مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 41 العدد 1 (2025): 88 – 108

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 41 No.1 (2025): 108 - 88

الاستفادة من مسحوق مخلفات التفاح في تصنيع بسكويت وظيفي ودراسة خصائصه الفيزيائية والكيميائية، النشاط المضاد للأكسدة، ومحتواه من المركبات الفعالة حيويًا

روعة طلي[1*] عهد أبو يونس[2] سحر العطار[3] سميرة القطامي[4]

[1*] أستاذ مساعد، قسم علوم الأغذية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، تجفيف صناعي للفاكهة، (rawaa.tlay@damascusuniversity.edu.sy)، (https://orcid.org/0000-0002-8140-0473)

[2] أستاذ، قسم علوم الأغذية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، ميكوبيولوجيا ألبان، (ahed.abouyounes@damascusuniversity.edu.sy)، (https://orcid.org/0000-0003-4428-9064)

[3] أستاذ مساعد، قسم علوم الأغذية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، تكنولوجيا أجبان، (sahar.alattar@damascusuniversity.edu.sy)

[4] قائم في الأعمال، قسم علوم الأغذية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق (samira.alkotami@ gmail.com)

الملخص:

نفذ هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية بجامعة دمشق بهدف تطوير منتج بسكويت غني بالألياف ومضادات لأكسدة الطبيعية، إذ تمَ تحضير مسحوق مخلفات التفاح، ثمَ استخدم في تصنيع البسكويت بنسبة (5، 10، و15%)، إذ تبين ارتفاع قدرة مسحوق مخلفات التفاح على ربط الماء والدهن والاستحلاب مقارنة مع عينة دقيق القمح (3 غ/غ، 1.41 غ/غ، 2.90 غ/غ)، على الترتيب، وارتفاع محتوى مسحوق مخلفات التفاح من السكريات الكلية والألياف الخام والرماد وانخفاض محتواه من البروتين (81غ/100غ وزن جاف، 15.40% وزن جاف، 1.70% وزن جاف، 7.50% وزن جاف) مقارنة مع دقيق القمح، وأدى استبدال دقيق القمح بمسحوق مخلفات التفاح إلى ارتفاع معنوي في المحتوى من السكريات الكلية والرماد والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة وقيمة المؤشر (a*) وانخفاض المحتوى من البروتين وقيمتي (L* و b*) في عينات البسكويت المصنعة مع ارتفاع نسبة الاستبدال من 5% إلى 15% مقارنة مع البسكويت الشاهد، وأدت نسبة الإضفة 5% إلى تحسن درجة القبول العام بشكل معنوي مقارنة مع العينات المدروسة الأخرى، كما لم يكن لإضافة مسحوق مخلفات التفاح أي تأثير معنوي في درجة القوام، إذ كانت هذه الفروقات غير معنوية.

الكلمات المفتاحية: مسحوق مخلفات التفاح، دقيق القمح، بسكويت، استبدال، خصائص كيميائية، مؤشرات اللون، خصائص حسية.

تاريخ الايداع20/7/2023
تاريخ القبول30/8/2023

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب CC BY-NC-SA

Benefiting From Apple Waste Powder in The Manufacture Of Functional Biscuits, and Studying Its Physical and Chemical Properties, Antioxidant Activity, and Content of Biologically Active Compounds

Rawaa Tlay[1]* Ahed Abou Younes[2] Sahar Alattar[3] Samira Al Kotami[4]

*[1] Associate Professor, Food Sciences Department, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus University, Industrial Drying of Fruits. (rawaa.tlay@damascusuniversity.edu.sy),

[2]Professor, Department of Food Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus University, Dairy Microbiology, (ahed.abouyounes@damascusuniversity.edu.sy),

[3] Assistant Professor, Department of Food Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus University, Cheese Technology, (sahar.alattar@damascusuniversity.edu.sy)

[4]Lecturer, Department of Food Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus University

Abstract:

This research was carried out in the laboratories of the Department of Food Sciences, at the University of Damascus, at the aim of developing a biscuit product rich in fiber and natural antioxidants, which the Apple waste powder was prepared, and then used in the manufacture of biscuit at (5, 10, and 15%), which the ability of apple waste powder to bind water, fat and emulsify was higher compared with the wheat flour sample (3 g/g, 1.41 g/g, and 2.90 g/g), respectively, and the content of apple waste powder was higher in total sugars, crude fiber and ash, and lower in protein content (81g/100g dry weight, 15.40% dry weight, 1.70% dry weight, 7.50% dry weight) compared with the wheat flour, and replacing wheat flour with apple waste powder resulted in a significant increase in the content of total sugars, ash, total phenols, antioxidant activity, index (a*), and a decrease in protein content, and (L*, and b*) in the processed biscuit samples, with an increase in the replacement percentage from 5% to 15% compared with the control biscuit, and the addition of 5% significantly improved the general acceptance compared with the other studied samples, and the addition of apple waste powder did not have any significant effect on the texture, as these differences were not significant.

Key Words: Apple Waste Powder, Wheat Flour, Biscuit, Replacement, Chemical Properties, Color Indicators, Sensory Properties

Received: 20/7/2023
Accepted: 30/8/2023

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a
CC BY- NC-SA

المقدمة:

