصةً في المناطق شبه الاستوائية (Selli وزملاؤه، 2004)، ويُستهلك البرتقال بشكل طازج أو على شكل عصير طبيعي أو مركز (Jesus وزملاؤه، 2007)، وبلغت المساحة المزروعة بأشجار البرتقال في القطر العربي السوري لعام 2018 م (25,815) هكتار، بينما بلغ الإنتاج من ثمار البرتقال (717,003) طناً (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2018).

يحتوي عصير البرتقال على الماء والكربوهيدرات والسكريات والألياف والدهن والبروتين بنسبة (86.75 و11.75 و9.35 و2.4 و0.12 و0.94%) (USDA، 2014)، يبلغ محتوى عصير البرتقال من حمض الأسكوربيك (8.09–32.88 مغ/ 100مل) (Pisoschi وزملاؤه، 2008)، الفينولات الكلية (42.85 مغ مكافئ حمض الغاليك/ 100مل) (Sripakdee وزملاؤه، 2015)، كما تبلغ نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية لثمار برتقال (فالنسيا)

(12 بريكس)، درجة الحموضة (3.63)، الحموضة الكلية (1.31%) (خالد وزملاؤها، 2013)، ويُعدُّ برتقال فالنسيا الصنف المفضل لإنتاج العصائر (Hui وزملاؤه، 2006).

يبلغ محتوى عصير البرتقال المُركَّز (55.5%) من فيتامين C (35.69 مغ/ 100مل)، كما تبلغ قيمة الـ pH (3.59) لعصير البرتقال المُركَّز إلى (55.5%) بريكس، وتبلغ النسبة المئوية للحموضة كحمض ستريك (5.80%) (Shalaby وزملاؤه، 2013).

تُعدُّ عملية تجفيف الفاكهة من طرائق الحفظ الاقتصادية والفعالة المُتَّبعة في جميع أنحاء العالم، وتُعتبر بعض أنواع الفاكهة موسمية وتتواجد بوفرة خلال مواسم معينة من السنة (FAO، 2011)، إذ تتَّصف عملية إنتاج مسحوق عصير البرتقال الطبيعي بميّزة على المستوى الاقتصادي، ليس فقط من خلال الحد من حجم ووزن المنتج، وسهولة عمليات النقل والتخزين، ولكن بشكل خاص عن طريق زيادة العمر الافتراضي للمنتج (مدة الصلاحية) (Barbosa، 2015).

يوجد عدد من عصائر وثمار الفاكهة لايمكن تحويلها ببساطة إلى مسحوق بسبب تركيبها الكيميائي الأولي، إلَّا أنَّه يمكن التغلب على هذه الصعوبات من خلال إضافة مواد معينة حاملة (ناقلة) للعصير قبل عملية التجفيف، ويُعدُّ المالتودكسترين المُضاف الأكثر استخداماً على نطاق واسع (Michalska وزملاؤه، 2017)، حيث أشار Silva وزملاؤه (2006) إلى فعالية المالتودكسترين في تحسين استقرار مسحوق الفاكهة المحتوية على نسبة عالية من السكريات لأنَّه يقلل من مشاكل لزوجة المسحوق أثناء التصنيع والتكتل أثناء التخزين (Jittanit وزملاؤه، 2011)، ويؤثِّر تركيز الناقل المضاف إلى عصائر الفاكهة في خصائص المنتج النهائي (Michalska و Lech، 2018).

ذكر Shrestha وزملاؤه (2007) تأثير زيادة تركيز المالتودكسترين المضاف لعصير البرتقال المُركَّز (55.7 بريكس) بنسبة (25:75، 30:70، 35:65، 40:60 و50:50) في خفض محتوى المسحوق الناتج من الرطوبة، حيث بلغت رطوبة المسحوق (4.5، 4.5،

4.3، 4.3%) على التوالي في حين لم يتم تقدير نسبة رطوبة المسحوق المُصنَّع عند إضافة المالتودكسترين للعصير بنسبة (50:50)، كما لُوحظ انخفاض قيم الكثافة الكلية لمسحوق عصير البرتقال الناتج، وارتفاع محتوى المسحوق الناتج من الحموضة الكلية، حيث بلغت النسبة المئوية للحموضة الكلية للمسحوق (2.0، 2.4، 2.6، 2.9 و3.6%) على التوالي، كما تبيَّن زيادة إنتاجية المسحوق الناتج، فعند استخدام نسبة (عصير البرتقال: المالتودكسترين) (50:50)، بلغت الإنتاجية (78%)، كما ذكر العديد من الباحثين أنَّ الزيادة في نسبة إضافة المالتودكسترين تؤدي إلى زيادة في معدل الإنتاجية من المسحوق (Roustapour وزملاؤه، 2006).

لاحظ Krishnaiah وزملاؤه (2014) انخفاض الكثافة الظاهرية لمسحوق عصير البرتقال مع زيادة تركيز المالتودكسترين المُضاف قبل التجفيف، بسبب زيادة في حجم الهواء المحبوس في الجزيئات، لأنَّ المالتودكسترين يعمل على تشكيل طبقة حامية وواقية حول جزيئات العصير، أشار Jain (2012) إلى تأثير الزيادة في تركيز المالتودكسترين المُضاف لعصير البرتقال من (4 إلى 8%) إلى انخفاض الكثافة الظاهرية للمسحوق الناتج من (0.45 إلى 0.39 غ/ مل)، وزيادة الإنتاجية من المسحوق الناتج من (11.3 إلى 17.9%)، كما أشار Sonone وزملاؤه (2016) إلى تأثير إضافة المالتودكسترين إلى عصير البرتقال (Citrus medica L.) قبل التجفيف في خفض محتوى عصير البرتقال من فيتامين C من (32 مغ/ 100 مل) بتأثير التجفيف إلى (10 مغ/ 100 مل) في المسحوق الناتج، وخفض المحتوى من الحموضة في العصير من (6.14%) إلى (1.08%) في المسحوق الناتج.

