دراسة بعض مؤشِّرات الجودةِ لمسحُوق هَريسِ الأجَاص المجفف باستخدام الهواء الساخن

د. روعة طلي* م. ميساء حاطوم**

الملخص

نُفِّذ هذا البحث في قسم علوم الأغذية-كلية الزراعة-جامعة دمشق. تمَّ تصنيع مسحوق هريس الأجاص بطريقة التجفيف بالهواء الساخن لهريس الأجاص بدرجة حرارة (60°م) بعد المالتودكسترين كعامل مساعد على التجفيف (DE=20-30) بتركيزين (10 و20%). أبدى مسحوق هريس الأجاص المُصنَّع من هريس الأجاص المُضاف له المالتودكسترين بتركيز (10%) تفوقاً بمحتواه من فيتامين C (0.72 مغ/ 100غ وزن رطب)، الفينولات الكلية (17.67 مغ مكافئ حمض غاليك/ 100غ وزن رطب)، الفلافونيدات الكلية (15.05 مغ مكافئ كويرستين/ 100غ وزن رطب) والنشاط المضاد للأكسدة (19.23%). في حين تفوق المسحوق المُصنَّع من هريس الأجاص بإضافة المالتودكسترين بتركيز (20%) على باقي المعاملات من حيث خفض النسبة المئوية للرطوبة (4.96%)، ورفع النسبة المئوية للرماد (1.23%)، الحموضة الكلية (0.46%)، قابلية الذوبان (96.61%)، الكثافة الظاهرية والحقيقية (0.85 و1.72 غ/ سم^3).

الكلمات المفتاحية: مسحوق هريس الأجاص، المالتودكسترين، المؤشرات الكيميائية، المركبات الفعالة بيولوجياً، المؤشرات الفيزيائية، التجفيف بالهواء الساخن.

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

** معيدة-قسم علوم الأغذية-كلية الزراعة-جامعة دمشق.

Studying Some Quality Indicators of Pear Puree Powder Dried By Hot Air

R. Tlay* **M. Hatoom****

ABSTRACT

This research was conducted at the Food Science department, Faculty of Agriculture, Damascus University. Hot air drying method was applied to process pear puree at 60º, which by adding Maltodextrin as an assistant agent (DE= 20-30) to Pear puree by two concentrations (10 and 20%). The results showed that the powder processing from Pear puree by adding Maltodextrin (10%), was better than other treatments whence of vitamin C (0.72 mg/ 100g wet weight), total phenols content (17.67 mg equivalent Gallic acid/ 100g wet weight), total flavonoids content (15.05 mg equivalent quercetin/ 100 g wet weight) and Antioxidants Activity (19.23%) respectively. While the powder processing from Pear puree by adding Maltodextrin (20%), was better than other treatments whence of lower percentage of moisture (4.96%), higher percentage of ash (1.23%), total acidity content (0.46%), solubility (96.61%), apparent and real intensity (0.85 and 1.72 g/cm3) respectively.

Key words: Pear Puree Powder, Chemical Indicators, Active Biological Compounds, Physical Indicators, Hot Air Drying.

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

المقدمة والدراسة المرجعية:

يتبع الأجاص (Pear) للعائلة الوردية (Rosaceae) والجنس (Pyrus)، ويُعدُّ أحد أجناس التفاحيات، ويمثل ثلث الإنتاج العالمي للتفاحيات، عُرفت زراعته منذ ألف سنة قبل الميلاد، وأهم أنواعه البرية توجد في القسم الشرقي من آسيا خاصةً في بلاد الصين، وتُعتبر أوربا، آسيا، شمالي إيران، القوقاز والمنحدرات الشمالية الغربية من جبال هيمالايا الموطن الأصلي لشجرة الأجاص، كما ينمو الأجاص برياً في غابات سورية، فلسطين ولبنان وتوفَّر معظم أصنافه فيها، وتُعدُّ مصر أكثر الدول العربية إنتاجاً للأجاص تليها الجزائر، وعالمياً تُعدُّ الصين أكثر الدول إنتاجاً للأجاص تليها إيطاليا ثم الولايات المتحدة الأمريكية (بطحة، 2016).

بلغ إنتاج القطر العربي السوري من ثمار الأجاص عام 2018 م (20,205 طن)، كما بلغت المساحة المزروعة بأشجار الأجاص (3,931 هكتار) بعدد أشجار (1,256,300 شجرة)، منها (1,029,100 شجرة) مثمرة، حيث شغلت محافظة ريف دمشق المرتبة الأولى بإنتاج الأجاص بواقع (12,292 طن) بمساحة (654,200 هكتار)، في حين احتلَّت محافظة اللاذقية المرتبة الثانية بإنتاج (2,820 طن) بمساحة (161,8 هكتار)، بينما شغلت محافظة السويداء المرتبة الثالثة بواقع (1,773 طن) بمساحة (150,800 هكتار) (المجموعة الإحصائية الزراعية السورية، 2018).