في الوقت الحاضر، أصبح المستهلكون في جميع أنحاء العالم، أكثر عرضة للإصابة بالعديد من الأمراض مثل أمراض القلب والأوعية الدموية والسكري بسبب السمنة وارتفاع الكوليسترول وارتفاع ضغط الدم وعدم انتظام مستويات السكر في الدم. تعود عوامل الخطر هذه إلى النظام الغذائي الذي يحتوي على نسبة منخفضة من الألياف الغذائية والمواد الكيميائية النباتية ومضادات الأكسدة. لذلك، أصبح موضوع إعادة تدوير المنتجات الثانوية للأغذية الزراعية مهماً لتقليل المخلفات المتولدة، وأمكن تحقيق ذلك من خلال تنفيذ نموذج اقتصادي دائري لحماية البيئة. علاوة على ذلك، أمكن استخدام هذه المنتجات الثانوية كمصدر بديل للإضافات الطبيعية لتحسين جودة المنتجات الغذائية (Martillanes *et al.*, 2020). بسبب الاهتمام المتزايد بالأغذية الوظيفية، وخاصة المواد النشطة بيولوجياً، يبحث منتجو الأغذية عن مصادر جديدة لتلك المواد، ويبحث المستهلكون عن منتجات تسمح لهم بالحفاظ على لياقتهم البدنية والعقلية. توفر الأغذية الوظيفية فوائد صحية عديدة، كما تساعد في تجنب الأمراض من خلال دمجها مع المكونات الغذائية المختلفة. يمكن أن تقلل الأغذية التي تحتوي على مضادات الأكسدة من خطر زيادة الإجهاد التأكسدي بعد الأكل، وهو المسؤول عن الأمراض المزمنة، وتعتبر المركبات النشطة بيولوجياً (المواد الكيميائية النباتية والألياف الغذائية ومضادات الأكسدة والستيرولات النباتية والفيتامينات) هي المسؤولة عن توفير الفوائد الصحية في الأغذية الوظيفية، وتلعب الألياف الغذائية دوراً حاسماً (Rodríguez *et al.*, 2006, 3, 4). لا تستخدم الألياف الغذائية فقط لخصائصها الغذائية، ولكن أيضاً لخصائصها الوظيفية والتكنولوجية. تنتج صناعة الأغذية كميات كبيرة من المنتجات الثانوية التي تتمثل في مشاكل التخلص منها. تستخدم هذه المنتجات عادة في تغذية الحيوانات. ومع ذلك، فإن المحتوى المرتفع من الألياف يمكن أن يسمح باستخدامها في تصنيع المنتجات الغذائية، إذ تشجع التوصيات الغذائية لاستهلاك الأغذية الغنية بالألياف، لكن الكمية المتناولة حالياً لا تصل إلى هذه التوصيات (Raininen et al., 2011, 9, 10)، بالتالي لتأمين الاحتياجات اليومية يجب إضافة الألياف الغذائية في الغذاء الذي يتم تناوله بشكل متكرر، ولذا هدفت هذه الدراسة إلى محاولة استخدام مسحوق تفل التفاح كبديل لدقيق القمح في تصنيع البسكويت. جذبت الألياف الغذائية والمواد الكيميائية النباتية أكبر قدر من الاهتمام بين المكونات الإضافية لمنتجات المخابز،

ويقال إنَ مزج الدقيق مع مسحوق المنتجات الثانوية للعديد من النباتات أدى إلى تحسين الصفات التغذوية والوظيفية في البسكويت (Sayed Ahmed., 2016).

على الرغم من استمرار نمو إنتاج التفاح العالمي، إلا أن حصة استهلاكه مستقرة نسبياً. يمثل التفاح المستخدم للاستهلاك الطازج 70% –75%، بينما تتم معالجة الجزء الباقي (25%–30% من إجمالي الإنتاج العالمي) إلى العديد من المنتجات ذات القيمة المضافة، بما في ذلك العصير والنبيذ والمربيات والمنتجات المجففة (Bhushan et al., 2008; 287)؛(Shalini and Gupta., 2010, 366). مع ذلك، لا يزال عصير التفاح هو أكثر منتجات التفاح طلباً، حيث يمثل 65% من إجمالي كمية التفاح المعالج (Kammerer et al., 2014, 3). بشكل عام، من المفترض أن يتم استخلاص ما يقارب من 75% من وزن التفاح الطازج كعصير أثناء إنتاج العصير، ويتم جمع البقايا كمخلفات طعام، أو ما يسمى بالتفل (Vendruscolo *et al.*, 2008, 2).

يعرف تفل التفاح بأنه هو المنتج الثانوي الرئيس لصناعة عصير التفاح، ويتكون أساساً من الكربوهيدرات وكمية عالية من الألياف الغذائية وكمية صغيرة من البروتين والدهون والرماد (Sudha *et al.*, 2007, 686)، وهو مصدر ممتاز للمواد الكيميائية النباتية مثل الأحماض الفينولية والفلافونويدات، مما يجعلها مصدراً غنياً بمضادات الأكسدة (Lu and Foo., 2000, 81)؛(García et al., 2009, 731)؛(Cetkovic et al., 2008, 340).

أجريت العديد من الدراسات التي تناولت استخدام التفاح ومخلفاته في تصنيع منتجات المخابز، على سبيل المثال: أجرى Kaushal and Joshi (17, 1995) دراسة هدفت إلى معرفة تأثير إضافة مسحوق تفل التفاح في البسكويت بتراكيز تراوحت ما بين (10–50%)، ولوحظ أن إضافة 30% من المسحوق أعطت أفضل نتائج من حيث المذاق والملمس والمظهر، كما تم استبدال دقيق فول الصويا الأسود بتفل التفاح لتحضير البسكويت بهدف زيادة القيمة الغذائية (Singh *et al.*, 2012, 101)، كما تم تحضير الكيك باستخدام تفل التفاح كمصدر للألياف الغذائية (Masoodi et al., 2002, 121)، وتم تحضير المربى والصلصات باستخدام تفل التفاح (Joshi et al., 1996, 414)؛(Kaushal and Joshi., 1995, 17)، واستخدم تفل التفاح بنسبة (20%) لصنع وجبات خفيفة

(سناك) ومنتجات مخبوزة رقيقة، وأدى استخدام (20%) من تفل التفاح إلى تعزيز المحتوى الفينولي ومحتوى الألياف الغذائية والنشاط المضاد للأكسدة في المنتجات المصنعة (Reis *et al*., 2014, 1743).

تمتلك ألياف التفاح جودة أفضل من الألياف الغذائية الأخرى، بسبب وجود المركبات النشطة بيولوجياً المرافقة لها مثل الفلافونيدات والبوليفينولات والكاروتينات (Figuerola *et al*., 2005, 395)، وقد ذكر Hager (2013) أن ألياف التفاح تجارياً تحتوي على 60–91% أليافاً غذائية كلية منها 8–15% أليافاً ذائبة و45–81% أليافاً غير ذائبة، بلغت قدرتها على امتصاص الماء 6.1 (غ ماء /غ مواد صلبة)، وذكر Rupasingh وآخرون (2008, 1217, 1219) أنّ قشور ثمار التفاح تعد مصدراً غنياً بالألياف الغذائية والفينولات وهي منتجات ثانوية تنتج خلال عمليات تصنيع التفاح، وهذه الألياف تمنع الخبز من فقد الماء إذ تمتلك القدرة على حجز الماء وهي بذلك تؤثر في إعادة جلتنة المركبات النشوية. لهذه الأسباب، كانت هناك حاجة ملحة لإيجاد استخدامات بديلة محتملة لمخلفات التفاح وفقاً لدراسات علم الأوبئة، بإنتاج وجبات غنية بالفاكهة والخضروات ترتبط مع انخفاض خطر نمو الأمراض المزمنة، مثل أمرض القلب والأوعية الدموية والسرطان والسكري ومرض الزهايمر (Block *et al*., 1992, 28, 27) بسبب غناها بمركبات البولي فينول، مما يزيد من فوائدها الصحية، وقد أظهرت هذه المخلفات أن لها نشاط مضاد للأكسدة قوي ونشاط مضاد لتكاثر الخلايا السرطانية البشرية (Boyer *et al*., 2004, 7172)؛(Leontowicz *et al*., 2002, 604)،.