نظراً للإنتاج الموسمي الكبير من ثمار البرتقال، تمَّ التوجُّه لتصنيع مسحوق عصير البرتقال وتحديد شروط التجفيف الأفضل لهذا المنتج ليمتاز بمدة صلاحية طويلة؛ لذا يُسلِّط البحث

الضوء على تصنيع مسحوق عصير البرتقال ودراسة بعض ظروف التصنيع، للحصول على مُنتج أفضل من حيث مواصفاته التغذوية والتخزينية ولتحقيق الاستفادة الأكبر من الإنتاج المحلي والقيمة الغذائية لهذه الأنواع من الفاكهة وتوفيرها في مختلف فصول السنة، حيث كانت أهداف البحث:

1- دراسة التركيب الكيميائي لمسحوق عصير البرتقال المُصنَّع بالتجفيف بالهواء الساخن وبإضافة المالتودكسترين التجاري كعامل مساعد في التجفيف بتراكيز مختلفة (25، 30 و35%) قبل التجفيف.

2-دراسة تأثير تركيز المالتودكسترين المضاف في المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً (فيتامين C، المركبات الفينولية الكلية والفلافونيدات الكلية) والنشاط المضاد للأكسدة لمسحوق عصير البرتقال.

3-دراسة المؤشرات الفيزيائية (الإنتاجية، قابلية الذوبان والكثافة الظاهرية والحقيقية) لمسحوق عصير البرتقال المُصنَّع.

مواد البحث وطرائقه:

1.1. مكان تنفيذ البحث: تمَّ العمل في:

1) مخابر قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة دمشق.

2) مخابر الهيئة العامة للتقانات الحيوية.

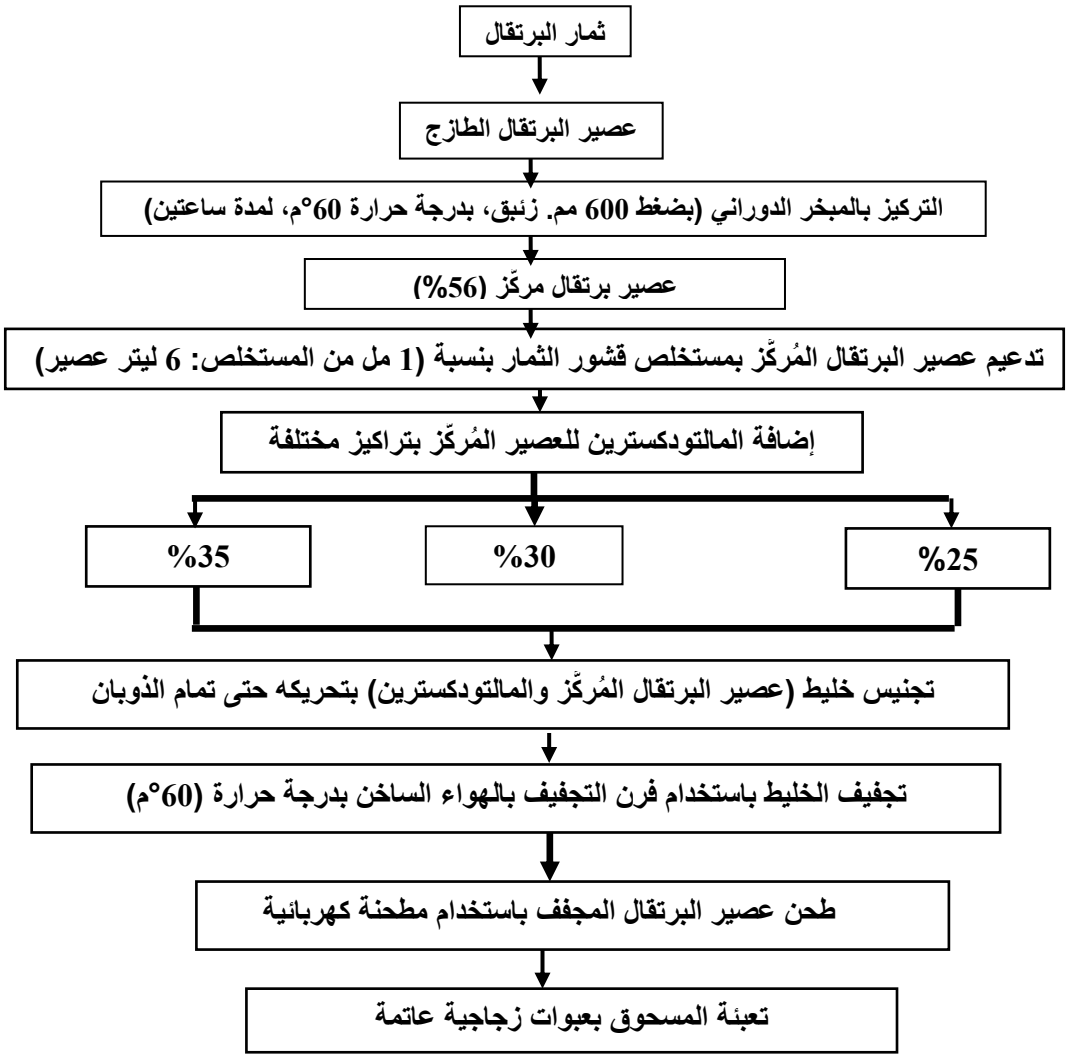
2.1. المواد المستخدمة:

أُستخدم في تنفيذ الدراسة صنف البرتقال فالنسيا (Valencia orange)، وتمَّ الحصول على الثمار من الأسواق المحلية لمدينة دمشق، وهو صنف متأخر النضج (تنضج في آذار ونيسان) والثمار متوسطة الحجم مستديرة إلى بيضاوية، قليلة الحموضة، القشرة رقيقة ناعمة سهلة التقشير، البذور قليلة، اللب عصيري جداً والطعم جيد، تتحمل الثمار الشحن والتخزين.

كما أُستخدم المالتودكسترين التجاري (ذو مكافئ دكستروز 20–30) كعامل مساعد في التجفيف، وهو متوفر على شكل مسحوق أبيض.