تمتلك ثمار الأجاص قيمة غذائية عالية، حيث تحتوي على فيتامين B_1 ومحتوى قليل من فيتامين A، كما تحتوي على أملاح الكالسيوم، الحديد والفوسفور، كما تُعدُّ ثمار الأجاص فاكهة مفيدة وسهلة الهضم، ومعظم محتوياتها عبارة عن سكريات بسيطة (فركتوز وغلوكوز)، كما تحتوي على نسبة جيدة من الألياف، ويتركز فيتامين C في قشرة الثمرة، لذا يُنصح بعدم تقشيرها (بطحة، 2016).

أشار Antal وزملاؤه (2017) إلى احتواء لب الأجاص على الفينولات الكلية بنسبة (647 مغ مكافئ حمض الغاليك/ 100غ على أساس الوزن الجاف)، كما بلغ النشاط المضاد للأكسدة للب الأجاص (86.1 ميكروغرام مكافئ حمض غاليك/ 100غ على أساس الوزن الجاف)، كما ذكر بطحة (2016) أنَ رطوبة الأجاص بلغت (84.6%)، السكريات الكلية (5–15.7%)، الحموضة الكلية (0.1–0.99%) والرماد (0.18–0.44%)، فيتامين C (7 مغ/ 100 مل عصير)، وأشار Kolniak-Ostek (2016) إلى محتوى هريس الأجاص من مركبات البولي فينول، حيث بلغ (234 مغ/ 100غ على أساس الوزن الجاف)، ونشاط مضاد للأكسدة (426.0 ميكرولتر مكافئ/ 100 غ على أساس الوزن الجاف) محسوباً بطريقة الـ DPPH، كما بيَّن Santos وزملاؤه (2014) ارتفاع محتوى هريس الأجاص من الفينولات الكلية بتأثير عملية التجفيف بفرن الهواء الساخن بدرجة حرارة (60°م) من (239.2–291.0 إلى 274.1–343.2 مغ مكافئ حمض غاليك/ 100غ وزن جاف)، بينما وجد الباحثون انخفاض النشاط المضاد للأكسدة من (1710.0–2391.8) إلى (1170.6–1361.5 ميكرومول TEAC/100غ).

هناك العديد من عصائر وثمار الفاكهة لا يمكن تحويلها ببساطة إلى مسحوق بسبب تركيبها الكيميائي الأولي، بسبب وجود أحماض منخفضة الوزن الجزيئي والكربوهيدرات ذات درجة حرارة تجمد منخفضة، وخاصية التكتل، إلَّا أنَّه يمكن التغلب على هذه الصعوبات من خلال إضافة مواد معينة حاملة للعصير قبل عملية التجفيف، مثل البوليمرات الحيوية وذلك من مصادر مختلفة (مالتودكسترين (maltodextrins) بمكافئ دكستروز مختلف، الصمغ الطبيعي (العربي)، البروتينات والشموع)، والتي تؤثر في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمساحيق (Michalska وزملاؤه، 2017).

يُسمَّى المالتودكسترين شراب الغلوكوز الجاف، وهو أحد منتجات تحلل النشاء بدرجة أقل من 25 (مكافئ الدكستروز)، المُنتَجة بواسطة التحلل المائي لنشاء الذرة

عن طريق التقنيات الإنزيمية، وتتوفر مجموعة واسعة من المالتودكسترين تجارياً بقيم مكافئات دكستروز (D.E) متعددة، وكثيراً ما تستخدم كمواد رابطة (أو) عوامل ناقلة ومساعدة في عمليات التجفيف (Hla وKhaing، 2011).

لذا يُسلِّط البحث الضوء على تصنيع مسحوق هريس الأجاص ودراسة بعض ظروف التصنيع التي تُساهم في تحسين مواصفات المسحوق، للحصول على مُنتج أفضل في مواصفاته التغذوية والتخزينية ولتحقيق الإستفادة الأكبر من الإنتاج المحلي والقيمة الغذائية لهذه الأنواع من الفاكهة وتوفيرها في مختلف فصول السنة.

حيث هدف هذا البحث إلى:

1- دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لمسحوق هريس الأجاص المُصنَّع بإضافة عامل مساعد على التجفيف (المالتودكسترين التجاري) بتركيزين (10 و20%) إلى الهريس قبل التجفيف بفرن الهواء الساخن بدرجة حرارة (60°م).

2- دراسة المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً (فيتامين C، المركبات الفينولية الكلية والفلافونيدات) والنشاط المضاد للأكسدة لمسحوق هريس الأجاص المُصنَّع بإضافة المالتودكسترين (10 و20%) إلى الهريس قبل التجفيف.

3- دراسة بعض المؤشرات الفيزيائية (الإنتاجية، قابلية الذوبان، الكثافة الظاهرية والحقيقية والمسامية) لمسحوق هريس الأجاص المُصنَّع بإضافة المالتودكسترين (10 و20%) قبل التجفيف.

