مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (38) العدد (4) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (38) No. (4) 2016

دراسة أثر إضافة مطحون قشور البرتقال الناتجة عن تصنيع عصير البرتقال على أهم خصائص البسكويت فضلاً عن تحسين المُنتَج بإضافة إنزيم الإكزيلينيز

د. رامز محمد[1]
د. فؤاد سلمان[2]
نورا جمل[3]

(تاريخ الإيداع 22 / 2 / 2016. قبل للنشر في 27 / 7 / 2016)

□ ملخّص □

يُستخدم البرتقال في تصنيع العصير، وينتج عنه كَمّيات كبيرة من المنتجات الثانوية. تم تحليل التركيب الكيميائي والمقدرة على ربط الماء من قِبل قشور البرتقال، حيث أظهرت النتائج أنَّها تحتوي على كمّيات مرتفعة من الألياف الخام والمركبات الفينولية ومضادات الأكسدة ومقدرة عالية على ربط الماء. كما أُدخلت في تحضير البسكويت من خلطات تحوي نسباً مختلفةً من مطحون قشور البرتقال (5، 10، 15، 20، 25)% ثم تقييم الخصائص الفيزيائية والحسّية والتركيب الكيميائي والخصائص الريولوجية لهذه الخلطات.

لم يُظهر التقييم الحسّي أي فروقات معنوية بين الشاهد ونسبة الإضافة 10% من مطحون قشور البرتقال، أمَّا من ناحية المؤشرات الفيزيائية أي القَطْر، والسماكة ومعدَّل التمدُّد، فانخفض القَطْر والسماكة في البسكويت الحاوي عليها، بينما ارتفعت قيم معدَّل التمدُّد مع ارتفاع مستوياته المضافة.

أوضحت النتائج أنَّ دمج مطحون قشور البرتقال بالبسكويت رفع نسبة الألياف الخام والرماد والمحتوى الفينولي والمقدرة المضادة للأكسدة، وقلل من الكربوهيدرات. وأظهرت الخصائص الريولوجية لخلطات الدقيق ارتفاعاً في امتصاص الماء والثباتية.

خفَّضت إضافة 40 ppm من إنزيم الإكزيلينيز من قساوة العينات بشكل عام، كما خفَّضت قِيَمَ معدَّل التمدَّد مقارنة بعينة الشاهد غير المحتوية على الإنزيم.

أظهرت نتائج التقييم الحسي قبولاً جيداً ل لبسكويت المحتوي على 10% مطحون قشور البرتقال سواءً مع استخدام إنزيم الإكزيلينيز أو بدونه.

الكلمات المفتاحية : قشور البرتقال، البسكويت، التقييم الحسي، الخصائص الفيزيائية، التركيب الكيميائي، الخصائص الريولوجية، أنزيم الإكزيلينيز.

[1] أستاذ مساعد ، قسم علوم الأغذية ، كلية الزراعة، جامعة تشرين ، اللاذقية ، سورية.
[2] أستاذ ، قسم علوم الأغذية ، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية. سورية.
[3] طالبة ماجستير، قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (38) العدد (4) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (38) No. (4) 2016

A Study of adding-effect of floured orange-peels resulting from orange-juice processing on the most important characteristics of biscuits as well as improving the product with xylanase enzyme

Dr. Ramez Mohammad [4]
Dr. Fouad Sulman [5]
Noura Jamal [6]

(Received 22 / 2 / 2016. Accepted 27 / 7 /2016)

□ ABSTRACT □

Orange is used in the juice industry, yielding important quantities of by products. Orange peel is analyzed for chemical composition and water holding capacity. Data show that, it has high amount of crude fiber, phenolic contents and antioxidant capacity, also it has high level of water holding capacity. Biscuits are prepared from blendes which contain a different proportion (5, 10, 15, 20 and 25)% of orange peel flour are also evaluate for physical and sensory characteristics, chemical composition and rheological properties for this blendes.

The sensory evaluation does not show any significant difference between control and that adds with 10% of orange peel flour. Physical parameters, namely, diameter, thickness and spread ratio were tested. The diameter and thickness of orange peel substituted biscuits were decreased, whereas spread ratio of biscuits increase with increasing levels of it.

The data reveals that incorporation of orange peel powder in biscuits increase crude fiber, ash, phenolic contents and antioxidant capacity, it decreases the carbohydrate content. Rheological properties of the blended flour show increase in water absorption and stability.

Addition of 40ppm xylanase enzyme reduce the hardness value of the sample in general, it also decrease the spread ratio as compared to control samples with no enzyme added.

Sensory evaluation results show good overall acceptability scores for the biscuits contain 10% orange peel with and without xylanase.

Keywords: Orange peel, biscuits, sensory evaluation, physical characteristics, chemical composition, rheological properties, xylanase enzyme.