على غرار عجينة الكيك، فإن عجينة البسكويت غنية بالسكريات والدهون التي قد تخفي الطعم المر الناجم عن تطبيق تفل التفاح في المنتجات النهائية (Gómez and Martinez., 2018, 2121). في هذه الحالة، يتمتع البسكويت بقدرة تحمل عالية لإضافة تفل التفاح، في حين أن بعض الدراسات أشارت إلى أنَ إضافة تفل التفاح المجفف بنسبة تصل إلى 30% في البسكويت أدى إلى تغيير معاكس في صلابة البسكويت المدعم بتفل التفاح (Sudha *et al*., 2016, 686)، علاوة على ذلك، أشارت الدراسات إلى انخفاض في الصلابة، والذي أصبح أكثر وضوحاً مع زيادة مستوى استبدال تفل التفاح.

في دراسة أجريت من قبل Lauková وآخرون (2016) استخدم مسحوق تفل التفاح ليحل محل دقيق القمح جزئياً أثناء تصنع البسكويت، وأظهرت النتائج أنه مع زيادة مستوى الاستبدال من 0% إلى 15%، انخفض حجم وقطر ومسامية البسكويت بنسبة

(23، 11، 25%) على الترتيب، بينما ازدادت نكهة الفاكهة في البسكويت وقل طعم الحبوب بعد الاستبدال، بينما انخفض التقييم الحسي للبسكويت المدعم بمسحوق تفل التفاح، لكن حازت قبول جميع المعاملات على درجة قبول أعلى من 90%. في دراسة أجريت من قبل Kohajdová وآخرون (2011، 87، 88، 89) تم اختبار تأثير استبدال دقيق القمح بنسب مختلفة من مسحوق مخلفات التفاح في خصائص العجينة المستخدمة في تصنيع الكوكيز، ولوحظ أن إضافة مسحوق مخلفات التفاح للكوكيز أثر في الخصائص الريولوجية للكوكيز بشكل ملحوظ وذلك بزيادة امتصاص الماء وزيادة وقت تطور واستقرار العجينة، كما لوحظ أن إضافة مسحوق مخلفات التفاح إلى الكوكيز أثرّ في الحجم بشكل سلبي وزيادة احمرار الكوكيز، وأشارت نتائج التقييم الحسي للكوكيز المدعم بمسحوق مخلفات التفاح تفوق هذه العينات بطعمها، حيث تميزت بطعم الفاكهة والحلو والرائحة وكانت أقوى من العينات الخالية من مسحوق مخلفات التفاح، وكانت نتائج التقييم الحسي للكوكيز المدعم بمسحوق مخلفات التفاح بنسبة 5% هي المقبولة. وبالتالي تبين أنه يمكن الحصول على قيمة غذائية مرتفعة، من خلال تدعيم الكوكيز بمسحوق مخلفات التفاح، لأن مخلفات التفاح مصدر غني بالألياف الغذائية.

بناءً على ما سبق يتبين أهمية مخلفات التفاح ولا سيّما من حيث غناها بالألياف الغذائية، ومحتواها العالي من مضادات الأكسدة، ونظراً لزيادة كمية المخلفات الناتجة عن معامل الأغذية الخاصة بصناعة منتجات التفاح، ووجود مشاكل حيال تصريف هذه المخلفات، فقد هدف البحث إلى تحضير مسحوق مخلفات التفاح ودراسة التركيب الكيميائي والخصائص الحسية ومؤشرات اللون لعينات البسكويت المدعمة بمسحوق مخلفات التفاح بنسب مختلفة (0، 5، 10، 15%)، إضافة إلى دراسة الخصائص الوظيفية لدقيق القمح ومسحوق مخلفات التفاح.

مواد وطرائق البحث:

- **مواد البحث:** مخلفات ثمار التفاح الأصفر (قشور ثمار التفاح).

تم شراء المواد اللازمة لتصنيع البسكويت (دقيق القمح، زبدة نباتية، بيكربونات الصوديوم، كلوريد الصوديوم، سكر) من السوق المحلية لمدينة دمشق.

- **طرائق البحث:**

- **تحضير مسحوق مخلفات التفاح:** تم الحصول على ثمار التفاح الطازجة من محافظة ريف دمشق من التفاح المزروع في المرتفعات الجبلية (7 كغ تفاح طازج)، غُسلت الثمار، قُشرت يدويًا باستخدام سكين حادة من الستانلس ستيل، أُخذت منها المخلفات والتي بلغ وزنها 2 كغ، جُففت المخلفات في مجفف صناعي بالهواء الساخن على درجة حرارة (60م±5 ْم) لمدة 12 ساعة. طُحنت المخلفات المجففة باستخدام مطحنة (Molinex, Y44، فرنسية) حتى أصبحت بشكل دقيق ناعم، ثم نُخلت بتمريرها من خلال منخل ناعم (60 mesh، ألماني) للحصول على مسحوق ناعم متجانس. خُزنت في عبوات عاتمة محكمة الإغلاق في مكان جاف وبارد حتى وقت التصنيع وإجراء الاختبارات، وتم استخدام المسحوق الناتج عن المخلفات في تصنيع البسكويت الوظيفي.

- **تصنيع البسكويت:** حُضر البسكويت الشاهد وفق الطريقة الموصوفة من قبل (Tlay *et al.*, 2023, 55) وكانت المكونات لـ 100غ دقيق قمح كالتالي: 53غ سكر سكروز، 25.5غ مادة دسمة (زبدة نباتية)، 1.1غ غلوكوز، 1.1غ بيكربونات الصوديوم، 0.89 كلوريد الصوديوم، 12سم^{3}ماء، وتم الخبز على درجة حرارة 180 ْم لمدة 9-8 دقائق. خُلط سكر السكروز الناعم مع الزبدة النباتية، وتمت إذابة كامل الزبدة في السكر، بعدها تمت إضافة الدقيق إلى العجينة، ثم الغلوكوز والبيكربونات والملح وأضيف الماء تدريجياً، وعُجنت المكونات بشكل جيد حتى تم الحصول على عجينة متماسكة جيدة. تُركت العجينة لمدة ساعة قبل التقطيع والتشكيل، بعدها قُطعت العجينة ووضعت في صواني خاصة، ثم أُدخلت الصواني إلى الفرن الآلي، وتم تحريك الصواني داخل الفرن بشكل آلي بحركة دائرية، حتى خُبز البسكويت بشكل جيد وذلك على درجة حرارة 180 ْم لمدة 8 دقائق، بعدها تمّ إخراجها وتركها لتبرد قليلاً، ثم عُبئت في علب وغُلفت بأكياس من البولي ايتيلين لتتم عليها الاختبارات الكيميائية والحسية. تم تصنيع البسكويت الشاهد والبسكويت المدعم بمسحوق مخلفات التفاح وفق النسب المبينة في الجدول رقم (1).