طرائق البحث:

بدأت عمليات تصنيع مسحوق عصير البرتقال المُركَّز خلال الفترة من 2020/12/1 م حتى 2021/2/1 م وفق الطريقة الموضحة في الشكل(1).



الشكل (1): مخطط تصنيع مسحوق عصير البرتقال

تمَّ استخدام مطحنة (Moulinex، type 255.2، فرنسية المنشأ) وفرن التجفيف بالهواء الساخن (Memmert Gmbh، type No D.91126، ألماني المنشأ)، وقد أُستخدمت كميات من عصير البرتقال المُركَّز بواقع 200 مل من العصير المُركَّز لكل معاملة من المعاملات المذكورة، وتمَّ تحضير مستخلص قشور البرتقال ببرش القشور وإضافة الوزن نفسه من السكر ووضع الخليط بقطعة قماش لمدة 12 ساعة حتى تقطُّر المستخلص المطلوب، وتمَّ فرد العصير المركَّز بسماكة قلية لا تتجاوز 1 سم على صواني مثقبة من الستانلس ستيل والمغلفة بورق زبدة، وتمَّ التجفيف إلى محتوى رطوبي لا يزيد عن 5%.

الاختبارات المدروسة:

1) الاختبارات الكيميائية:

1. **تقدير الرطوبة Determination of moisture:** قُدِّرت رطوبة العينات حسب الطريقة المذكورة في (AOAC، 2004) وذلك في فرن تجفيف على درجة حرارة 105 °م حتى ثبات الوزن.
2. **تقدير الرماد الكلي Determination of ash content:** قُدِّرت النسبة المئوية للرماد على درجة حرارة 550 °م حتى ثبات الوزن حسب الطريقة المذكورة في (AOAC، 1990).
3. **تقدير pH:** قُدِّرت قيم الـ pH في العينات على درجة حرارة (25 °م) باستخدام جهاز كهربائي مخبري pH meter (Precisa pH 900 صُنع في سويسرا)، وذلك بعد ضبطه بمحاليل قياسية معيارية حسب (Chopda و Barrett، 2001).
4. **تقدير الحموضة القابلة للمعايرة Turbidity acidity content:** عُويرت الحموضة الموجودة في العينات المدروسة باستخدام ماءات الصوديوم (0.1 نظامي) بوجود مشعر

فينول فتالئين، وذلك حسب طريقة (AOAC، 1990)، وحُسبت النسبة المئوية للحموضة على أساس حمض الماليك.

5. تقدير السكريات الكلية Determination of sugars: قُدِّرت السكريات الكلية في العينات بطريقة محلول فهلنغ (A وB) حسب طريقة Lane-Eynon، كما ورد في (AOAC، 1970).

6. تقدير فيتامين C (Ascorbic Acid): تمَ تعيين فيتامين C وفق (AOAC، 2004) باستخدام طريقة المعايرة بصبغة 6,2 ثنائي كلوروفينول إندوفينول، التي تعتمد على تغير لون هذه الصبغة بتحولها إلى مركب عديم اللون بسبب اختزال الفيتامين لهذه الصبغة نتيجة أكسدة فيتامين C (حمض الأسكوربيك) إلى فيتامين C منزوع الهيدروجين (حمض أسكوربيك منزوع الهيدروجين)، وتمَّ التعبير عن المحتوى من فيتامين C بـ (مغ فيتامين C/ 100غ).

7. تقدير الفينولات الكلية: أُتّبع في استخلاص الفينولات الكلية للعينات حسب ما ورد في طريقة (Wada وOu، 2002)، حيث أُخذ 1 مل من المستخلص الكحولي للعينة الذي سبق تحضيره، وأُضيف لها 3 مل من الماء المقطر، و0.2 مل من كاشف فولين، ووُضعت في دورق معياري سعة 10مل، ثم رُج المزيج باستخدام محرك الأنابيب لنحو دقيقتين في حرارة الغرفة، ثم أُضيف بعدها 4 مل من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 تركيز 7% وأُكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

قُدّرت الفينولات الكلية باستخدام طريقة Folin Ciocalteu حسب (Asami وزملاؤه، 2003)، واستُعمل حمض الغاليك كمحلول معياري مرجعي لتحضير المنحني المعياري بتركيز يتراوح بين (0–350) ميكروغرام/مل وعُبر عن النتائج بـ (مغ مكافئ حمض غاليك/100غ عينة).

8. تقدير الفلافونيدات الكلية: قُدّر محتوى العينات من الفلافونيدات الكلية وفق الطريقة المُتبعة من قِبل (Zhishen وزملاؤه، 1999)، حيث أُخذ 1 مل من مستخلص العينة إلى دورق معياري 10 مل يحتوي 5 مل ماء مقطر، ثمَّ أُضيف 0.3 مل نتريت الصوديوم (5%)، وبعد الانتظار 5 دقائق أُضيف 0.3 مل كلوريد الألمنيوم (10%)، وبعد 6 دقائق أُضيف 2مل ماءات الصوديوم 1مولار، وأُكمل الحجم بالماء المقطر، مُزجت بعدها العينات جيداً، وقيست الامتصاصية عند طول موجة 510 نانومتر، وحُضِّر المنحنى المعياري من الكويرستين بتراكيز تتراوح بين (0–350 ميكروغرام/ مل) وعُبِّر عن النتائج على أساس مغ مكافئ كويرستين/ 100 غ عينة.

9. تقدير النشاط المضاد للأكسدة Antioxidant Activity Assay: قيس النشاط المضاد للأكسدة بتقدير النشاط الكابح للجذور الحرة باستخدام طريقة الجذر الحر ثنائي فينيل بيكريل هيدرازيل DPPH (1,1-diphenyl -2-picryl-hydrazyl) وذلك حسب (Marinova وBatchvarov، 2011).

وفق الآتي: أُضيف إلى مستخلص العينة الكحولي (1غ عينة في 100مل ميتانول) الحجم نفسه من محلول DPPH (60 ميكرومول في الميتانول، وحُفظ لمدة 20 دقيقة عند درجة حرارة 20°م) وبعد المزج وخلط المزيج السابق بخلاط الأنابيب (vortex) قيس امتصاصه عند طول موجة 517 نانومتر بعد مضي 30 دقيقة، أُستعمل الميتانول في التجربة الشاهدة بدلاً عن العينة.

