تأثيرُ إضافة المالتودِكسترين كَعاملٍ مُساعدٍ على التَّجفيف في مؤشّرات جودةِ مسحوق لُبّ الدّراق

أ.د عبد الحكيم عزيزية* د. روعة طلي** م. ميساء حاطوم(3)***

الملخص

نُفِّذ هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية–كلية الزراعة–جامعة دمشق. تمَّ تصنيع مسحوق لُب الدّراق باستخدام طريقة التجفيف بالهواء الساخن للُب الدّراق بدرجة حرارة (60°م) بإضافة المالتوديكسترين كعامل مساعد على التجفيف (DE=20-30) بتركيزين (10 و20%). أظهرت النتائج تفوق المسحوق المُصنَّع من لُب الدّراق بإضافة المالتودكسترين بتركيز (20%) على باقي المعاملات من حيث خفض النسبة المئوية للرطوبة من (87.27 إلى 4.07%)، ورفع كل من النسبة المئوية للرماد من (1.03 إلى 2.03%)، الحموضة الكلية من (0.34 إلى 0.80% على أساس حمض الماليك)، وبلغت القابلية للذوبان (96.56%)، الكثافة الظاهرية والحقيقية (0.86 و1.63 غ/سم^3) والإنتاجية (8.64%). بينما أبدى مسحوق لُب الدّراق المُصنَّع من لُب الدّراق المُضاف له (10%) مالتودكسترين تفوقاً في محتواه من فيتامين C (0.75 مغ/ 100غ وزن رطب)، الفينولات الكلية (28.30 مغ مكافئ حمض غاليك/ 100غ وزن رطب)، الفلافونيدات الكلية (3.50 مغ مكافئ كويرستين/ 100غ وزن رطب) والنشاط المضاد للأكسدة (19.27%). من جهة أخرى تفوَّق مسحوق لُب الدّراق المُصنَّع بدون إضافة المالتودكسترين من حيث قيمة رقم الـ pH (4.09) والمحتوى من السكريات الكلية (56.26 غ/100غ وزن رطب).

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

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

Effect of Addition of Maltodextrin as Assistant Drying agent on Quality Indicators of Peach Pulp Powder

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 Peach pulp powder at 60º, which by adding of Maltodextrin as assistant agent (DE= 20-30) to Peach pulp by two concentrations (10 and 20%). The results showed that the powder processed from Peach pulp by adding Maltodextrin (20%), was better than other treatments whence of lower percentage of moisture from (87.27 to 4.07%), and higher percentage of ash from (1.03 to 2.03%), total acidity content from (0.34 to 0.80% as malic acid), solubility (96.56%), apparent and real intensity (0.86 and 1.63 g/cm3) respectively and Yield of drying process (8.64%). While the powder processed from Peach pulp by adding Maltodextrin (10%), was better than other treatments whence of vitamin C (0.75 mg/ 100g Fresh weight), total phenol content (28.30 mg equivalent Gallic acid/ 100g Fresh weight), total flavonoids content (3.50 mg equivalent quercetin/ 100g Fresh weight) and Antioxidants Activity (19.27%). On the other hand the powder processed from Peach pulp without adding Maltodextrin, was better than other treatments whence of pH value (4.09) and total sugar content (56.26 g/100g).

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

[*] Prof, Dept, Food Science, Agricultural Collage, Damascus University.
[**] Teacher, Dept, Food Science, Agricultural Collage, Damascus University.
[***] Instructor, Dept, Food Science, Agricultural Collage, Damascus University.

المقدمة والدراسة المرجعية:

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، حيث يُهدر ثلث المنتجات الغذائية المُعدَّة للاستهلاك البشري (FAO، 2011)، إذ تمثل خسائر ثمار الفاكهة والخضروات الطازجة بعد القطاف ما بين (24–40%) في البلدان النامية و(2–20%) في البلدان المتقدمة، ويمكن تقليل هذا الهدر بشكل كبير عن طريق عمليات حفظ الأغذية المتنوعة، حيث تتمثل بعض مزايا هذه العمليات في تخفيض الوزن والحجم وتكاليف التعبئة والتخزين والنقل، وتتم إزالة الرطوبة الزائدة من المواد الغذائية في عملية التجفيف، مما يمنع نمو الكائنات الحية الدقيقة وتكاثرها (Johnson و Al Mukhaini، 2016).