الجدول (1): المواد المستخدمة في تصنيع البسكويت وكمياتها

المواد المستخدمة	بسكويت شاهد	عينة بسكويت (مسحوق مخلفات التفاح 5%)	عينة بسكويت (مسحوق مخلفات التفاح 10%)	عينة بسكويت (مسحوق مخلفات التفاح 15%)
مسحوق مخلفات التفاح غ	0	20	40	60
دقيق القمح غ	400	380	360	340
سكر غ	212	212	212	212
مادة دسمة غ	106	106	106	106
غلوكوز غ	4.4	4.4	4.4	4.4
بيكربونات الصوديوم	4.4	4.4	4.4	4.4
كلوريد الصوديوم غ	3.56	3.56	3.56	3.56
الماء مل	48	48	48	48
المجموع غ	778.36	778.36	778.36	778.36

الاختبارات الكيميائية:

- تقدير الرطوبة: قُدرت الرطوبة وفقاً للطريقة الواردة في (AACC., 2010).

- تقدير الرماد: قُدر الرماد وفق الطريقة الواردة في (AACC., 2010) ذات الرقم (08-01).

- تقدير البروتين الكلي: قدرت نسبة النتروجين في الأغذية بغرض تقدير البروتين الخام بطريقة (Kjeldahl كلداهل) وفقاً للطريقة الواردة في (AOAC., 2008).

- تقدير السكريات الكلية: قُدرت السكريات الكلية في العينات باستخدام التفاعلات الخاصة بالقدرة الإرجاعية باستخدام اختبار فهلنغ (AOAC., 2008).

- تقدير الألياف الخام: قُدرت الألياف الخام في العينات (دقيق القمح ومسحوق مخلفات التفاح) حسب الطريقة الواردة في (AOAC., 2008).

- تعيين مؤشرات اللون: عُينت مؤشرات اللون (L*, a*, b*) باستخدام جهاز Hunter Lab Chroma Meter CR-410، ياباني المنشأ)، حسب (Urganci and Fatma., 2021, 12)؛(Tlay, 2021, 6)، إذ تشير الرموز إلى: L* (درجة السطوع Lightness)، a* (الاحمرار/الاخضرار Redness/Greeness)، b* (الاصفرار/الزرقة Yellowness/Blueness).

- تقدير النشاط المضاد للأكسدة: تمَ قياس النشاط المضاد للأكسدة بتقدير النشاط الكابح للجذور الحرة باستخدام طريقة الجذر الحر ثنائي فينيل بيكريل هيدرازيل DPPH (2,2`-diphenyl 1,1-picryl hydrazyl) حسب (Younis et al., 2022).

- تقدير المركبات الفينولية الكلية: حُضر مستخلص مسحوق مخلفات التفاح وعينات البسكويت، عن طريق وزن 1 غ من العينات المراد الاستخلاص منها، وأُضيف لها 20 مل من الميتانول المطلق وتركت لمدة 24 ساعة. قُدّر إجمالي الفينولات باستخدام كاشف فولين، وحُضر خليط التفاعل عن طريق خلط 100 ميكروليتر من المستخلص مع 1.15 مل من الماء المقطر و250 ميكروليتر من كاشف فولين. تمت مجانسة الخليط، بعد ذلك أضيف 1.5 مل من Na_2CO_3 20%، وبعد التحضين لمدة 2 ساعة في درجة حرارة الغرفة في الظلام، تمت إضافة 2 مل ماء مقطر، قيست الامتصاصية بعدها عند 765 نانومتر، وعُبّر عن النتائج غ مكافئ حمض الغاليك/غ وزن جاف (McDonald *et al.*, 2001).

- الاختبارات الحسية: أُجريت الاختبارات الحسية من قبل مجموعة مؤلفة من 15 شخصاً باستخدام مقياس هيدونيك (Hedonic Scale)، بتحديد سبع نقاط (اللون، الطعم، الرائحة، القوام، الذوبان في الفم، الكسر، القبول العام) حسب (Akhtar *et al.*, 2008). أُعطيت درجات التقييم الحسي وفق التالي (1: رديء، 2: مقبول، 3: جيد، 4: جيد جداً، 5: ممتاز).

الخصائص الوظيفية الفيزوكيميائية:

- القدرة على ربط الماء والدهن والاستحلاب: لتعيين القدرة على ربط الماء تمَ وزن 1غ من العينة المطحونة الجافة، ثم وضعت في أنابيب جهاز الطرد المركزي ووزنت. أُضيف لها 10 مل ماء مقطر ومُزجت جيداً لمدة 5 دقائق، ثم وضعت في جهاز الطرد المركزي بسرعة 3000 دورة بدقيقة لمدة 30 دقيقة. تم التخلص من الماء الزائد في الأنابيب ثم وزنت الأنابيب مع العينة بعد التشرب وحسبت القدرة على ربط وامتصاص الماء (غ / غ). لتعيين القدرة على ربط الدهن كُررت نفس التجربة السابقة واستبدل الماء المقطر بزيت دوار الشمس، ولتعيين القدرة على الاستحلاب كُررت نفس التجربة السابقة بإضافة مزيج من 5 مل ماء و5 مل زيت وأكملت كما تم ذكره سابقاً حسب الطريقة رقم 20-56 الواردة في (AACC., 2002).

التحليل الاحصائي: أُجريت الاختبارات بثلاث مكررات وسُجلت النتائج كمتوسطات ± الانحراف المعياري. أجري اختبار تحليل التباين (ANOVA) وتُبع باختبار (Tuckey) لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات على مستوى ثقة 5% باستخدام البرنامج الإحصائي Minitab.

النتائج والمناقشة:

1- الخصائص الوظيفية لمسحوق مخلفات التفاح ودقيق القمح:

الجدول (2): الخصائص الوظيفية لمسحوق مخلفات التفاح ودقيق القمح

المؤشر / العينة	دقيق القمح	مسحوق مخلفات التفاح
القدرة على ربط الماء غ/غ	0.95±0.11	3.00±0.23
القدرة على ربط الدهن غ/غ	1.10±0.10	1.41±0.14
القدرة على الاستحلاب غ/غ	1.20±0.20	2.90±0.12

تشير النتائج الموضحة في الجدول (2) إلى ارتفاع قدرة مسحوق مخلفات التفاح على ربط الماء والدهن والاستحلاب مقارنة مع عينة دقيق القمح المدروسة، إذ بلغت القدرة على ربط الماء والدهن والمستحلب في دقيق القمح (0.95 غ/غ، 1.10 غ/غ، 1.20 غ/غ) على الترتيب، وارتفعت في مسحوق مخلفات التفاح إلى (3 غ/غ، 1.41 غ/غ، 2.90 غ/غ)، على الترتيب. أشار Kohajdová وآخرون (2014، 1059) بأن مساحيق صنفين من التفاح أظهرت قيمًا عالية لخصائص الترطيب مثل ربط الماء (11.73–18.34 غ/غ) وربط الدهن (3.15–3.36 غ/غ)، في حين انخفضت هذه القيم في دقيق القمح، إذ بلغت القدرة على ربط الماء (1.08 غ/غ) والقدرة على ربط الدهن (0.85 غ/غ)، وأشارت إليه Tlay وآخرون (2023، 59) إلى أنَ القدرة على ربط الماء والدهن المستحلب لدقيق القمح بلغت (0.97 غ/غ، 1.14غ/غ، 1.24غ/غ)، وتعود الاختلافات البسيطة في النتائج إلى اختلاف دقيق القمح المستخدم في الدراسة.