مواد وطرائق البحث:

1.1. مكان تنفيذ البحث: تمَّ العمل في:

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

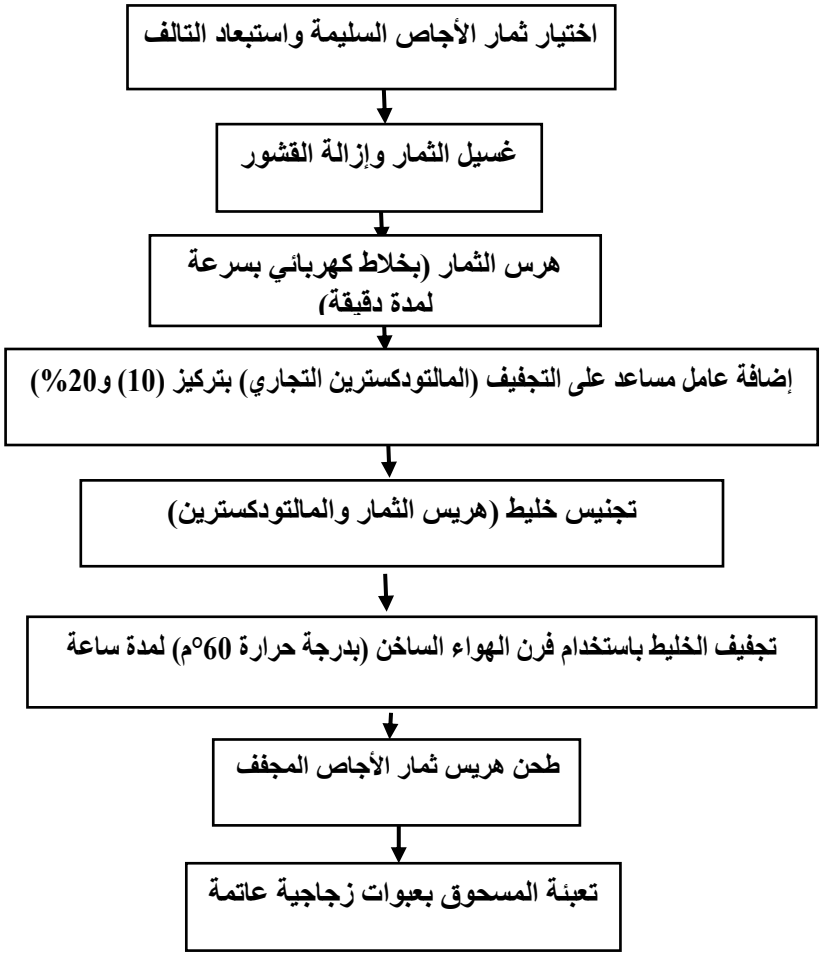
2) مخابر الهيئة العامة للتقانات الحيوية بمحافظة دمشق.

2.1. المواد المستخدمة:

أُستخدم في تنفيذ الدراسة صنف الأجاص (Williams) ويُسمَّى بصنف (Bartlett) أيضاً وهو صنف إنكليزي عالمي واسع الانتشار، تنضج ثماره في منتصف شهر أيلول، وهي ذات لون أصفر، كبيرة الحجم ومخروطية الشكل، ذات قشرة رقيقة، سطح الثمرة أملس نسبياً مع وجود نتوءات مبعثرة، واللب أبيض اللون ذو طعم لذيذ جداً سكري وعصيري وذو نكهة مرغوبة، وتُستخدم هذه الثمار للأكل الطازج، كما يمكن حفظها بعبوات أو تجفيفها.

طرائق البحث:

بـدأت عمليـات تصـنيع مسـحوق هـريس الأجـاص خـلال الفتـرة مـن 2019/10/1 م حتـى 2019/12/1 م وفق الطريقة الموضحة في الشكل رقم (1).



الشكل (1): مخطط تصنيع مسحوق هريس الأجاص

استخدمت مطحنة (Moulinex، type 255.2، فرنسية المنشأ) وفرن التجفيف بالهواء الساخن (Memmert Gmbh، type No D.91126، ألماني المنشأ)، كما أُستخدمت كميات من هريس الأجاص بواقع 500 غ من الهريس لكل معاملة من المعاملات المذكورة.

الاختبارات المدروسة:

1) الاختبارات الكيميائية:

1. تقدير الرطوبة Determination of moisture: قُدِّرت رطوبة مسحوق هريس الأجاص 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 مسحوق هريس الأجاص 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 الكلية Total acidity content: عُويرت الحموضة الموجودة في مسحوق هريس الأجاص باستخدام ماءات الصوديوم (0.1 نظامي) بوجود مشعر فينول فتالئين، وذلك حسب طريقة (AOAC، 1990)، وحُسبت النسبة المئوية للحموضة على أساس حمض الستريك اللامائي.