ينتمي الدّراق (peach) إلى الرتبة (Rosales)، العائلة (Rosaceae)، تحت العائلة (Amygyloideas)، الجنس (Prunus) والنوع (Persica) (Kant وزملاؤه، 2018)، ويُعتبر الدّراق من أهم أنواع الفاكهة في المناطق المعتدلة في العالم ويُزرع بشكل رئيسي في الولايات المتحدة الأمريكية، الصين، تركيا، فرنسا، إيطاليا، إيران، ألمانيا، اليونان وإسبانيا، وتُعدُّ ثمار الدّراق مصدراً جيداً للمركبات الفعالة بيولوجياً مثل الكاروتينات والأنثوسيانين والبولي فينولات الأخرى المضادة للأكسدة (Sharma وزملاؤه، 2011).

بلغ إنتاج القطر العربي السوري من ثمار الدّراق عام 2018 م (41,954 طن)، كما بلغت المساحة المزروعة بأشجار الدّراق (6,247 هكتار) بعدد أشجار (2,491,700 شجرة)، منها (2,232,000 شجرة) مثمرة، حيث شغلت محافظة حماه المرتبة الأولى بإنتاج الدّراق بواقع (15,992 طن) بمساحة (1,913 هكتار)، في حين احتلَّت محافظة ريف دمشق المرتبة الثانية بإنتاج (9,985 طن) بمساحة (1,999 هكتار)، بينما شغلت

محافظة اللاذقية المرتبة الثالثة بواقع (4,880 طن) بمساحة (439 هكتار) (المجموعة الإحصائية الزراعية السورية، 2018).

يبلغ محتوى عصير الدّراق من المواد الصلبة الذائبة (12.87 بريكس)، ومحتواه من الرطوبة، الحموضة الكلية، الرماد، المادة الجافة، السكريات الكلية (85.41، 0.76، 0.49، 14.59 و8.85%) على التوالي، كما يحتوي على حمض الأسكوربيك بنسبة تبلغ (40.91 مغ/ 100 غ وزن رطب)، بينما تبلغ درجة الـ pH (4.41) (Elhadad وزملاؤه، 2013)، في حين بيَّن Singh وKulshrestha (2016) أنَّ محتوى عصير الدّراق من الرطوبة والرماد بلغ (82.23 و1.65%) على التوالي، ومحتواه من المواد الصلبة الذائبة الكلية (23.33 بريكس) ويُقدَّر محتواه من فيتامين C بـ (10.55 مغ/ 100غ)، ويبلغ النشاط المضاد للأكسدة لعصير الدّراق (82.03%).

يتنوع محتوى المركبات الفعالة بيولوجياً في ثمار الدّراق، حيث يتركَّز معظمها في طبقات القشرة وتحت القشرة، ويتراوح محتوى أصناف الدّراق من الفينولات الكلية من (0.55 إلى 4.00 مغ مكافئ حمض غاليك/ غ)، كما يتراوح النشاط المضاد للأكسدة محسوباً بطريقة الـ DPPH من (13.49 إلى 17.94%) (Mitic وزملاؤه، 2016)، كما أشار Zhao وزملاؤه (2015) إلى احتواء لب الدّراق على الفينولات الكلية بنسبة (4.58–12.61 مغ مكافئ حمض غاليك/ 100غ وزن جاف) وهذا عائد لاختلاف الأصناف المدروسة، كما وجد Zhang وزملاؤه (2019) في دراسة لـ 33 صنف من الدّراق في الصين أنَّ محتوى هذه الأصناف من الفلافونيدات الكلية تراوح من (4.35 إلى 35.51 ميكروغرام مكافئ روتين/ غ وزن رطب)، كما أشار Stojanovic وزملاؤه (2016) إلى احتواء لب 7 أصناف من الدّراق على الفينولات الكلية بنسبة تراوحت بين (11.1 و128.5 مغ مكافئ حمض غاليك/ 100غ)، بينما تراوح نشاطها المضاد للأكسدة من (0.1 إلى 0.3 ميلي مول/ 100غ وزن رطب).