[4] Assistant Professor, Department of Food Sciences, Faculty of Agriculture, Tichreen University, Lattakia, SYRIA.
[5] Professor, Department of Food Sciences, Faculty of Agriculture, Tichreen University, Lattakia, SYRIA.
[6] Master student Department of Food Sciences, Faculty of Agriculture, Tichreen University, Lattakia, SYRIA.

مقدمة:

البسكويت عبارة عن منتج غذائي ، يُحضَّر أساساً من دقيق القمح والسكر والدهن ويم نلك قواماً إسفنجياً بدرجة محددة من التماسك أو الهشاشة، ولا يستخدم في تحضيره الخميرة وإنَّما مسحوق الخبيز الذي يؤمن إنتاج الغاز الضروري لإعطائه التركيب المطلوب [1].

يوجد حالياً أكثر من 4000 مُنتَج من البسكويت، ويندر أن تخلو مدينة في العالم من وجود مصنع لإنتاجه [1]، يعتبر البسكويت من المنتجات الخبيزية الشائعة الاستهلاك في جميع أنحاء العالم من قبل شريحة اجتماعية واسعة وذلك بسبب جاهزيتها للأكل وجودتها من الناحية الغذائية ، وتوفرها بنكهات مختلفة وفترة صلاحيتها للاستهلاك الطويلة نسبياً، حيث تلقى المنتجات المخبوزة رواجاً واستحساناً من قبل المستهلكين في جميع أنحاء العالم ، ونظراً للاستهلاك المرتفع لها فمن الممكن استخدامها كغذاء غني بالألياف الغذائية [2].

تعتبر الألياف الغذائية مكوناً أساساً وهاماً في ما يعرف بالجيل الجديد من الأغذية الصحية الوظيفية التي يتزايد الطلب عليها من قبل المستهلكين، حيث بدأ الكثير منهم بتغيير عاداتهم الغذائية ممَّا أدَّى إلى زيادة 10% تقريباً في الأغذية المحتوية على الألياف المسوّقة سنوياً [1]، وذلك بعد زيادة وعي المستهلك لدور الألياف الغذائية في الصحة والتغذية ومساهمتها في حل المشاكل المنتشرة مؤخراً مثل السمنة والسكري وسرطان الجهاز الهضمي ومستوى الكولسترول العالي [3].

تبدي الصناعات اهتماماً متزايداً ب المخلفات لتحويلها إلى منتجات ثانوية من خلال إجراء بعض الخطوات التصنيعية وذلك بسبب الخصائص التغذوية. حيث تمَّ اعتماد مصادر مختلفة من الألياف للاستعمال في الأغذية لتزويد الجسم بالألياف الغذائية وتحسين المقدرة المضادة للأكسدة [2،3،4].

وكانت هناك محاولات لتعديل التركيب باستخدام حبوب القمح الكاملة أو إضافة أنواع مختلفة من الألياف الغذائية في الوصفات الأساس لبعض أنواع المخبوزات، كتدعيم الخبز والبسكويت والمعكرونة بالنخالة لتحسين القوام واللون والرائحة وتقليل محتوى الطاقة في المنتج النهائي [2].

كما قام الباحثون بإجراء العديد من الدراسات لمعرفة تأثير الألياف المضافة أو المنتجات الثانوية للفاكهة والخضار على الخصائص الغذائية والريولوجية والفيزيائية والحسّية ومحتواها من مضادات الأكسدة لعينات البسكويت [4، 5، 6، 7].

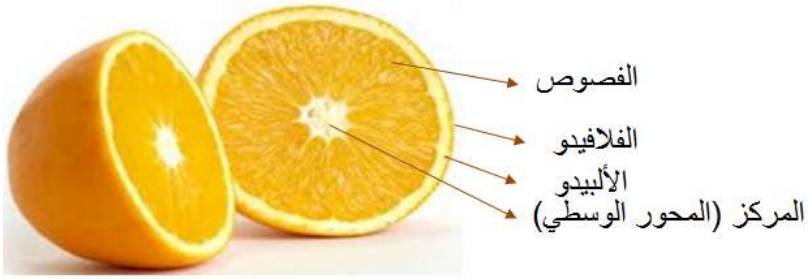
وتمَّ إجراء العديد من الدراسات حول إمكانية الاستفادة من المنتجات الثانوية للتصنيع، وخاصة مصانع العصائر من حيث المواصفات الفيزيوكيميائية والوظيفية للألياف الناتجة عن الصناعات المختلفة واستخدامها كمصادر لإنتاج غذاء مدعَّم بالألياف [8،9] كما أنَّها غنية بالمركبات الفينولية التي تشكل مصدراً مهماً لمضادات الأكسدة [8].