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

2) اختبارات المركبات الفعَّالة بيولوجياً والنشاط المُضاد للأكسدة:

1. تقدير فيتامين C (Ascorbic Acid): عُيّن 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).

2. تقدير الفينولات الكلية: أُتّبع في استخلاص الفينولات الكلية لمسحوق هريس الأجاص ما ورد في طريقة (Wada و Ou، 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).

3. 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 لها 0.3 مل كلوريد الألمنيوم (10%)، وبعد 6 دقائق أُضيف 2 مل ماءات الصوديوم 1 مولار، وأُكمل الحجم بالماء المقطر، لتتمَّ بعدها عملية المزج جيداً، وقيست الامتصاصية عند طول موجة 510 نانومتر، وعُبَّر عن النتائج على أساس مغ مكافئ كويرستين/ 100 غ.

4. تقدير النشاط المضاد للأكسدة Antioxidant Activity Assay: قِيس النشاط المضاد للأكسدة بتقدير النشاط الكابح للجذور الحرة باستخدام طريقة الجذر الحر ثنائي فينيل بيكريل هيدرازيل DPPH (1,1-diphenyl -2-picryl-hydrazyl) حسب (Singh وزملاؤه، 2002).

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.

3) الاختبارات الفيزيائية للمسحوق:

1. تقدير قابلية الذوبان: قُدّرت 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، ثُفِّل المحلول بالطرد المركزي بسرعة (3000 د/د لمدة 5 دقائق)، ثمَّ وُضع (25 مل) من العصير الصافي في أطباق بتري تم وزنها سابقاً، ثمَّ وُضعت في فرن التجفيف بدرجة حرارة 105 درجة مئوية لمدة (5 ساعات) وحُسب الذوبان من خلال الفرق في الوزن حسب (Ramds وزملاؤه، 2016).

2. تقدير الكثافة الظاهرية والحقيقية:

قُدّرت الكثافة الظاهرية عن طريق نقل 2 غ من المسحوق إلى أسطوانة مدرجة سعة 50 مل بدرجة حرارة الغرفة، وحُسبت الكثافة الظاهرية بحساب نسبة كتلة المسحوق إلى الحجم المشغول

من المسحوق في الأسطوانة، بينما قُدّرت الكثافة الحقيقية باتباع الخطوات السابقة نفسها مع إضافة خطوة وضع الأسطوانة على جهاز هزّاز لمدة دقيقة واحدة، لاستبعاد الحجم المشغول بجزيئات الهواء من الحجم الكلي للمسحوق في الأسطوانة، وبالتالي التوصل إلى الحجم الحقيقي للمسحوق، وعُبّر عن الكثافة الظاهرية والحقيقية بـ (غ/ سم^3) (Michalska و Lech، 2018).

3. تقدير المسامية:

حُسبت مسامية المساحيق حسب (Michalska و Lech، 2018).

4-تقدير الإنتاجية:

حُسب عائد مسحوق المادة الغذائية حسب الوزن قبل وبعد التجفيف من خلال حساب نسبة كتلة المادة الصلبة للمسحوق الذي تمَّ الحصول عليه بعد التجفيف إلى الكتلة الصلبة للعينة قبل التجفيف، حسب (Ramds وزملاؤه، 2016).

التحليل الإحصائي:

أُجري تحليل التباين باستخدام برنامج SPSS (version 23)، حيث حُلّلت النتائج باستخدام اختبار One Way Anova وأُتبع باختبار LSD لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة 5%.

النتائج والمناقشة:

1-دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لمسحوق هريس الأجاص المُصنَّع:

الجدول (1): نتائج دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لمسحوق هريس الأجاص المُصنَّع

نسبة الـ (MA) المؤشر الكيميائي	هريس الأجاص (طازج)	مسحوق هريس الأجاص		
		(%0)	(%10)	(%20)
الرطوبة (%)	a0.03±82.63	b0.06±6.59	c0.07±5.40	d0.05±4.96
الرماد (%)	a0.03±0.43	b0.02±0.87	c0.06±1.17	c0.06±1.23
درجة الـ pH	a0.01±4.81	b0.01±4.19	c0.01±4.05	d0.01±4.01
الحموضة الكلية (كحمض ستريك %)	a0.01±0.26	b0.01±0.42	c0.01±0.44	c0.01±0.46
السكريات الكلية (غ/100غ وزن رطب)	^{a}0.01±6.88	^{b}0.07±54.48	^{c}0.02±38.18	^{d}0.02±35.48

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

تبيِّن النتائج في الجدول (1) وجود تأثير معنوي لعملية التجفيف وإضافة المالتودكسترين لهريس الأجاص قبل التجفيف في بعض المؤشرات الكيميائية، حيث لُوحظ انخفاض محتوى العينات من النسبة المئوية للرطوبة، إذ لُوحظ انخفاض رطوبة مسحوق هريس الأجاص المُصنَّع بإضافة المالتودكسترين بنسبة (20%) مقارنة مع العينات الأخرى، إذ بلغت (4.96%)، وعزى الباحثون ذلك إلى قدرة المالتودكسترين على إعاقة فعل السكريات في مسحوق الفواكه التي تتمتع بطابع استرطابي للغاية لامتصاص الرطوبة من الهواء المحيط (Gurak وزملاؤه، 2013)، كما يعود ارتفاع محتوى مسحوق الفاكهة من الرطوبة إلى تشكيل هيكل أكثر مسامية بتأثير عملية التجفيف (Rahman و Labuza، 2007)، وتتوافق هذه النتائج مع (Grabowski وزملاؤه، 2008).