أشار Sharma وزملاؤه (2011) إلى انخفاض نسبة رطوبة ثمار الدّراق (8.10 بريكس) من (89.20%) إلى (4.23%) في مسحوق لبّ الدّراق بتأثير عملية التجفيف باستخدام الهواء الساخن بدرجة حرارة تجفيف أولية لأنصاف الثمار (60°م) لمدة 20 ساعة لحين الوصول لنسبة رطوبة (10–12%)، ثمَّ درجة حرارة تجفيف نهائية (70°م) حتى الوصول إلى نسبة رطوبة (4.23%)، كما ارتفع محتوى الثمار من الحموضة القابلة للمعايرة من (0.71 إلى 4.91 % كحمض ماليك) في مسحوق لبّ الدّراق الناتج، كما ازداد محتوى ثمار الدّراق من السكريات المرجعة والسكريات الكلية من (1.65 و6.31%) إلى (15.80 و54.37%) على التوالي في مسحوق لبّ الدّراق، بالإضافة إلى ارتفاع محتوى ثمار الدّراق من فيتامين C من (3.57 إلى 10.43 مغ/ 100 غ وزن جاف) في مسحوق لبّ الدّراق الناتج.

يحتوي الغذاء بشكله الأولي على نسبة جيدة من الرطوبة، والتي تشجع نمو المسببات الممرضة المختلفة، ومن أجل منع نمو هذه العوامل والحفاظ على الغذاء، يتم استخدام تقنيات حفظ مختلفة، منها التجفيف (Savo وزملاؤه، 2012)، وذكر Sharma وزملاؤه (2011) عند دراسته لتجفيف لبّ الدِّراق إمكانية تحضير منتجات العصير، الصلصة والحلويات من المنتجات المجففة، حيث تمثِّل الفاكهة المجففة مصدراً غنياً بالطاقة الحرارية، كما تملك محتوى جيداً من المعادن والمركبات الغذائية، كما يدخل المسحوق في تصنيع منتجات فورية التحضير من منتجات الفاكهة المجففة كالمسحوق، ورغم أنَّه يوجد عدد من عصائر وثمار الفاكهة لا يمكن 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 المالتوديكسترين حالياً المادة المُضافة الأكثر استخداماً على نطاق واسع (Michalska وزملاؤه، 2017)، ويُصنَّف المالتوديكسترين كعنصر GRAS (generally recognised as safe) (مُعترَف

به عموماً كمكون آمن) (Lidums وزملاؤه، 2016)، ونظراً للإنتاج الموسمي الكبير من ثمار الدّراق وقابليتها للتلف السريع، بُذلت جهود لتحديد مدى ملاءمة فاكهة الدّراق لتصنيعها كمساحيق ذات مدة صلاحية طويلة (Sharma وزملاؤه، 2011)، لذا يُسلِّط البحث الضوء على تصنيع مسحوق لبّ الدّراق ودراسة بعض ظروف التصنيع التي تُساهم في تحسين مواصفات مسحوق لبّ الدّراق، للحصول على مُنتج أفضل في 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 لبّ الدّراق المُصنَّع بإضافة عامل مساعد على التجفيف (المالتودكسترين التجاري) بتركيزين (10 و20%) إلى لبّ الدّراق قبل التجفيف باستخدام الهواء الساخن.

2- دراسة المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً (فيتامين C، المركبات الفينولية الكلية والفلافونيدات الكلية) والنشاط المضاد للأكسدة لمسحوق لبّ الدّراق المُصنَّع.

3- دراسة المؤشرات الفيزيائية (الإنتاجية، قابلية الذوبان، الكثافة الظاهرية والمسامية) لمسحوق لبّ الدّراق 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 بمحافظة دمشق.