عُبِّر عن النشاط الكابح للجذور الحرة بحساب النسبة المئوية لتثبيط الأكسدة من المعادلة:

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

A : الامتصاصية الابتدائية للشاهد عند 517 نانومتر.

A' : الامتصاصية النهائية للعينة المختبرة عند 517 نانومتر.

2) الاختبارات الفيزيائية لمسحوق عصير البرتقال:

1. تقدير قابلية الذوبان: قدّرت قابلية ذوبان المسحوق عن طريق خلط 1 غ من المسحوق مع 100 مل من الماء المقطر بسرعة عالية (15000 د/ د) لمدة 5 دقائق في الخلاط، وبعد ذلك، نُقل المحلول بالطرد المركزي بسرعة (3000 د/ د لمدة 5 دقائق)، ثمَّ وُضع (25 مل) من الرُّشاحة في أطباق بتري تم وزنها سابقاً، ثمَّ وُضعت في فرن التجفيف بدرجة حرارة 105°م لمدة (5 ساعات) وحُسب الذوبان من خلال الفرق في الوزن حسب (Yousefi وزملاؤه، 2011).

2. تقدير الكثافة الظاهرية والحقيقية: قدّرت الكثافة الظاهرية عن طريق نقل 2 غ من المسحوق إلى أسطوانة مدرجة سعة 50 مل بدرجة حرارة الغرفة، وتمَّ حساب الكثافة الظاهرية بحساب نسبة كتلة مسحوق عصير البرتقال إلى الحجم المشغول بها في الأسطوانة، بينما اتُبع في تقدير الكثافة الحقيقية الخطوات السابقة نفسها مع إضافة خطوة وضع الأسطوانة على جهاز هزَّاز لمدة دقيقة واحدة، لاستبعاد الحجم المشغول بجزيئات الهواء من الحجم الكلي للمسحوق في الأسطوانة، وبالتالي التوصل إلى الحجم الحقيقي لها، وعُبّر عن الكثافة الظاهرية والحقيقية بـ (غ/ سم^3) (Michalska و Lech، 2018).

3. تقدير الإنتاجية: حُسب عائد مسحوق عصير البرتقال حسب الوزن قبل وبعد التجفيف من خلال حساب نسبة كتلة المادة الصلبة لها والتي تمَّ الحصول عليها بعد التجفيف إلى الكتلة الصلبة للعينة قبل التجفيف، حسب (Yousefi وزملاؤه، 2011).

التحليل الإحصائي:

أُجري تحليل التباين باستخدام برنامج SPSS (version 23)، حيث حُلِّلت النتائج باستخدام اختبار One Way Anova وأُتبع باختبار LSD لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة 5%. وعُبّر عن النتائج كمتوسطات ± الانحراف المعياري.

النتائج والمناقشة:

1-دراسة تأثير تركيز المالتودكسترين المُضاف لعصير البرتقال قبل التجفيف في بعض المؤشرات الكيميائية للمسحوق الناتج:

الجدول (1): نتائج دراسة تأثير تركيز المالتودكسترين المُضاف لعصير البرتقال قبل التجفيف في بعض المؤشرات الكيميائية للمسحوق الناتج

المؤشر الكيميائي	عصير البرتقال المُركَّز	مسحوق عصير البرتقال		
		تركيز الـ (MA) المُضاف		
		(%25)	(%30)	(%35)
الرطوبة (%)	45.414±0.025[a]	3.839±0.014[b]	3.719±0.102[b]	3.453±0.044[c]
درجة الـ pH	3.588±0.004[a]	3.833±0.015[b]	3.837±0.015[b]	3.850±0.001[b]
الحموضة القابلة للمعايرة (% كحمض ستريك)	5.802±0.009[a]	8.651±0.006[b]	04[c]08.605±0.	03[d]08.564±0.
السكريات الكلية (غ/100غ وزن رطب)	48.765±0.081[a]	55.033±0.056[b]	±0.160[c]483.55	±0.120[d]56.010

تُشير الأحرف المُختلفة في السطر الواحد إلى وجود فرق معنوي بين المعاملات عند $p<0.05$

MA: المالتودكسترين (DE= 20-30)

تبيِّن النتائج في الجدول (1) وجود تأثير معنوي لتركيز المالتودكسترين المُضاف لعصير البرتقال المُركَّز قبل التجفيف في بعض المؤشرات الكيميائية للمسحوق الناتج، حيث لُوحظ انخفاض محتوى مسحوق عصير البرتقال من الرطوبة بإضافة المالتودكسترين بتركيز (35%)، إذ بلغت (3.453%)، وعزى الباحثون ذلك إلى قدرة المالتودكسترين على إعاقة فعل السكريات في مسحوق الفاكهة التي تتمتع بطابع استرطابي للغاية لامتصاص الرطوبة من الهواء المحيط (Phisut، 2012)، إذ يؤدي ارتفاع تركيز المالتودكسترين المُضاف للمادة

الغذائية المُراد تجفيفها إلى انخفاض نسبة الرطوبة في المنتجات المجففة (Shrestha وزملاؤه، 2007)، وتتوافق هذه النتائج مع (Shrestha وزملاؤه، 2007؛ Krishnaiah وزملاؤه، 2014).

أما من حيث درجة الـ pH لُوحظ وجود فروق معنوية بين عينات عصير البرتقال المُركَّز ومسحوقه المُصنَّع، مع ملاحظة حدوث ارتفاع في درجة الـ pH بتأثير عملية التجفيف وزيادة تركيز المالتودكسترين المُضاف، حيث تفوق مسحوق عصير البرتقال المُصنَّع بإضافة المالتودكسترين بتركيز (35%) من حيث درجة الحموضة، إذ بلغت درجة الـ pH (3.833)، وتتوافق هذه النتائج مع (Hla و Khaing، 2011).