كما أبدت النتائج تفوُّق مسحوق هريس الأجاص المُصنَّع بإضافة (10 و20%) من المالتودكسترين للهريس قبل التجفيف من حيث النسبة المئوية للرماد، إذ بلغت (1.23%) عند إضافة (20%) من المالتودكسترين، ويُعزى ذلك إلى تأثير عملية التجفيف وانخفاض المحتوى من النسبة المئوية للرطوبة مقارنةً مع باقي المعاملات، وهذا يتوافق مع (Pelentir وزملاؤه، 2009).

أما من حيث درجة الـ pH ونسبة الحموضة الكلية فقد لُوحظ وجود فروق معنوية بين عينات هريس الإجاص ومسحوقه المُصنَّع مع أو بدون إضافة المالتودكسترين قبل التجفيف، مع ملاحظة حدوث انخفاض في درجة الـ pH وارتفاع في النسبة المئوية للحموضة الكلية بتأثير عملية التجفيف بالهواء الساخن وزيادة نسبة إضافة المالتودكسترين، حيث بلغت قيمة رقم الـpH في هريس الأجاص الطازج (4.81) ونسبة الحموضة الكلية (0.26%) مقدرة على أساس حمض الستريك، بينما أبدت عينات مسحوق هريس الأجاص المُصنَّعة بإضافة المالتودكسترين بنسبة (20%) ارتفاعاً ملحوظاً في حموضتها الكلية، إذ بلغت (0.46%)، ويُعزى ذلك إلى تأثير المعاملة الحرارية في تشكل أحماض نتيجة تحطم السكريات مع زيادة التعرض للحرارة (Beck وزملاؤه، 1990)، وتتوافق هذه النتائج مع (Sanchez وزملاؤه، 2003؛ John وزملاؤه، 2017؛ Sharma وزملاؤه، 2011).

كما تفوَّق مسحوق هريس الأجاص المُصنَّع بدون إضافة المالتودكسترين قبل التجفيف بشكل معنوي من حيث محتواه من السكريات الكلية (54.48 غ/100غ وزن رطب) مقارنةً مع باقي العينات، ويُعزى ذلك إلى تحوُّل السكريات الثنائية إلى سكريات الأحادية بفعل الحموضة، وهذا يتوافق مع (Sharma وزملاؤه، 2011).

2-دراسة النشاط المضاد للأكسدة والمحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً في مسحوق هريس الأجاص المُصنَّع:

الجدول (2): نتائج دراسة النشاط المضاد للأكسدة والمحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً في مسحوق هريس الأجاص المُصنَّع

المركبات نسبة إضافة الـ MA الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة	هريس الأجاص (الطازج)	مسحوق هريس الأجاص		
		(%0)	(%10)	(%20)
فيتامين C (مغ/ 100غ وزن رطب)	^{a}0.01±0.85	^{b}0.01±0.68	^{c}0.01±0.72	^{b}0.01±0.69
الفينولات الكلية (مغ مكافئ حمض غاليك/ 100غ وزن رطب)	^{a}0.02±7.47	^{b}0.02±8.15	^{c}0.01±17.67	^{d}0.01±9.73
الفلافونيدات(مغ مكافئ كويرستين/ 100غ وزن رطب)	^{a}0.02±1.51	^{b}0.03±10.28	^{c}0.02±15.05	^{d}0.02±12.84
النشاط المضاد للأكسدة (%)	^{a}0.02±19.90	^{b}0.02±11.01	^{c}0.02±19.23	^{d}0.01±12.24

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

يُبيّن الجدول (2) وجود تأثير معنوي لعملية التجفيف باستخدام الهواء الساخن لهريس الأجاص وإضافة المالتودكسترين قبل التجفيف في خفض المحتوى من فيتامين C، حيث تفوَّقت عينات مسحوق هريس الأجاص المُصنَّعة بإضافة (10%) من المالتودكسترين على باقي المعاملات من حيث محتواها من فيتامين C حيث بلغ (0.72 مغ/ 100غ وزن رطب)، وتُعزى نسبة الفقد في فيتامين C إلى أكسدته إلى حمض أسكوربيك منزوع الهيدروجين، حيث تؤدي طريقة التجفيف المستخدمة إلى حدوث فقد كبير في فيتامين C حسب (Leoni، 2002)، وتوافقت هذه النتائج مع (Sanchez وزملاؤه، 2003).