2.1. المواد المستخدمة:

أُستخدم في تنفيذ الدراسة صنف الدّراق (Red haven)، حيث يمتاز هذا الصنف بأشجاره ذات الحجم المعتدل وثماره الكبيرة كروية الشكل حمراء لامعة، يتصف لب الثمار بلون أصفر سكري عطري طيب المذاق، النواة قليلة الالتصاق باللب، وتنضج

الثمار في شهر تموز، كما أُستخدم المالتودكسترين التجاري (ذو مكافئ دكستروز 20–30) كعامل مساعد في التجفيف ومانع للتكتل، وهو أحد منتجات تحلل النشاء ومتوفر على شكل مسحوق أبيض.

طرائق البحث:

بدأت عمليات تصنيع مسحوق لبّ الدّراق خلال الفترة من 2019/10/1 م حتى 2019/12/1 م وفق الطريقة الموضحة في الشكل رقم (1).

الشكل (1): مخطط تصنيع مسحوق لبّ الدّراق

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 لبّ الدّراق بواقع 500 غ من اللب لكل معاملة من المعاملات المذكورة.

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 عينات لب ومسحوق الدِّراق 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 وBarrett، 2001).
4. تقدير الحموضة الكلية **Total 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 **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 2 مل ماءات الصوديوم 1 مولار، وأُكمل الحجم بالماء المقطر، مُزجت بعدها العينات جيداً، وقيست الامتصاصية عند طول موجة

510 نـانومتر، وحُضِّـر المنحنـى المعيـاري مـن الكويرسـتين بتراكيـز تتـراوح بـين (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 وزملاؤه، 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 لبّ الدّراق:

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، ثُفل 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 (Ramds وزملاؤه، 2016).

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 لبّ الدّراق 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 وLech، 2018).

3. تقدير المسامية: حُسبت مسامية المسحوق باستخدام العلاقة بين الكتلة (ρb) والكثافة الحقيقية (ρt) للمسحوق حسب (Michalska وLech، 2018).

4. تقدير الإنتاجية: حُسب عائد مسحوق لبّ الدّراق 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 (Ramds وزملاؤه، 2016).

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 إضافة المالتودكسترين في بعض المؤشرات الكيميائية لمسحوق لبّ الدّراق المُصنَّع:

الجدول (1): نتائج دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لمسحوق لبّ الدّراق المُصنَّع

نسبة الـ (MA) / المؤشر الكيميائي	لب الدراق (طازج)	مسحوق لب الدراق		
		(%0)	(%10)	(%20)
الرطوبة (%)	^{a}0.03±87.27	^{b}0.05±4.36	^{c}0.03±4.15	^{d}0.04±4.07
الرماد (%)	^{a}0.06±1.03	^{b}0.02±1.27	^{c}0.12±1.93	^{c}0.06±2.03
درجة الـ pH	^{a}0.01±4.19	^{b}0.01±4.09	^{c}0.01±4.07	^{d}0.01±4.04
الحموضة الكلية (% كحمض ماليك)	^{a}0.01±0.34	^{b}0.01±0.62	^{c}0.01±0.67	^{d}0.01±0.80
السكريات الكلية (غ/100غ وزن رطب)	^{a}0.03±8.43	^{b}0.05±56.26	^{c}0.02±43.01	^{d}0.03±35.94

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

MA: المالتودكسترين (DE= 20-30)

تبـيّن النتـائج فـي الجـدول (1) وجـود تـأثير معنـوي لعمليـة التجفيـف وإضـافة المالتودكسترين للبّ الدّراق قبل التجفيف في بعض المؤشرات الكيميائية، حيث لُوحظ انخفاض محتوى العينات من النسبة المئوية للرطوبة، إذ لُوحظ انخفاض محتوى مسحوق لـبّ الـدّراق المُصـنَّع بإضـافة المالتودكسـترين بنسـبة (20%) مـن الرطوبـة، إذ بلغـت (4.07%)، وعزى الباحثون ذلك إلى قدرة المالتودكسترين على إعاقة فعل السكريات في مسـحوق الفاكهـة التـي تتمتـع بطـابع اسـترطابي للغايـة لامتصـاص الرطوبـة مـن الهـواء

المحـــيط (Phisut، 2012)، وتتوافـــق هـــذه النتـــائج مـــع (Sharma وزمـــلاؤه، 2011؛ Grabowski وزملاؤه، 2008).