2- نتائج دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لدقيق القمح ومسحوق مخلفات التفاح:

الجدول (3): دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لعينة دقيق القمح ومسحوق مخلفات التفاح

العينات	الجوامد الكلية %	السكريات الكلية (غ/100غ وزن جاف)	البروتينات% (وزن جاف)	الألياف الخام % (وزن جاف)	الرماد% (وزن جاف)
دقيق القمح	86.30±0.10	13.00±0.50	11.10±0.62	0.45±0.12	0.58±0.12
مسحوق مخلفات التفاح	88.20±0.25	81.00±0.20	7.50±0.30	15.40±0.22	1.70 ±0.16

لدى تقشير ثمار التفاح كانت نسبة المخلفات في الثمار الطازجة 29% تقريباً، وهذا يتفق مع وجده (Suárez et al., 2010, 339)، إذ بلغت نسبة مخلفات الثمار الطازجة حوالي (20-35%) من الثمار الطازجة، ونتج عن 2كغ من مخلفات ثمار التفاح الطازجة 386غ مخلفات تفاح مجففة، وبعد عملية النخل نتج 320غ من مسحوق مخلفات التفاح، تمَ استخدامها في عملية تصنيع البسكويت.

يلاحظ من الجدول (3) ارتفاع محتوى مسحوق مخلفات التفاح من السكريات الكلية والألياف الخام مقارنة مع دقيق القمح، إذ بلغ المحتوى منهما 81غ/100غ وزن جاف و15.40% وزن جاف في مسحوق مخلفات التفاح، وانخفض إلى 13 غ/100غ وزن جاف و0.45% وزن جاف في دقيق القمح، على الترتيب. بلغت نسبة الرماد في مسحوق مخلفات التفاح 1.70%، وانخفضت إلى 0.50% في دقيق القمح، وأشار Kohajdová وآخرون (88, 2011) إلى أنَ نسبة الرماد في مسحوق مخلفات التفاح بلغت2.07%، وفي دقيق القمح 0.46%.

ارتفعت نسبة البروتين في دقيق القمح مقارنة مع مسحوق مخلفات التفاح، إذ بلغت نسبة البروتين 7.50% مقدرة على أساس الوزن الجاف في مسحوق مخلفات التفاح، وارتفعت إلى 11.10% مقدرة على أساس الوزن الجاف في دقيق القمح.

توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Kohajdová وآخرون (2011, 88)، إذ بلغت نسبة البروتين 8.03% لمسحوق مخلفات التفاح، بينما كانت نسبة البروتين 11.32% في دقيق القمح، ومع ما أشارت إليه Tlay وآخرون (2023، 56) بأنَ نسبة السكريات الكلية والرماد والبروتين في دقيق القمح بلغت (13.09% وزن جاف، 0.44 % وزن جاف، 11.45% وزن جاف، على الترتيب)، كما توافقت هذه النتائج مع ما أشار إليه Kohajdová وآخرون (2014، 1061) بأن مساحيق صنفين من التفاح أظهرت قيمًا منخفضة

لمحتوى البروتين (7.30–5.81%) والرطوبة (8.23–7.42%) وقيمًا مرتفعة للرماد (1.19–0.86%) مقارنة مع دقيق القمح (9.73%، 9.21%، 0.57%) على الترتيب، كما توافقت هذه النتائج مع ما أشار إليه Alsuhaibani (2015، 986، 987) بأن نسبة الرطوبة والرماد والألياف الخام والبروتين في مسحوق المخلفات الناتجة عن عصر ثمار التفاح بلغت (5.55%، 1.77%، 48.23%، 7.53%، على الترتيب)،(12.51%، 1.77%، 48.23%، 7.53%، على الترتيب)، وفي دقيق القمح (12.51%، 0.77%، 2.89%، 12.13%، على الترتيب).

ارتفعت نسبة الجوامد الكلية في مسحوق مخلفات التفاح مقارنة مع دقيق القمح، إذ بلغت نسبة الجوامد الكلية في مسحوق مخلفات التفاح 88.20%، وانخفضت إلى 86.30% في دقيق القمح. توافقت هذه النتائج مع ما أشار إليه Kohajdová وآخرون (88, 2011)، إذ كانت نسبة الرطوبة أعلى بكثير في مسحوق مخلفات التفاح 6.63% (نسبة الجوامد الكلية 93.37%).

3- المؤشرات الكيميائية لعينات البسكويت المصنعة:

يلاحظ من الجدول (4) أنَ استبدال دقيق القمح بمسحوق مخلفات التفاح أدى إلى ارتفاع معنوي في المحتوى من السكريات الكلية مع ارتفاع نسبة الاستبدال من 5% إلى 15% مقارنة مع الشاهد، إذ ازداد المحتوى من 67.09 غ/100غ وزن جاف عند نسبة استبدال بمسحوق مخلفات التفاح بنسبة 5% إلى 70 غ/100غ وزن جاف عند نسبة استبدال 15%، بينما انخفض المحتوى في الشاهد إلى 60.09 غ/100غ وزن جاف.

الجدول (4): نتائج تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق مخلفات التفاح في بعض المؤشرات الكيميائية لعينات البسكويت المصنعة

العينات	السكريات الكلية (غ/100غ وزن جاف)	البروتين% (وزن جاف)	الجوامد الكلية%	الرماد% (وزن جاف)
الشاهد	60.09 ± 0.14^{d}	12.26 ± 0.26^{a}	95.62 ± 0.21^{a}	0.77 ± 0.01^{d}
%5	67.09 ± 0.22^{c}	12.01 ± 0.25^{b}	93.22 ± 0.31^{b}	0.99 ± 0.03^{c}
%10	68.05 ± 0.30^{b}	11.77 ± 0.10^{c}	92.97 ± 0.14^{c}	1.16 ± 0.01^{ab}

1.26 ± 0.4^{a}	92.83 ± 0.02^{c}	11.52 ± 0.34^{cd}	70.00 ± 0.41^{a}	%15

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة ($p\leqslant0.05$)