كما أظهرت النتائج في الجدول (1) وجود تأثير معنوي لتركيز المالتودكسترين المُضاف لعصير البرتقال المُركَّز قبل التجفيف باستخدام الهواء الساخن في خفض نسبة الحموضة القابلة للمعايرة للمسحوق الناتج، حيث امتازت عينات مسحوق عصير البرتقال المُصنَّعة بإضافة المالتودكسترين بتركيز (25%) بارتفاع نسبة الحموضة القابلة للمعايرة مقارنةً مع التركيزين (30 و35%)، إذ بلغت (14.728% كحمض ستريك)، ويعود ذلك إلى حدوث فقد في المحتوى من الأحماض بتأثير عملية التبخر الحاصلة أثناء التجفيف (Ekpong وزملاؤه، 2016)، وتوافقت هذه النتائج مع (Shrestha وزملاؤه، 2007).

تفوَّقت عينات مسحوق عصير البرتقال المُصنَّع بإضافة المالتودكسترين بتركيز (35%) بشكل معنوي من حيث محتواها من السكريات الكلية مقارنةً مع باقي العينات، حيث بلغ (56.010 غ/ 100غ وزن رطب)، ويُعزى ذلك إلى زيادة المحتوى الكلي للعصير من المواد الصلبة الذائبة الكلية للعصير قبل التجفيف بتأثير إضافة المالتودكسترين، كما يزداد المحتوى من السكريات المُحوَّلة (المختزلة) (Srinivas وزملاؤه، 2018)، كما أنَّ مسحوق العصير ذا المحتوى العالي من الرطوبة يترافق مع وجود محتوى عالٍ من السكريات ذات الاسترطابية العالية والأحماض العضوية (Shrestha وزملاؤه، 2007)، ويتوافق هذا مع Chuaychan

وBenjakul(2016)، حيث تبيَّن ارتفاع المحتوى من السكريات لمسحوق الجيلاتين والجيلاتين المتحلل بتأثير زيادة تركيز المالتودكسترين المُضاف قبل التجفيف بالرذاذ.

2-دراسة تأثير تركيز المالتودكسترين المُضاف لعصير البرتقال المُركَّز قبل التجفيف في النشاط المضاد للأكسدة والمحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً في المسحوق الناتج:

الجدول (2): نتائج دراسة تأثير تركيز المالتودكسترين المُضاف لعصير البرتقال المُركَّز قبل التجفيف في النشاط المضاد للأكسدة والمحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً في المسحوق الناتج

المؤشرات المدروسة	عصير البرتقال المُركَّز	مسحوق عصير البرتقال		
		تركيز الـ MA المُضاف		
		(%25)	(%30)	(%35)
فيتامين C (مغ/ 100غ وزن رطب)	6.530±0.092[a]	2.597±0.025[b]	3.399±0.014[c]	3.548±0.037[d]
الفينولات الكلية (مغ مكافئ حمض غاليك/ 100غ وزن رطب)	16.942±0.767[a]	4.815±0.014[b]	4.903±0.022[b]	5.097±0.062[b]
الفلافونيدات الكلية (مغ مكافئ كويرستين/ 100غ وزن رطب)	27.422±0.154[a]	16.591±0.151[b]	±0.168[c]17.705	.513±0.133[d]81
النشاط المضاد للأكسدة (%)	79.890±0.087[a]	45.854±0.085[b]	.694±0.181[c]64	±0.047[d]48.004

تُشير الأحرف المُختلفة في السطر الواحد إلى وجود فرق معنوي بين المؤشرات عند $p<0.05$

MA: المالتودكسترين (DE= 20-30)

يُبيّن الجدول (2) وجود تأثير معنوي لتركيز المالتودكسترين المُضاف لعصير البرتقال المُركَّز قبل التجفيف في المحافظة على المحتوى من فيتامين C قدر الإمكان، حيث تفوَّقت عينات مسحوق عصير البرتقال المُركَّز المُصنَّعة بإضافة (35%) من المالتودكسترين على باقي المعاملات من حيث محتواها من فيتامين C، حيث بلغ (3.548 مغ/ 100غ وزن رطب)، مع ملاحظة وجود تأثير معنوي لعملية التجفيف بالهواء الساخن في خفض محتوى

عينات المسحوق الناتج من فيتامين C، وتُعزى نسبة الفقد في فيتامين C إلى أكسدته إلى حمض أسكوربيك منزوع الهيدروجين (Leoni، 2002)، وتبيَّن وجود ارتباط جزيئي كبير بين فيتامين C والمالتودكسترين، وذلك بسبب وجود جزيئات (OH) المشتركة بينها؛ مما يقلل الفقد في فيتامين C بسبب تأثير هذه العملية، كما يُقلل التأثير المُغلِّف للمالتودكسترين عند إضافته للمادة الغذائية المُراد تجفيفها بنسب مئوية عالية من فقد محتواها من فيتامين (C)، بينما عند إضافته بنسب مئوية منخفضة لا يكون ذلك كافياً لتغليف هذا الفيتامين (Cortés وزملاؤه، 2017)، ووُجد أن ما يصل إلى (30%) من المحتوى الأولي لحمض الأسكوربيك في بعض عصائر الفاكهة يمكن أن يتدهور بتأثير عملية التجفيف (Ammar وزملاؤه، 1985)، كما أوضح Ribeiro وزملاؤه (2016) تأثير زيادة تركيز العوامل المساعدة في التجفيف في الاحتفاظ بالنسبة الأعظم من المركبات الفعالة بيولوجياً بما في ذلك حمض الأسكوربيك، حيث يحمي المالتودكسترين ذو مكافئ الدكستروز العالي من أكسدة حمض الأسكوربيك، الذي يُعزى إلى القدرة على تشكيل غلاف واقٍ، وتوافقت هذه النتائج مع (Barbosa، 2015).