كما أبدت النتائج ارتفاع محتوى مسحوق لبّ الدّراق المُصنَّع بإضافة (10 و20%) من المالتودكسترين للهريس قبل التجفيف من حيث النسبة المئوية للرماد، إذ بلغ (2.03%) عند إضافة (20%) من المالتودكسترين، ويُعزى ذلك إلى تأثير عملية التجفيف وانخفاض المحتوى من النسبة المئوية للرطوبة مقارنةً مع باقي المعاملات، وهذا يتوافق مع ما توصَّل إليه (Hla وKhaing، 2011).

أما من حيث درجة الـ pH لُوحظ وجود فروق معنوية بين عينات لبّ الدّراق ومسحوقه المُصنَّع مع أو بدون المالتودكسترين قبل التجفيف، مع ملاحظة حدوث انخفاض في درجة الـ pH بتأثير عملية التجفيف وزيادة نسبة إضافة المالتودكسترين، حيث بلغت القيمة الأعلى لدرجة الـ pH في لبّ الدّراق الطازج (4.19)، وتتوافق هذه النتائج مع (Sanchez وزملاؤه، 2003؛ John وزملاؤه، 2017).

كما أظهرت النتائج في الجدول (1) وجود تأثير معنوي لعملية تجفيف لبّ الدّراق باستخدام الهواء الساخن وإضافة المالتودكسترين قبل التجفيف في نسبة الحموضة الكلية، حيث امتازت عينات مسحوق لبّ الدّراق المُصنَّعة بإضافة المالتودكسترين بنسبة (20%) بارتفاع نسبة الحموضة الكلية، إذ بلغت (0.80 % على أساس حمض الماليك)، ويُعزى ذلك إلى تأثير المعاملة الحرارية للعصير، حيث تزداد نسبة الحموضة الكلية بسبب تحطم السكريات إلى أحماض مع زيادة التعرض للحرارة (Beck وزملاؤه، 1990)، وتوافقت هذه النتائج مع (Sanchez وزملاؤه، 2003).

تفوَّقت عينات مسحوق لبّ الدّراق المُصنَّع بدون إضافة المالتودكسترين بشكل معنوي من حيث محتواها من السكريات الكلية مقارنةً مع باقي العينات، حيث بلغ (56.26 غ/ 100غ وزن رطب)، ويُعزى ذلك إلى تحوُّل السكريات الثنائية إلى سكريات أحادية بفعل

الحموضة وفقد النسبة الأكبر من الرطوبة بزمنٍ أقل في عينات مسحوق لبّ الدّراق المُضاف إليها المالتودكسترين قبل التجفيف مقارنةً مع العينات الخالية من المالتودكسترين، ويتوافق هذا مع (Sharma وزملاؤه، 2011).

2-دراسة تأثير إضافة المالتودكسترين في النشاط المضاد للأكسدة والمحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً في مسحوق لبّ الدّراق المُصنَّع:

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

نسبة إضافة الـ MA / المؤشرات المدروسة	لبّ الدّراق (طازج)	مسحوق لبّ الدّراق		
		(%0)	(%10)	(%20)
فيتامين C (مغ/ 100غ وزن رطب)	^{a}0.01±0.94	^{b}0.01±0.69	^{c}0.01±0.75	^{b}0.01±0.72
الفينولات الكلية (مغ مكافئ حمض غاليك/ 100غ وزن رطب)	^{a}0.01±26.22	^{b}0.02±10.74	^{c}0.02±28.30	^{d}0.01±11.83
الفلافونيدات الكلية (مغ مكافئ كويرستين/ 100غ وزن رطب)	^{a}0.01±5.42	^{b}0.02±0.49	^{c}0.01±3.50	^{d}0.03±0.77
النشاط المضاد للأكسدة (%)	^{a}0.02±19.94	^{b}0.02±11.01	^{c}0.01±19.27	^{d}0.01±15.79