أدى استبدال دقيق القمح بمسحوق مخلفات التفاح إلى انخفاض معنوي في المحتوى من البروتين والجوامد الكلية وارتفاع المحتوى من الرماد مع ارتفاع نسبة الاستبدال من 5% إلى 15% مقارنة مع الشاهد، إذ بلغت (12.26% وزن جاف، 95.62%، 0.77% وزن جاف) على الترتيب في عينات البسكويت الشاهد، وارتفعت إلى (11.52% وزن جاف، 92.83%، 1.26% وزن جاف) عند نسبة استبدال 15%، على الترتيب. توافقت هذه النتائج مع ما أشار إليه Alsuhaibani (2015، 986) بأن المحتوى من البروتين والرطوبة والرماد للبسكويت المدعم بمخلفات عص ثمار التفاح بلغت (13.05%، 8.55%، 1.55%) وللبسكويت الشاهد (14.55%، 10.41%، 1.02%)، وهذه الاختلافات الطفيفة في النسب تعود إلى اختلاف طريقة تحضير مسحوق مخلفات التفاح ونسبة إضافته وإلى نوع البسكويت المصنع وطريقة تصنيعه واختلاف نوع دقيق القمح المستخدم في التصنيع.

4- نتائج المحتوى من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في عينات البسكويت المدروسة:

تشير النتائج الموضحة في الجدول (5) إلى المحتوى من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في عينات مسحوق مخلفات التفاح وعينات البسكويت المصنعة.

الجدول (5): تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق مخلفات التفاح في المحتوى من الفينولات الكلية في عينات البسكويت المصنعة

العينات	المحتوى من الفينولات الكلية(غ/100غ وزن جاف)	النشاط المضاد للأكسدة %
مسحوق مخلفات التفاح	1.25±0.23	69.88±0.23
بسكويت الشاهد	0.076^{d} ±0.001	20.53^{d}±0.23
%5	0.17^{c} ±0.06	48.05^{c}±0.23
%10	0.43^{b} ±0.02	53.82^{b}±0.23
%15	0.52^{a} ±0.15	66.94^{a}±0.23

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة ($p\leqslant0.05$)

أدى استبدال دقيق القمح بمسحوق مخلفات التفاح إلى ارتفاع المحتوى من الفينولات الكلية والشناط المضاد للأكسدة بشكل ملحوظ مع زيادة نسبة الاستبدال من 5% إلى 15%، إذ ارتفعت من (0.17 غ/100غ وزن جاف و48.05%) في العينات المدعمة بنسبة 5% إلى (0.52 غ/100غ وزن جاف و66.94%) في العينات المدعمة بنسبة 15%.

بلغ المحتوى من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في مسحوق مخلفات التفاح (1.25 غ/100غ وزن جاف و69.88%)، وكانت النتائج أعلى بقليل مقارنة مع ما توصل إليه (Sudha *et al.*, 2007, 686)، الذي أشار إلى أنَ المحتوى من الفينولات الكلية في مسحوق مخلفات التفاح بلغ 1.016 غ/ 100غ.

أشار Lu and Foo (84, 2000) إلى ارتفاع محتوى تفل التفاح من الفينولات وارتفاع نشاطها المضاد للأكسدة، وبهذا يعتبر تفل التفاح مصدراً غنياً بمضادات الأكسدة الطبيعية والمركبات النشطة بيولوجياً، وأن البولي فينولات هي المسؤولة أساساً عن النشاط المضاد للأكسدة الموجود في تفل التفاح وبالتالي يمكن أن تكون مصدراً رخيصاً ومتوافراً بسهولة لتأمين مضادات الأكسدة الغذائية.

5- نتائج دراسة مؤشرات اللون لعينات البسكويت المصنعة:

تشير النتائج في الجدول (6) إلى ارتفاع قيمة المؤشرين (*L و*b) وانخفاض قيمة المؤشر (*a) في عينات البسكويت الشاهد غير المدعمة بمسحوق مخلفات التفاح، بينما أدى استبدال دقيق القمح بنسب مختلفة من مسحوق مخلفات التفاح إلى انخفاض قيمتي (*L و*b) وارتفاع قيمة (*a) في عينات البسكويت المصنعة مع ارتفاع نسبة الاستبدال من 5% إلى 15%، وهذا أعطى البسكويت لوناً أكثر دكانة مقارنة مع البسكويت الشاهد، إذ بلغت قيمة *L (45.12) و*a (7.79) و*b (17.19) لدى استبدال دقيق القمح بنسبة 15% من مسحوق مخلفات التفاح.

الجدول (6): تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق مخلفات التفاح في مؤشرات اللون لعينات البسكويت المصنعة

العينات	L*	a*	b*
بسكويت شاهد	^{a}59.46±0.01	^{d}3.99±0.00	^{a}23.09±0.03
%5	^{b}51.12±0.03	^{b}6.89±0.01	^{b}21.61±0.01
%10	^{c}48.85±0.01	^{c}6.02±0.02	^{d}18.24±0.01
%15	^{d}45.12±0.00	^{a}7.79±0.03	^{c}17.19±0.01

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة ($p \geq 0.05$)

كانت هذه النتائج أدنى من النتائج التي توصل إليها Kohajdová وآخرون (94, 2011) وتوافقت معها في انخفاض قيمة *L وارتفاع قيمة *a في عينات الكوكيز المصنعة مع ارتفاع نسبة إضافة المسحوق من 5% إلى 15%، وأشارت دراسة قام فيها Jung وآخرون (5568, 2015) إلى أن تحضير البسكويت المدعم بدقيق تفل التفاح بمستوى استبدال 15 و20%، أدى إلى دكانة واحمرار

لون البسكويت إلى حد كبير (انخفاض درجة سطوع عينات البسكويت، وارتفاع درجة الاحمرار، وهذا عائد إلى دكانة تفل التفاح مقارنة بدقيق القمح)، كما هو الحال في منتجات المخابز الأخرى.

6- تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق مخلفات التفاح في الخصائص الحسية لعينات البسكويت المصنعة:

نلاحظ من الجدول (7) تفوق عينات البسكويت المصنعة باستخدام مسحوق مخلفات التفاح بنسبة 15% من حيث درجتي الطعم والرائحة ودرجة الذوبان في الفم على باقي العينات المدروسة مقارنة مع عينة الشاهد، وامتازت هذه العينات بلون أكثر دكانة مقارنة بالعينات الأخرى المدروسة، وبالرغم من ذلك أعطت قبولاً عاماً جيداً من قبل المقيمين حسياً. أدت نسبة الإضفة 5% إلى تحسن درجة القبول العام بشكل معنوي مقارنة مع باقي العينات المدروسة. لم يكن لإضافة مسحوق مخلفات التفاح أي تأثير معنوي في درجة القوام، إذ كانت هذه الفروقات غير معنوية.