كما تُشير النتائج المُوضَّحة في الجدول (2) إلى عدم وجود تأثير معنوي لتركيز المالتودكسترين المُضاف لعصير البرتقال المُركَّز في المحافظة على المحتوى من الفينولات الكلية في عينات مسحوق عصير البرتقال المُصنَّع، حيث بلغت أعلى قيمة للمحتوى من الفينولات الكلية عند تركيز (35%) من المالتودكسترين (5.097 مغ مكافئ حمض غاليك/ 100غ وزن رطب)، ويُعزى ذلك لتأثير المالتودكسترين في تغليف المركبات الفينولية، ويتوافق ذلك مع (Sonone وزملاؤه، 2016).

يُلاحظ من الجدول (2) وجود تأثير معنوي لتركيز المالتودكسترين في الاحتفاظ بمحتوى عصير البرتقال المُركَّز من الفلافونيدات، حيث أبدى مسحوق عصير البرتقال المُركَّز المُصنَّع بإضافة (35%) من المالتودكسترين ارتفاعاً ملحوظاً في المحتوى من الفلافونيدات

الكلية، إذ بلغ (18.513 مغ مكافئ كويرستين/ 100غ وزن رطب)، مقارنةً مع الإضافة (25 و30%)، ويُعزى ذلك إلى تأثير المالتودكسترين في احتباس الفلافونيدات وحمايتها من تأثير ظروف التصنيع (Lachowicz وزملاؤه، 2020).

كما تُشير نتائج الجدول (2) إلى وجود تأثير معنوي لتركيز المالتودكسترين المُضاف لعصير البرتقال المُركَّز في الاحتفاظ بالنشاط المضاد للأكسدة للعينات المدروسة، حيث أبدت عينات مسحوق عصير البرتقال المُصنَّعة بإضافة المالتودكسترين بتركيز (35%) أعلى نشاط مضاد للأكسدة، إذ بلغ (48.004%)، ويُعود ذلك إلى قدرة المالتودكسترين على الاحتفاظ بالمحتوى من فيتامين C والفينولات الكلية والفلافونيدات الكلية (Lachowicz وزملاؤه، 2020)، وقد يُعزى إلى تشكُّل مركبات نشطة بيولوجياً و/ أو مركبات جديدة متشكلة عن طريق تفاعل ميلارد (Michalska وزملاؤه، 2017)، وتتوافق هذه النتائج مع (Michalska وزملاؤه، 2017).

3-دراسة تأثير تركيز المالتودكسترين المُضاف لعصير البرتقال المُركَّز قبل التجفيف في بعض المؤشرات الفيزيائية للمسحوق الناتج:

الجدول (3): نتائج دراسة تأثير تركيز المالتودكسترين المُضاف لعصير البرتقال المُركَّز قبل التجفيف في بعض المؤشرات الفيزيائية للمسحوق الناتج

المؤشر الفيزيائي	مسحوق عصير البرتقال المُركَّز		
	تركيز الـ (MA) المُضاف		
	(25%)	(30%)	(35%)
القابلية للذوبان (%)	99.247 ± 0.003^{a}	99.379 ± 0.003^{b}	99.407 ± 0.002^{c}
الكثافة الظاهرية (غ/ سم^3)	0.646 ± 0.001^{a}	0.643 ± 0.001^{b}	0.641 ± 0.003^{b}
الكثافة الحقيقية (غ/ سم^3)	0.963 ± 0.064^{a}	0.926 ± 0.064^{a}	0.810 ± 0.017^{b}
الإنتاجية (%)	54.491 ± 0.240^{a}	56.698 ± 0.076^{b}	58.449 ± 0.070^{c}

تُشير الأحرف المُختلفة في السطر الواحد إلى وجود فرق معنوي بين المعاملات عند $p<0.05$

MA: المالتودكسترين (DE= 20-30)

تُشير نتائج الجدول (3) إلى وجود تأثير معنوي لعملية تجفيف عصير البرتقال المُركَّز باستخدام الهواء الساخن وتركيز المالتودكسترين المُضاف للعصير المُركَّز قبل التجفيف في قابلية الذوبان للعينات المدروسة، حيث أبدت عينات مسحوق عصير البرتقال المُركَّز المُضاف إليه المالتودكسترين بتركيز (35%) ارتفاعاً ملحوظاً في قابليتها للذوبان، حيث بلغت (99.407%)، ويمكن أن يُعزى ذلك إلى قابلية المالتودكسترين العالية للذوبان في الماء (Grabowski وزملاؤه، 2008)، وهذا يتوافق مع ما توصَّل إليه (Sathyashree وزملاؤه، 2018).

كما تُبيّن النتائج المُوضَّحة في الجدول (3) وجود تأثير معنوي لتركيز المالتودكسترين المُضاف لعصير البرتقال المُركَّز قبل التجفيف في خفض قيم الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية للمسحوق الناتج مع زيادة تركيز المالتودكسترين المُستخدَم، مع تميُّز مسحوق عصير البرتقال المُركَّز المُصنَّع بإضافة (25%) مالتودكسترين قبل التجفيف بأعلى قيمة للكثافة الظاهرية والحقيقية، إذ بلغت (0.646 و0.963 غ/سم^3) على التوالي، ويُعزى ذلك إلى أنَّ ارتفاع تركيز المالتودكسترين أدَّى إلى زيادة في حجم الهواء المحبوس في الجسيمات، حيث يُشكِّل المالتودكسترين مادة مغلِّفة للجسيمات مما يؤدي إلى انخفاض في الكثافة الظاهرية للجسيمات، وتوافقت هذه النتائج مع ما توصَّل إليه (Shrestha وزملاؤه، 2007؛ Jain، 2012).

كما وضّحت النتائج وجود تأثير معنوي لتركيز المالتودكسترين المُضاف لعصير البرتقال المُركَّز في معدل الإنتاجية من مسحوق العصير المُركَّز، حيث بلغ أعلى معدل لإنتاجية مسحوق عصير البرتقال عند إضافة (35%) مالتودكسترين (58.449%)، ويُعزى ذلك إلى تأثير إضافة المالتودكسترين في زيادة محتوى المسحوق من المواد الصلبة؛ مما ينعكس

إيجاباً في معدل الإنتاجية (Cai و Corke، 2000)، وتوافقت هذه النتائج ما توصَّل إليه (Shrestha وزملاؤه، 2007؛ Jain، 2012؛ Chegini و Ghobadian، 2007).