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 لعملية التجفيف بفرن الهواء الساخن وإضافة المالتودكسترين في خفض المحتوى من فيتامين C، حيث تفوَّقت عينات مسحوق لبّ الدّراق المُصنَّعة بإضافة (10%) من المالتودكسترين على باقي المعاملات من حيث محتواها من فيتامين C حيث بلغ (0.75 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 بنسبة تتراوح ما بين (15–50)% 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 للبّ الدّراق في زيادة المحتوى من الفينولات الكلية في عينات مسحوق لبّ الدّراق المُصنَّع بإضافة (10%) من المالتودكسترين، حيث بلغ المحتوى من الفينولات الكلية (28.30 مغ مكافئ حمض غاليك/ 100غ وزن رطب)، وربما تعود الزيادة في نسبة المركبات الفينولية أثناء تصنيع مسحوق لبّ الدّراق إلى الزيادة في كمية مركب فلورتين غليكوزيد (phlortin glycoside) (وهو من المركبات الناتجة عن تفاعل ميلارد) إلى حوالي خمسة أضعاف مقارنةً بتلك الموجودة في عينات لبّ الدّراق، وأشار Cornwell وWrolstad (1981) إلى أنَّ المركبات المُحوَّلة الموجودة في العصائر تتداخل مع كاشف فولين فتزيد من محتوى الفينولات الظاهرية فيها، بينما أدَّت زيادة تركيز المالتودكسترين المُضاف إلى انخفاض المحتوى من المركبات الفينولية، ويتوافق ذلك مع (Santos وزملاؤه، 2014).

يُلاحظ من الجدول (2) وجود تأثير معنوي لعملية التجفيف وإضافة المالتودكسترين في زيادة محتوى لبّ الدّراق من الفلافونيدات، حيث أبدى مسحوق لبّ الدّراق المُصنَّع بإضافة (10%) من المالتودكسترين ارتفاعاً ملحوظاً في المحتوى من الفلافونيدات الكلية، إذ بلغ (3.50 مغ مكافئ كويرستين/ 100غ وزن رطب)، مع ملاحظة انخفاض المحتوى من الفينولات الكلية والفلافونيدات الكلية بتأثير زيادة تركيز المالتودكسترين، وتتوافق هذه النتائج مع (Bunghez وزملاؤه، 2016).

كما تُشير نتائج الجدول (2) إلى وجود تأثير معنوي لعملية التجفيف وإضافة المالتودكسترين إلى لبّ الدّراق في خفض النشاط المضاد للأكسدة للعينات المدروسة

مقارنة مع عينة لبّ الدّراق الطازج، حيث أبدت عينات لبّ الدّراق الطازجة النشاط المضاد للأكسدة الأعلى، إذ بلغ (19.94%)، وربما يعود الانخفاض الواضح في النشاط المضاد للأكسدة في عينات المسحوق المُصنَّعة إلى انخفاض محتواها 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 لبّ الدّراق المُصنَّعة بإضافة المالتودكسترين بتركيز 10% (19.27%) إلى تشكُّل مركبات نشطة بيولوجياً و/أو مركبات جديدة متشكلة عن طريق تفاعل ميلارد، وتتوافق هذه النتائج مع (Michalska وزملاؤه، 2017).

3-دراسة بعض المؤشرات الفيزيائية لمسحوق لبّ الدّراق المُصنَّع بإضافة المالتودكسترين:

الجدول (3): نتائج دراسة بعض المؤشرات الفيزيائية لمسحوق لبّ الدّراق المُصنَّع

نسبة إضافة الـ (MA) / المؤشر الفيزيائي	مسحوق لبّ الدراق		
	(%0)	(%10)	(%20)
القابلية للذوبان (%)	^{a}0.02±90.20	^{b}0.02±93.03	^{c}0.03±96.56
الكثافة الظاهرية (غ/ سم^3)	^{a}0.02±0.78	^{a}0.06±0.83	^{a}0.05±0.86
الكثافة الحقيقية (غ/ سم^3)	^{a}0.06±1.47	^{ab}0.08±1.58	^{b}0.08±1.63
المسامية	^{a}0.01±0.47	^{a}0.05±0.47	^{a}0.05±0.47
الإنتاجية (%)	^{a}0.01±4.32	^{a}0.02±4.51	^{b}0.02±8.64