كما تُشير النتائج المُوضَّحة في الجدول (2) إلى وجود تأثير معنوي لعملية التجفيف وإضافة المالتودكسترين لهريس الأجاص في زيادة المحتوى من الفينولات الكلية لمسحوق هريس الأجاص الناتج، مع تفوُّق مسحوق هريس الأجاص المُصنَّع بإضافة (10%) من المالتودكسترين قبل التجفيف، حيث بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (17.67 مغ مكافئ حمض غاليك/ 100غ وزن رطب)، وربما تعود الزيادة في نسبة المركبات الفينولية أثناء تصنيع مسحوق هريس الأجاص إلى الزيادة في كمية مركب فلورتين غليكوزيد (phlortin glycoside) إلى حوالي خمسة أضعاف مقارنةً بتلك الموجودة في عينات هريس الأجاص، وأشار Cornwell و Wrolstad (1981) إلى أنَّ المركبات المُحوَّلة الموجودة بالعصائر تتداخل مع كاشف الفولين فتزيد من محتوى الفينولات الظاهرية فيها، كما أدَّت زيادة تركيز المالتودكسترين المُضاف عن 10% إلى انخفاض المحتوى من المركبات الفينولية، ويتوافق ذلك مع (Santos وزملاؤه، 2014؛ Sanchez وزملاؤه، 2003؛ Liaudanskas وزملاؤه، 2017).

يُلاحظ من الجدول وجود تأثير معنوي لعملية التجفيف وإضافة المالتودكسترين في زيادة محتوى هريس الأجاص من الفلافونيدات الكلية، وقد أبدى مسحوق هريس الأجاص المُصنَّع بإضافة (10%) من المالتودكسترين المحتوى الأعلى من

الفلافونيدات، إذ بلغ (15.05 مغ مكافئ كويرستين/ 100غ وزن رطب)، وتتوافق هذه النتائج مع (Sharma وزملاؤه، 2015).

كما تُشير نتائج الجدول (2) إلى وجود تأثير معنوي لعملية التجفيف وإضافة المالتودكسترين إلى هريس الأجاص في خفض النشاط المضاد للأكسدة للعينات المدروسة، مقارنة مع الهريس الطازج، بينما أبدت عينات مسحوق هريس الأجاص المُصنَّعة بإضافة (10%) مالتودكسترين ارتفاعاً ملحوظاً في نشاطها المضاد للأكسدة، حيث بلغ (19.23%)، وربما يعود الانخفاض الواضح في النشاط المضاد للأكسدة في عينات المسحوق المُصنَّعة إلى الانخفاض بمحتواها من فيتامين C بتأثير عملية التجفيف، أو أنَّ طريقة الـ DPPH هي الطريقة الأقل كفاءة في تقدير النشاط المضاد للأكسدة، ويعود ارتفاع النشاط المُضاد للأكسدة في عينات مسحوق الأجاص المُصنَّعة بإضافة المالتودكسترين إلى تشكُّل مركبات نشطة بيولوجياً و/أو مركبات جديدة متشكلة عن طريق تفاعل ميلارد/ كاراميل (Michalska وزملاؤه، 2017)، وتتوافق هذه النتائج مع (Santos وزملاؤه، 2014؛ Sanchez وزملاؤه، 2003؛ Liaudanskas وزملاؤه، 2017).

3–دراسة بعض المؤشرات الفيزيائية لمسحوق هريس الأجاص المُصنَّع:

الجدول (3): نتائج دراسة بعض المؤشرات الفيزيائية لمسحوق هريس الأجاص المُصنَّع

نسبة إضافة الـ (MA)	مسحوق هريس الأجاص		
المؤشر الفيزيائي	(%0)	(%10)	(%20)
القابلية للذوبان(%)	^{a}0.03±91.32	^{b}**0.02±93.87**	^{c}**0.02±96.61**
الكثافة الظاهرية (غ/سم^3)	^{a}**0.02±0.79**	^{ab}**0.02±0.82**	^{b}**0.02±0.85**
الكثافة الحقيقية(غ/سم^3)	^{a}**0.06±1.50**	^{ab}**0.08±1.63**	^{b}**0.09±1.72**
المسامية	^{a}**0.01±0.47**	^{a}**0.03±0.49**	^{a}**0.03±0.51**
الإنتاجية(%)	^{a}**0.01±4.02**	^{a}**0.02±4.23**	^{a}**0.02±5.06**

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

تُشير نتائج الجدول (3) إلى وجود تأثير معنوي لعملية تجفيف هريس الأجاص بوساطة الهواء الساخن وإضافة المالتودكسترين للهريس قبل التجفيف في قابلية الذوبان للعينات المدروسة، حيث أبدت عينات مسحوق هريس الأجاص المُضاف إليه (20%) مالتودكسترين ارتفاعاً ملحوظاً في قابليتها للذوبان، حيث بلغت (96.61%)، ويمكن أن يُعزى ذلك إلى قابلية المالتودكسترين العالية للذوبان في الماء (Grabowski وزملاؤه، 2008)، وهذا يتوافق مع ما توصَّل إليه (John وزملاؤه، 2017).