الاستنتاجات:

- تفوق مسحوق عصير البرتقال المُصنَّع بإضافة (35%) مالتودكسترين لعصير البرتقال المُركَّز قبل عملية التجفيف باستخدام الهواء الساخن على باقي المعاملات من حيث خفض النسبة المئوية للرطوبة، وارتفاع محتواه من السكريات الكلية، فيتامين C، الفلافونيدات الكلية، النشاط المُضاد للأكسدة وزيادة قابلية الذوبان ومعدل الإنتاجية.
- تفوق مسحوق عصير البرتقال المُصنَّع بإضافة (25%) من المالتودكسترين للعصير المُركَّز قبل عملية التجفيف باستخدام الهواء الساخن على باقي المعاملات من حيث النسبة المئوية للحموضة القابلة للمعايرة، والكثافة الظاهرية والحقيقية.
- لُوحظ عدم وجود تأثير معنوي لتركيز المالتودكسترين في درجة الـ pH لمسحوق عصير البرتقال المُصنَّع ومحتواه من المركبات الفينولية الكلية.

التوصيات:

-استخدام طريقة تجفيف عصير البرتقال المُركَّز بفرن الهواء الساخن بإضافة المالتودكسترين بتركيز (35%) للحصول على مسحوق عصير برتقال ذو محتوى أقل من الرطوبة ومحتوى أعلى من المركبات الفينولية وفيتامين C، وزيادة قابلية الذوبان وإنتاجية عالية.

-دراسة تأثير إمكانية استخدام تراكيز أخرى من المالتودكسترين في تصنيع مسحوق عصير البرتقال وتحديد التركيز الأمثل.

–دراسة تأثير استخدام عوامل أخرى مساعدة في التجفيف للحصول على مسحوق عصير البرتقال ذي مواصفات أفضل من حيث المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المُضاد للأكسدة الأعلى والقدرة التخزينية الأعلى.

–دراسة تأثير عمليات التخزين في اختبار صلاحية مسحوق عصير البرتقال المُصنَّع في الحفاظ على تركيبه الكيميائي ومحتواه من المركبات الفعالة بيولوجياً قدر الإمكان.

المراجع References:

1. –المجموعة الإحصائية الزراعية. 2018. قسم الإحصاء، مديرية التخطيط والتعاون الدولي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.
2. –خالد، هالة والعقلة، بسام وعقبة، محمد. 2013. المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المُضاد للأكسدة في أصناف البرتقال الرئيسة المزروعة في سورية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (29)، العدد (1)، 153–164.
3. Ammar, K.A., El-kady, S.A., El-nemer, K. and Lasztity, R. 1985. Production of Orange Juice Powder as Affected by Method of Drying, Packaging and Storage, Department of Biochemistry and Food Technology. Technical University. H-1521 Budapest, PP: 1-10.
4. AOAC. 2004. "Official Methods of Analysis", 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Published by the Association of Official Analytical Chemists, Inc. USA.
5. AOAC. 1990. "Official Methods of Analysis", 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Published by the Association of Official Analytical Chemists, Inc. USA.
6. AOAC. 1970. "Official Methods of Analysis", 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Published by the Association of Official Analytical Chemists, Inc. USA.
7. Asami, D.K., Hong, Y.J., Barrett, D. and Mitchell, A.E. 2003. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze dried and airdried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. J. Agric. Food Chem., 51: 1237-1241.
8. Barbosa, J.I.B. 2015. Development of A Functional Orange Juice Powder by Spray Drying, Thesis submitted to the Universidade Católica Portuguesa to attain the degree of PhD in Biotechnology - with specialization in Microbiology, P169.

9. Bates, R.P., Morris, J.R. and Crandall, P.G. 2001. Principles and practices of small-and medium-scale fruit juice processing, Food and agriculture organization of the united nations, Rome, FAO Agricultural services bulletin, 146, P 226.
10. Cai, Y.Z., and Corke, H. 2000. Production and properties of spray-dried amaranthus betacyanin pigments. Journal of Food Science, 65 (7): 1248-1252. http://dx.doi.org/10.1111/jfds.2000.65.issue-7
11. -Chegini, G.R. and Ghobadian, B. 2007. Spray Dryer Parameters for Fruit Juice Drying, World Journal of Agricultural Sciences, 3 (2): 230-236.
12. -Chopda, C.A. and Barrett, D.M. 2001. Optimization of guava juice and powder production. J. Food Process. Preserv., 25: 411-430.
13. -Chuaychan, S. and Benjakul, S. 2016. Effect of maltodextrin on characteristics and antioxidative activity of spray-dried powder of gelatin and gelatin hydrolysate from scales of spotted golden goatfish, J Food Sci Technol, 53(9): 3583-3592.
14. Cortés, M.R., Hernández, G.S. and Estrada, E.M.M. 2017. Optimization of the spray drying process for obtaining cape gooseberry powder: an innovative and promising functional food, Vitae, Revista de la facultad de ciencias farmacéuticas y alimentarias, 24 (1): 59-67.
15. -Ekpong, A., Phomkong, W. and Onsaard, E. 2016. The effects of maltodextrin as a drying aid and drying temperature on production of tamarind powder and consumer acceptance of the powder, International Food Research Journal, 23(1): 300-308.
16. -FAO, 2016. FAO, FAOSTAT Database Available.
17. -FAO. 2011. Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome. Retrieved from http://www.fao.org/ docrep/014/mb060e/mb060e.pdf
18. Grabowski, J.A., Truong, V.D. and Daubert, C.R. 2008. Nutritional and rheological characterization of spray dried sweetpotato powder. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 41: 206-216.
19. -Hla, P.K. and Khaing, T.T. 2011. Preparation of Beverages Powder from Fruits, Universities Research Journal, 4(3): 335-354.