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 لبّ الدّراق باستخدام الهواء الساخن وإضافة المالتودكسترين للبّ قبل التجفيف في قابلية الذوبان للعينات المدروسة، حيث أبدت عينات مسحوق لبّ الدّراق المُضاف إليه المالتودكسترين بتركيز (20%) ارتفاعاً ملحوظاً في قابليتها للذوبان، حيث بلغت (96.56%)، 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 وجود تأثير معنوي لعملية إضافة المالتودكسترين للبّ الدّراق قبل التجفيف في زيادة قيم الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية للمسحوق الناتج مع زيادة تركيز المالتودكسترين المُستخدَم، مع تميُّز مسحوق لبّ الدّراق المُصنَّع بإضافة (20%) مالتودكسترين قبل التجفيف بأعلى قيمة للكثافة الظاهرية والحقيقية، إذ بلغت (0.86 و1.63 غ/سم^3) على التوالي، وتوافقت هذه النتائج مع ما توصَّل إليه (Takeiti وزملاؤه، 2010؛ Rahman وLabuza، 2007؛ Michalska وLech، 2018).

تُشير النتائج المُوضَّحة في الجدول إلى عدم وجود تأثير معنوي لإضافة المالتودكسترين للبّ الدّراق قبل التجفيف في مؤشر مسامية المسحوق الناتج، ويعود ذلك إلى ارتباط مسامية المسحوق بالكثافة (Takeiti وزملاؤه، 2010)، خالفت هذه النتائج ما توصَّل إليه (Rahman وLabuza، 2007).

كما وضّحت النتائج وجود تأثير معنوي لإضافة المالتودكسترين في معدل الإنتاجية من مسحوق لبّ الدّراق، حيث بلغ أعلى معدل لإنتاجية مسحوق لبّ الدّراق عند إضافة (20%) مالتودكسترين (8.64%)، وتوافقت هذه النتائج ما توصَّل إليه (Michalska وLech، 2018).

الاستنتاجات CONCLUSIONS

- ✓ تفوق مسحوق لبّ الدّراق المُصنَّع بإضافة (20%) مالتودكسترين للبّ الدّراق قبل عملية التجفيف باستخدام الهواء الساخن على باقي المعاملات من حيث خفض النسبة المئوية للرطوبة، ورفع النسبة المئوية لكل من الرماد، الحموضة الكلية، قابلية الذوبان، معدل الإنتاجية والكثافة الظاهرية والحقيقية.
- ✓ تفوق مسحوق لبّ الدّراق المُصنَّع بدون إضافة مالتودكسترين للبّ الدّراق قبل عملية التجفيف باستخدام الهواء الساخن على باقي المعاملات من حيث درجة الـ pH والنسبة المئوية للسكريات الكلية.
- ✓ لُوحظ تفوُّق مسحوق لبّ الدّراق المُصنَّع بإضافة (10%) مالتودكسترين للبّ الدّراق قبل عملية التجفيف باستخدام الهواء الساخن على باقي المعاملات من حيث محتواه من فيتامين C، المركبات الفينولية الكلية والفلافونيدات الكلية والنشاط المُضاد للأكسدة.

التوصيات Recommendations

- استخدام طريقة تجفيف لبّ الدّراق بفرن الهواء الساخن بإضافة المالتودكسترين بتركيز (10%) للحصول على مسحوق هريس ذو محتوى أعلى من المركبات الفعالة بيولوجياً (فيتامين C، المركبات الفينولية الكلية، الفلافونيدات الكلية)، النشاط المُضاد للأكسدة وقابلية ذوبان عالية.
- دراسة تأثير استخدام طرائق التجفيف الأخرى بدرجات حرارة مختلفة في الحصول على مسحوق لبّ الدّراق ذي مواصفات أفضل من حيث المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المُضاد للأكسدة الأعلى والقدرة التخزينية الأعلى.
- دراسة تأثير استخدام عوامل أخرى مساعدة على التجفيف في الحصول على مسحوق لبّ الدّراق وتحسين مواصفاته التغذوية.