الجدول (7): تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق مخلفات التفاح في الخصائص الحسية لعينات البسكويت المصنعة

العينات	الطعم	الرائحة	القوام	اللون	الذوبان بالفم	القبول العام
بسكويت شاهد	$^{b}3.5$	$^{b}3.81$	$^{b}3.22$	$^{a}4.22$	$^{b}3.22$	$^{b}3.72$
%5	$^{b}3.89$	$^{b}3.89$	$^{b}3.53$	$^{a}4.03$	$^{b}3.86$	$^{a}4.14$
%10	$^{b}3.83$	$^{b}3.86$	$^{b}3.5$	$^{b}3.44$	$^{b}3.94$	$^{b}3.77$
%15	$^{a}4.22$	$^{a}4.17$	$^{b}3.47$	$^{b}3.11$	$^{a}4.11$	$^{b}3.77$

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة ($p\leq0.05$)

توافقت هذه النتائج مع ما أشار إليه Kohajdová وآخرون (2014، 1063) بأن إضافة مسحوق تفل التفاح بكميات أعلى من 10% و15% يؤثر سلبًا في حجم وسمك وعرض وانتشار البسكويت ويقلل من قبولها بشكل عام، كما أظهر التحليل الحسي عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين البسكويت الشاهد والبسكويت المحتوي على 5% من مسحوق تفل التفاح من الصنف Gala، والانخفاض في هذه المؤشرات الفيزيائية يمكن أن يكون سببه تمييع الغلوتين، بالإضافة إلى ذلك، وفقاً لـ Kohajdová وآخرون (2014، 1059)، لم يكن لإضافة 5% من تفل التفاح أي تغيير كبير في الخصائص الحسية لعينات البسكويت، وهو ما أشار إليه

(de Toledo *et al.*, 2017, 1185). توافقت هذه النتائج مع ما أشار إليه Alsuhaibani (2015، 986، 987) بأن التقييم الحسي لبسكويت التفاح أظهر انخفاضًا غير معنوي في القوام ولون القشرة والملمس والنعومة مع ملاحظة وجود انخفاض معنوي في الملمس مقارنة بالبسكويت الشاهد.

الاستنتاجات:

1. أدى استبدال دقيق القمح بمسحوق مخلفات التفاح بنسبة 15% إلى ارتفاع ملحوظ في محتوى عينات البسكويت المصنعة من الرطوبة والرماد والسكريات الكلية والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة، وانخفاض ملحوظ في محتواها من البروتين، كما أدت هذه النسبة إلى تحسين درجة الطعم والرائحة ودرجة الذوبان في الفم.

2. أدى استبدال دقيق القمح بمسحوق مخلفات التفاح بنسبة 5% الأثر الأكبر في تحسين درجة اللون والقبول العام لعينات البسكويت المصنعة، إضافة إلى تحسين مؤشرات اللون حيث أدت لانخفاض قيمة المؤشر (L*) والمؤشر (b*)، وارتفاع المؤشر (a*) مقارنة مع الشاهد.

التوصيات:

نظراً للكميات الكبيرة من مخلفات التفاح الناتجة عن مصانع الأغذية لمنتجات التفاح (عصير، مربى ...الخ)، والقيمة الغذائية العالية ولا سيَما غناها بالألياف ومحتواها المرتفع من مضادات الأكسدة، لذا نوصي بتدعيم منتجات المخابز بمسحوق مخلفات التفاح بنسبة تتراوح ما بين 5–15% لرفع القيمة الغذائية وتحسين الخصائص الحسية لهذه المنتجات، كما نوصي بدراسة الخصائص الريولوجية لمنتجات المخابز المدعمة بمسحوق مخلفات التفاح.

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

المراجع:

1. AACC (2010). Approved methods of American Association of Cereal Chemists. Published by American Association of Cereal Chemists, Ins. Saint Paul, Minnesota, 2010, USA.

2. AACC. (2002). Approved methods of American Association of Cereal Chemists, 10th Ed. 56–20. AACC International, St. Paul. Minnesota. U.S.A.

3. Akhtar, S., Anjum, F. M., Rehman, S. U., Sheikh, M. A., & Farzana, K. (2008). Effect of fortification on physico-chemical and microbiological stability of whole wheat flour. Food chemistry, 110(1), 113-119. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.01.065

4. Alsuhaibani, A. M. (2015). Biochemical and biological study of biscuit fortified with apple powder. Middle East Journal of Agriculture Research, 4(04), 984-990.

5. AOAC. (2008). Official Methods of Analysis 16th ed. Association of Official Analytical Chemists International Arligton,Virginia, U.S.A.

6. Bhushan, S., Kalia, K., Sharma, M., Singh, B., & Ahuja, P. S. (2008). Processing of apple pomace for bioactive molecules. Critical reviews in biotechnology, 28(4), 285-296. https://doi.org/10.1080/07388550802368895

7. Block, G., Patterson, B., & Subar, A. (1992). Fruit, vegetables, and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence. Nutrition and cancer, 18(1), 1-29. https://doi.org/10.1080/01635589209514201

8. Boyer, J., Brown, D., & Liu, R. H. (2004). Uptake of quercetin and quercetin 3-glucoside from whole onion and apple peel extracts by Caco-2 cell monolayers. Journal of agricultural and food chemistry, 52(23), 7172-7179. https://doi.org/10.1021/jf030733d

9. Ćetković, G., Čanadanović-Brunet, J., Djilas, S., Savatović, S., Mandić, A., & Tumbas, V. (2008). Assessment of polyphenolic content and in vitro antiradical characteristics of apple pomace. Food Chemistry, 109(2), 340-347. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.046

10. de Toledo, N. M. V., Nunes, L. P., da Silva, P. P. M., Spoto, M. H. F., & Canniatti-Brazaca, S. G. (2017). Influence of pineapple, apple and melon by-products on cookies: physicochemical and sensory aspects. International journal of food science & technology, 52(5), 1185-1192. https://doi.org/10.1111/ijfs.13383

11. Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estévez, A. M., Chiffelle, I., & Asenjo, F. (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. Food chemistry, 91(3), 395-401. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.036

12. García, Y. D., Valles, B. S., & Lobo, A. P. (2009). Phenolic and antioxidant composition of by-products from the cider industry: Apple pomace. Food Chemistry, 117(4), 731-738. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.049

13. Gómez, M., & Martinez, M. M. (2018). Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods. Critical reviews in food science and nutrition, 58(13), 2119-2135. https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1305946

14. Hager, A. S. (2013). Cereal products for specific dietary requirements. Evaluation and improvement of technological and nutritional properties of gluten free raw materials and end products (Doctoral dissertation, University College Cork). https://hdl.handle.net/10468/1274

15. Joshi, V. K., Kaushal, N. K., & Thakur, N. S. (1996). Apple pomace sauce: Development and quality of fresh and stored products. Journal of food science and technology (Mysore), 33(5), 414-417.