20. Hui, Y.H., Barta, J., Cano, M.P., Gusek, T.W., Sidhu, J.S. and Sinha, N.K. 2006. Handbook of Fruits and Fruit Processing, Blackwell Publishing, P 697.
21. Jain, P. 2012. Studies on production process optimization of beet root powder using spray dryer and its comparison with conventional process, thesis Submitted to the Jawaharlal Nehru Krishi Vishwa Vidyalaya, Jabalpur, in partial fulfilment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in agricultural engineering (post harvest process and food enginee), department of post harvest process and food enginee, jawaharl al nehru krishi vishwa vidyalaya college of agricultural engineering jabalpur (M.P), P 230.
22. Jesus, D.F., Leite, M.F., Silva, L.F.M., Modesta, R.D., Matta, V.M. and Cabral, L.M.C. 2007. Orange (Citrus sinensis) juice concentration by reverse osmosis. Journal of Food Engineering, 81, 287-291.
23. Jittanit, W., Chantara-In, M., Deying, T. and Ratanavong, W. 2011. Production of tamarind powder by drum dryer using maltodextrin and Arabic gum as adjuncts, Songklanakarin, J. Sci. Technol. 33 (1): 33-41.
24. Krishnaiah, D., Nithyanandam, R. and Sarbatly, R. 2014. A Critical Review on the Spray Drying of Fruit Extract: Effect of Additives on Physicochemical Properties, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 54: 449-473.
25. Lachowicz, S., Michalska-Ciechanowska, A. and Oszmian´ski, J. 2020. The Impact of Maltodextrin and Inulin on the Protection of Natural Antioxidants in Powders Made of Saskatoon Berry Fruit, Juice, and Pomace as Functional Food Ingredients, Molecules, 25, 1805.
26. Leoni, C. 2002. Improving the nutritional quality of processed fruits and vegetables: the case of tomatoes, in Fruit and Vegetable Processing: Improving Quality, Jongen, W Ed, Pages. 83-122, Woodhead Publishing Ltd and CRC Press, LLC, Cambridge.

27. Marinova, G. and Batchvarov, V. 2011. Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH. Bulgarian Journal of Agriculture Science, 17 (1): 110-240.
28. Michalska, A. and Lech, K. 2018. The Effect of Carrier Quantity and Drying Method on the Physical Properties of Apple Juice Powders, Beverages, 4, 2; doi: 10.3390/4010002, p 15.
29. Michalska, A., Wojdyło, A., Łysiak, G.P. and Figiel, A. 2017. Chemical composition and antioxidant properties of powders obtained from different plum juice formulations. Int. J. Mol. Sci., 18, 176.
30. Phisut, N. 2012. Spray drying technique of fruit juice powder: some factors influencing the properties of product, International Food Research Journal, 19(4): 1297-1306.
31. -Pisoschi, A.M., Danet, A.F. and Kalinowaki, S. 2008. Ascorbic acid determination in commercial fruit juice samples by cyclic voltammetry. Journal of Automated Methods and Management in Chemistry: 1-8.
32. Ribeiro, M.C.M.C., Silva, F.L.H. and Maciel, M.I.S. 2016. Parameter optimization for spray drying of acerola and seriguela mix pulp using response surface methodology, XXV Congresso Brasileiro de Ciencia e Tecnologia de Alimentos, X CIGR Section IV International Technical Symposium, 24 a27 de outubro, FAURGS, GRAMADO/RS.
33. Roustapour, O.R., Hosseinalipour, M. and Ghobadian, B. 2006. An experimental investigation of lime juice drying in a pilot plant spray dryer. Drying Technology, 24: 181-188.
34. -Sathyashree, H.S., Ramachandra, C.T., Nidoni, U., Mathad, P.F. and Naik, N. 2018. Rehydration properties of spray dried sweet orange juice, Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(3): 120-124.
35. Selli, S., Cabaroglu, T. and Canbas, A. 2004. Volatile flavour components of orange juice obtained from the cv. Kozan of Turkey. Journal of Food Composition and Analysis, 17: 789-796.

36. Shalaby, M.T., Ibrahim; F.Y., El-Shehawy, S.M. and M. N. Ibrahim., 2013. Effect Of Concentration Process And Storage Period On Quality Properties Of Some Fruit And Vegetable Concentrates Food Industries. Food Industries Dept., Fac. Agric., Mansoura University, Egypt. J. Food and Dairy Sci., Mansoura Univ., 4 (7), 359-372.
37. Shrestha, A.K., Ua-arak, T., Adhikari, B.P., Howes, T. and Bhandari, B.R. 2007. Glass transition behavior of spray dried orange juice powder measured by differential scanning calorimetry (DSC) and thermal mechanical compression test (TMCT), International Journal of Food Properties, 10 (3): 661-673.
38. Silva, M.A., Sobral, P.J.A. and Kieckbusch, T.G. 2006. State diagrams of freeze-dried Camu-Camu (myrciaria dubia (hbk) mc vaugh) pulp with and without maltodextrin addition.
39. Sonone, V.S., Unde, P.A. and Kad, V.P. 2016. Effect of Spray Dryer Parameters on different Properties of Fruit Juice Powder, International Journal of Advanced Engineering, Management and Science (IJAEMS), 2 (8): 1301-1312.
40. Srinivas, D., Vinoda, N. and Edukondalu, L. 2018. Effect of Maltodextrin Concentration on Spray Dried Bitter Gourd Powder, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7: 2319-7706.
41. Sripakdee, T., Sriwicha, A., Jansam, N., Mahachai, R. and Chanthai, S. 2015. Determination of total phenolics and ascorbic acid related to an antioxidant activity and thermal stability of the Mao fruit juice, International Food Research Journal, 22 (2): 618-624.
42. USDA (U.S. Department of Agriculture Agricultural Research Service), 2014. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 13. Nutrient Data Laboratory Home Page.
43. Wada, L. and Ou, B. 2002. Antioxidant activity and phenolic content of Oregon caneberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 3495-3500.

44. Yousefi, S., Emam-Djomeh, Z. and Mousavi, S.M. 2011. Effect of carrier type and spray drying on the physicochemical properties of powdered and reconstituted pomegranate juice (Punica Granatum L.), J Food Sci Technol, 48 (6): 677-684.
45. Zhishen, J., Mengcheng, T. and Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry, 64: 555-559.