المراجع References

–المجموعة الإحصائية الزراعية، 2018، قسم الإحصاء، مديرية التخطيط والتعاون الدولي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.

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.

Bunghez, F., Rotar, A., Vodnar, D.C., Catunescu, G.M. and Socaciu, C. 2016. Comparative evaluation of phenolics' profile and recovery in spray dried powders obtained from rosemary and oregano extracts in relation to their antibacterial activity in vitro, Romanian Biotechnological Letters, 22(6): 11992-12004.

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.

Elhadad, A.S., Alwakdi, O.M., Abusheta, A. and Abdulsalam, F. 2013. Effect of Vacuum Concentration on the Properties of Apricot and Peach Juices, 3rd International Conference on Ecological, Environmental and Biological Sciences (ICEEBS'2013) January 26-27, 2013 Hong Kong (China).

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.

FAO. 2011. Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome. Retrieved from http://www.fao.org/ docrep/014/mb060e/mb060e.pdf

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.

Johnson, A. C. and Al Mukhaini. E. M. A. 2016. Drying studies on peach and strawberry slices, Food Science and Technology, research article, Cogent Food and Agriculture, 2: 1141654, P10.

Kant, R., Shukla, R. K. and Shukla, A. 2018. A Review on Peach (Prunus persica): An Asset of Medicinal Phytochemicals, International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET), ISSN: 2321-9653; IC Value: 45.98; SJ Impact Factor: 6.887, 6 (1): 2186-2200.

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.

Lidums, I., Karklina, D. and Kirse, A. 2016. Characteristics of dry natural fermented kvass obtained by spray drying, Food Sciences, Research for Rural Development, 1: 106-110.

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.

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.

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, p 15.

Mitic, V., Ilic, M., Dimitrijevic, M., Cvetkovic, J., Ciric, S. and Jovanovic, V. S. 2016. Chemometric characterization of peach, nectarine and plum cultivars according to fruit phenolic content and antioxidant activity, Fruits, 71(1): 57-66.

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.

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.

Savo, I., Dragan, M. and Miladin, B. 2012. Specificities of Fruit Freeze Drying and Product Prices, J. Economics of Agriculture, (59) 3: 461-471.

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.

Singh, S. and Kulshrestha, K. 2016. Peach juice and pomace powder; nutritive value and use of pomace powder in biscuits, International Journal of Food Science and Technology (IJFST), 6 (3): 5-16 © TJPRC Pvt. Ltd.

Stojanovic, B. T., Mitic, S. S., Stojanovic, G. S., Mitic, M. N., Kostic, D. A., Paunovic, D. D., Biljana B. and Arsic, B. B. 2016. Phenolic Profile and Antioxidant Activity of Pulp and Peel from Peach and Nectarine Fruits, Not Bot Horti Agrobo, 44(1): 175-182. DOI: 10.15835/nbha44110192

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.

Zhang, X., Su, M., Jihong Du, J., Zhou, H., Li, X., Li, X. and Ye, Z. 2019. Comparison of Phytochemical Differences of the Pulp of Different Peach [Prunus persica (L.) Batsch] Cultivars with Alpha-Glucosidase Inhibitory Activity Variations in China Using UPLC-Q-TOF/MS, Molecules, 24, 1968; P 15.

Zhao, X., Zhang, W., Yin, X., Su, M., Sun, C., Li, X. and Chen, K. 2015. Phenolic Composition and Antioxidant Properties of Different Peach [Prunus persica (L.) Batsch] Cultivars in China, International Journal of Molecular Sciences, 2015, 16, 5762-5778; doi: 10.3390/ijms16035762

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.

تاريخ الموافقة 2020/09/22