كما تُبيّن النتائج المُوضَّحة في الجدول (3) وجود تأثير معنوي لعملية إضافة المالتودكسترين لهريس الأجاص قبل التجفيف في قيم الكثافة الظاهرية للمسحوق الناتج، مع تميُّز مسحوق هريس الأجاص المُصنَّع بإضافة (20%) مالتودكسترين قبل التجفيف بأعلى قيمة للكثافة الظاهرية، بلغت (0.85 غ/سم^3)، وتوافقت هذه النتائج مع ما توصَّل إليه (Takeiti وزملاؤه، 2010).

تُشير النتائج المُبيَّنة في الجدول (3) وجود تأثير معنوي لعملية إضافة المالتودكسترين لهريس الأجاص قبل التجفيف في زيادة قيم الكثافة الحقيقية للمسحوق الناتج مع زيادة تركيز المالتودكسترين المُستخدَم، مع تميُّز مسحوق هريس الأجاص المُصنَّع بإضافة (20%) مالتودكسترين قبل التجفيف بأعلى قيمة للكثافة الحقيقية، بلغت (1.72 غ/سم^3)، وتوافقت هذه النتائج مع ما توصَّل إليه (Michalska و Lech، 2018)، بينما خالفت هذه النتائج ما توصَّل إليه (Takeiti وزملاؤه، 2010).

تُبيّن النتائج المُوضَّحة في الجدول (3) عدم وجود تأثير معنوي لإضافة المالتودكسترين وطريقة التجفيف في مؤشر مسامية المسحوق الناتج، ويعود ذلك إلى ارتباط مسامية المسحوق بالكثافة (Takeiti وزملاؤه، 2010)، خالفت النتائج ما توصَّل إليه (Rahman و Labuza، 2007).

كما تُشير النتائج إلى عدم وجود تأثير معنوي لإضافة المالتودكسترين وطريقة التجفيف في معدل الإنتاجية من مسحوق هريس الإجاص، حيث بلغ أعلى معدل

لإنتاجية مسحوق هريس الإجاص عند إضافة (20%) مالتودكسترين (5.06%)، وتوافقت هذه النتائج ما توصَّل إليه (Michalska و Lech، 2018).

الاستنتاجات Conclusions

- ✓ تفوق مسحوق هريس الأجاص المُصنَّع بإضافة (20%) مالتودكسترين للهريس قبل التجفيف بوساطة الهواء الساخن معنوياً على باقي المعاملات من حيث خفض النسبة المئوية للرطوبة، ورفع النسبة المئوية للرماد والحموضة الكلية وقابلية الذوبان والمسامية والإنتاجية.
- ✓ تفوق مسحوق هريس الأجاص المُصنَّع بدون إضافة المالتودكسترين للهريس قبل التجفيف بفرن الهواء الساخن على باقي المعاملات من حيث رفع درجة الـ pH والنسبة المئوية للسكريات الكلية.
- ✓ أبدى مسحوق هريس الأجاص المُصنَّع بإضافة (10%) مالتودكسترين للهريس قبل التجفيف بفرن الهواء الساخن ارتفاعاً ملحوظاً في محتواه من فيتامين C، المركبات الفينولية الكلية والفلافونيدات الكلية المقدرة على أساس الوزن الرطب والنشاط المُضاد للأكسدة.

التوصيات Recommendations

– تجفيف هريس الأجاص باستخدام الهواء الساخن بإضافة المالتودكسترين بتركيز (10%) للحصول على مسحوق ذو محتوى مرتفع من المركبات الفعالة بيولوجياً وذو قابلية ذوبان عالية.

– دراسة تأثير استخدام طرائق التجفيف الأخرى في الحصول على مسحوق هريس الأجاص ذي مواصفات أفضل من حيث المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المُضاد للأكسدة.

– دراسة تأثير درجات حرارة مختلفة في الحصول على مسحوق هريس الأجاص لاختيار درجة حرارة التجفيف الأنسب في المحافظة على محتواه من المركبات المُضادة للأكسدة والقدرة التخزينية الأعلى.

– دراسة تأثير استخدام عوامل أخرى مساعدة على التجفيف في الحصول على مسحوق هريس الأجاص وتحسين مواصفاته التغذوية.

معلومات التمويل:

هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

References المراجع

- المجموعة الإحصائية الزراعية، 2018، قسم الإحصاء، مديرية التخطيط والتعاون الدولي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.
- بطحة، محمد. 2016. الأجاص (الكمثرى)، الإنتاج النباتي، هيئة الموسوعة العربية بدمشق، رقم الصفحة ضمن المجلد 265، المجلد الأول، عدد الصفحات 607.