16. Jung, J., Cavender, G., & Zhao, Y. (2015). Impingement drying for preparing dried apple pomace flour and its fortification in bakery and meat products. Journal of Food Science and Technology, 52, 5568-5578. https://doi.org/10.1007/s13197-014-1680-4

17. Kammerer, D. R., Kammerer, J., Valet, R., & Carle, R. (2014). Recovery of polyphenols from the by-products of plant food processing and application as valuable food ingredients. Food Research International, 65, 2-12. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.012

18. Kaushal, N. K., & Joshi, V. K. (1995). Preparation and evaluation of apple pomace based cookies. Indian Food Packer, 49, 17-24.

19. Kohajdová, Z., Karovicova, J., Jurasová, M., & Kukurová, K. (2011). Effect of the addition of commercial apple fibre powder on the baking and sensory properties of cookies. Acta Chimica Slovaca, 4(2), 88-97.

20. Kohajdová, Z., Karovičová, J., Magala, M., & Kuchtová, V. (2014). Effect of apple pomace powder addition on farinographic properties of wheat dough and biscuits quality. Chemical papers, 68, 1059-1065. DOI:10.2478/s11696-014-0567-1

21. Lauková, M., Kohajdová, Z., & Karovičová, J. (2016). Effect of hydrated apple powder on dough rheology and cookies quality. Potravinarstvo. DOI:10.5219/597

22. Leontowicz, H., Gorinstein, S., Lojek, A., Leontowicz, M., Číž, M., Soliva-Fortuny, R., ... & Martin-Belloso, O. (2002). Comparative content of some bioactive compounds in apples, peaches and pears and their influence on lipids and antioxidant capacity in rats. The Journal of nutritional biochemistry, 13(10), 603-610. https://doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00206-1

23. Lu, Y., & Foo, L. Y. (2000). Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. Food chemistry, 68(1), 81-85. https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00167-3

24. Martillanes, S., Rocha-Pimienta, J., Gil, M. V., Ayuso-Yuste, M. C., & Delgado-Adámez, J. (2020). Antioxidant and antimicrobial evaluation of rice bran (Oryza sativa L.) extracts in a mayonnaise-type emulsion. Food chemistry, 308, 125633. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125633

25. Masoodi, F. A., Sharma, B., & Chauhan, G. S. (2002). Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes. Plant Foods for Human Nutrition, 57, 121-128. https://doi.org/10.1023/A:1015264032164

26. McDonald, S., Prenzler, P. D., Antolovich, M., & Robards, K. (2001). Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. Food chemistry, 73(1), 73-84. https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00288-0

27. Raninen, K., Lappi, J., Mykkänen, H., & Poutanen, K. (2011). Dietary fiber type reflects physiological functionality: comparison of grain fiber, inulin, and polydextrose. Nutrition reviews, 69(1), 9-21. https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00358.x

28. Raninen, K., Lappi, J., Mykkänen, H., & Poutanen, K. (2011). Dietary fiber type reflects physiological functionality: comparison of grain fiber, inulin, and polydextrose. Nutrition reviews, 69(1), 9-21. https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00358.x

29. Reis, S. F., Rai, D. K., & Abu-Ghannam, N. (2014). Apple pomace as a potential ingredient for the development of new functional foods. International Journal of Food Science & Technology, 49(7), 1743-1750. https://doi.org/10.1111/ijfs.12477

30. Rodríguez, R., Jimenez, A., Fernández-Bolanos, J., Guillen, R., & Heredia, A. (2006). Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. Trends in food science & technology, 17(1), 3-15. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.10.002

31. Rupasinghe, H. V., Wang, L., Huber, G. M., & Pitts, N. L. (2008). Effect of baking on dietary fibre and phenolics of muffins incorporated with apple skin powder. Food Chemistry, 107(3), 1217-1224. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.057

32. Sayed Ahmed, S. (2016). Nutritional and technological studies on the effect of phytochemicals on obesity injuries and their related diseases by using experimental animals (Doctoral dissertation, Ph. D. Thesis in Home Economics (Nutrition and Food Science), Faculty of Specific Education, Port Said University, Egypt).

33. Shalini, R., & Gupta, D. K. (2010). Utilization of pomace from apple processing industries: a review. Journal of food science and technology, 47, 365-371. https://doi.org/10.1007/s13197-010-0061-x

34. Singh, A., Rana, I., Sahi, N. C., Lohani, U. C., & Chand, K. (2012). Optimization of process variables for preparation of apple pomace-black soyflour based biscuits. Int J Food Agri Vet Sci, 2(1), 101-106. An Online International Journal Available at http://www.cibtech.org/jfav.htm

35. Suárez, B., Álvarez, Á. L., García, Y. D., del Barrio, G., Lobo, A. P., & Parra, F. (2010). Phenolic profiles, antioxidant activity and in vitro antiviral properties of apple pomace. Food chemistry, 120(1), 339-342. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.073

36. Sudha, M. L., Baskaran, V., & Leelavathi, K. (2007). Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. Food chemistry, 104(2), 686-692. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.12.016

37. Sudha, M. L., Dharmesh, S. M., Pynam, H., Bhimangouder, S. V., Eipson, S. W., Somasundaram, R., & Nanjarajurs, S. M. (2016). Antioxidant and cyto/DNA protective properties of apple pomace enriched bakery products. Journal of food science and technology, 53, 1909-1918. https://doi.org/10.1007/s13197-015-2151-2

38. Tlay, R. (2023). Effect of substituting wheat flour with pomegranate peel powder on quality characteristics of biscuit. Damascus University Journal of Agricultural Sciences, 39(1): 1-16. http://journal.damascusuniversity.edu.sy/index.php/agrj/article/view/1360. (In Arabic).

39. Tlay, R. H., Abdul-Abbas, S. J., El-Maksoud, A. A. A., Altemimi, A. B., & Abedelmaksoud, T. G. (2023). Functional biscuits enriched with potato peel powder: Physical, chemical, rheological,

and antioxidants properties. Food systems, 6(1), 53-63. https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-1-53-63

40. Urganci, U., & Fatma, I. S. I. K. (2021). Quality characteristics of biscuits fortified with pomegranate peel. Akademik Gıda, 19(1), 10-20. DOI: 10.24323/akademik-gida.927462

41. Vendruscolo, F., Albuquerque, P. M., Streit, F., Esposito, E., & Ninow, J. L. (2008). Apple pomace: a versatile substrate for biotechnological applications. Critical reviews in biotechnology, 28(1), 1-12. https://doi.org/10.1080/07388550801913840

42. Younis, M.I., Ren, X., Alzubaidi, A.K., Mahmoud, K.F., Altemimi, A.B., Cacciola, F. et al. (2022). Optimized green extraction of polyphenols from Cassia javanica L. petals for their application in sunflower oil: Anticancer and antioxidant properties. Molecules, 27(14), Article 4329. https://doi.org/10.3390/molecules27144329