- Antal, T., Tarek-Tilistyak, J., Cziaky, Z. and Sinka, L. 2017. Comparision of drying and quality characteristics of pear (Pyrus communis L) using mid-infrared-freeze drying and single stage of freeze drying, International Journal of Food Engineering, P 21.
- AOAC. 1970. "Official Methods of Analysis", 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Published by the Association of Official Analytical Chemists, Inc. USA.
- AOAC. 1990. "Official Methods of Analysis", 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Published by the Association of Official Analytical Chemists, Inc. USA.
- AOAC. 2004. "Official Methods of Analysis", 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Published by the Association of Official Analytical Chemists, Inc. USA.
- 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.
- Beck, J., Ledl, F., Sengl, M. and Severin, T. 1990. Formation of acids, lactones and esters through the Maillard reaction. Z. Lebensm. Unters, 190: 212-216.
- Chopda, C.A. and Barrett, D.M. 2001. Optimization of Guava Juice and Powder Production, Department of Food Science and Technology, University of California Davis, Davis, CA 95616-8589, Running title: Guava Juice Processing Optimization, P 26.

- Cornwell, C.J. and Wrolstad, R.E. 1981. Causes of browning in Pear Juice Concentrate during storage. Journal of Food Science, 46: 515-518.
- Grabowski, J.A., Truong, V.D., Daubert, C.R. 2008. Nutritional and rheological characterization of spray dried sweetpotato powder. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 41: 206-216.
- Gurak, P.D., Cabral, L.M.C. and Rocha-Leão, M.H. 2013. Production of Grape Juice Powder Obtained by Freeze-drying after Concentration by Reverse Osmosis, J. Brazilian Archives of Biology and Technology, 56 (6): 1011-1017.
- Hla, P.K. and Khaing, T.T. 2011. Preparation of Beverages Powder from Fruits, Universities Research Journal, 4(3): 335-354.
- John, C., Domingo, A., De Vera, W.M. and Pambid, R.C. 2017. Exploring Oven-drying Technique in Producing Pineapple Powder, Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research, 5 (4): 90-96.
- Kolniak-Ostek., J. 2016. Chemical composition and antioxidant capacity of different anatomical parts of pear (Pyrus communis L.), Food Chem., 129: 345-350.
- 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.
- Liaudanskas, M., Zymon, K., Viškelis, J., Klevinskas, A. and Janulis, V. 2017. Determination of the Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Pear Extracts, Hindawi Journal of Chemistry, Volume 2017, Article ID 7856521, P9.
- 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.
- 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, P14.
- Pelentir, N., Block, J.M., Fritz, A.R.M., Reginatto, V. and Amante, E.R. 2009. Production and chemical characterization of peach (Prunus persica) kernel flour, Journal of Food Process Engineering, P 13.

- Rahman, M.S. and Labuza, T.P. 2007. Water activity and food preservation. In Handbook of Food Preservation; Rahman, S., Ed.; CRC Press, Taylor and Trancis Group: Boca Raton, FL, USA, 447-476.
- Ramds, F.D.M., Dliveira, C.C.M.D., Sdares, A.S.P. and Junidr, V.S. 2016. Assessment of differences between products obtained in conventional and vacuum spray dryer, Food Sci. Technol, Campinas, 36(4): 724-729.Sanchez, A.C.G., Gil-Izquierdo, A. and Gil, M.I. 2003. Comparative study of six pear cultivars in terms of their phenolic and vitamin C contents and antioxidant capacity, Journal of the Science of Food and Agriculture, 83(10): 995-1003.
- Santos, S.C.R.V.L., Guiné, R.P.F. and Barros, A. 2014. Effect of drying temperatures on the phenolic composition and antioxidant activity of pears of Rocha variety (Pyrus communis L.), Journal of Food Measurement and Characterization, 8(2): 105-112.
- Sharma, K., Pasricha, V., Satpathy, G., Gupta, R.K. 2015. Evaluation of phytochemical and antioxidant activity of raw Pyrus communis (l), an underexploited fruit, Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 3(5): 46-50.
- Sharma, K. D., Sharma, R. and Attri, S. 2011. Instant value added products from dehydrated peach, plum and apricot fruits, Indian Journal of Natural Products and Resources, 2(4): 409-420.
- Savo, I., Dragan, M. and Miladin, B. 2012. Specificities of Fruit Freeze Drying and Product Prices, J. Economics of Agriculture, (59) 3: 461-471.
- Singh, R.P., Chidambara, M. and Jayaprakasha, G.K., 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (Punica granatum) peel and seed extracts using in vitro models. J. Agric. Food Chem. 50:81-86.
- Takeiti, C. Y., Kieckbusch, T. G. and Collares-Queiroz, F. P. 2010. .Morphological and physicochemical characterization of commercial maltodextrins with different degrees of dextrose-equivalent. Int. J. Food Prop., 13: 411-425.
- Wada, L. and Ou, B. 2002. Antioxidant activity and phenolic content of Oregon caneberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 3495-3500.

- 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.