ويتعلق التركيب الكيميائي والخصائص الفيزيائية للألياف بصفات المواد الأولية والعمليات التصنيعية، وتتميز الألياف الناتجة عن الخضروات والفواكه بارتفاع نسبة الألياف القابلة للذوبان في الماء ، بينما تحتوي الألياف الناتجة عن الحبوب نسبة أعلى من الألياف غير القابلة للذوبان في الماء ، وغالباً ما يتم استخدام الألياف الناتجة عن الحبوب مقارنة بتلك الناتجة عن الفاكهة لكن المنتجات الثانوية للفاكهة أفضل بسبب محتواها المرتفع من الألياف الكليَّة والذوابة، وكذلك لمحتواها من البولي فينولات ومقدرتها المضادة للأكسدة ومقدرتها على ربط الماء والزيت بشكل أكبر ، وانخفاض محتواها من حمض الفيتك، لذلك كان لابد من تطوير طرق لتحضيرها بشكل أفضل[10].

يُعدُّ البرتقال من أكثر أنواع الفاكهةانتشاراً في العالم ، ويُستخدم بشكل أساس للاستهلاك الطازج أو لإنتاج العصائر والزيوت العطرية والبكتين والمرملاد ، عالمياً يُحوّل 85% من البرتقال المُنتَج إلى عصائر ، وقد قام بعض الباحثين بتقييم مردود العصير لبعض أصناف البرتقال المزروعة في سورية (أبو سرة، الماوردي، فالنسيا، شموطي) حيث بينت النتائج أنَّ صنف فالنسيا كان الأعلى بمردود العصير فبلغ 55.16% [11].

تقدر نسبة المخلَّفات الناتجة عن تصنيع عصير البرتقال بـ50 % من وزن الفاكهة الطازجة ، تُمثّل القشور نصفها، كما أنَّ المخلَّفات الناتجة غالباً ما يتمُّ رميها ، ممَّا يجعلها ملوِّثاً للبيئة ، برغم كونها تتميز بوجود المركبات ذات النشاط البيولوجي الهامّ كالمقدرة المضادة للأكسدة والفلافونيدات فضلاً عن غناها بالألياف [12،13].

تتركب ثمرة البرتقال من قشرة ولبٍّ كما يظهر في الشكل (1)، فالقشرة تتألَّف من طبقتين هما الفلافيدو flavedo وتُسمَّى الإيبي كارب epicarp وهو الجزء الملوَّن من قشرة الثمرة، ويحتوي على الكثير من الغدد الزيتية، أمَّا الألبيدو albedo فيشكل ما يُسمَّى ميزوكارب mesocarp، وهو الجزء الأبيض اللون إسفنجي القوام، واللبّ يشمل الفصوص ومركز الثمرة، حيث تحتوي الفصوص على الأكياس العصيرية والبذور ويحيط بها غشاء رقيق يُسمَّى الإندوكارب endocarp [14].



شكل(1) يبين التركيب التشريحي للبرتقال صنف فالنسيا

تُشكل طبقة الفلافيدو حوالي 13%–11 من الوزن الكلي لثمرة البرتقال فالنسيا، بينما الألبيدو 8%–7 من وزن الثمرة الكلّي [15].

إنَّ الخصائص المضادة للأكسدة تعود إلى احتواء قشور البرتقال على العديد من المركبات الفينولية كالفلافانونات flavanones ، هيدروكسيسينمات hydroxylcinnamates والعديد من المركبات الأخرى ، حيث تحتوي طبقة الفلافيدو على أعلى نسبة من فيتامينC مقارنة بباقي الأجزاء من البرتقال، كما تعتبر الأغنى بالكاروتينات و metoxylated flavones، بينما يرتفع المحتوى الفينولي الكُلّي في طبقة الألبيدو، كذلك تتفوق على العصير من ناحية المقدرة المضادة للأكسدة والفلافون غلايكوسيدات flavones glycocides [15]، فقد اختُبِرَت المقدرة على إيقاف نشاط الجذور الحُرَّة للعديد من مكونات مستخلصات قشور البرتقال [12،13]. فضلاً عن ذلك، قام أحد الباحثين بإضافة ألياف البرتقال لتحسين التركيب الكيميائي للكيك [16]. وقام آخرون بإضافة قشور البرتقال إلى عجينة الخبز [17]. كذلك تمَّ إضافة قشور البرتقال إلى المعكرونة [18].

ومن جهة أُخرى و نظراً لبعض التأثير السلبي لإضافة الألياف على بعض الخصائص الريولوجية والفيزيائية للمُنتَج النهائي، فتمَّ التوجه إلى استخدام الأنزيمات لتحسين تلك الخصائص ، فكثيراً ما تضاف الأنزيمات إلى المنتجات الخبيزية خصوصاً أنزيمات أميلاز *a* –amylase والبروتياز proteases والسيليولاز cellulases

والهيميسيليولاز hemicellulase والإكزيلينيز xylanase من أجل تحسين الخصائص الريولوجية للعجينة وتحسين الخصائص الفيزيائية والحسّية والعُمر التخزيني للمنتجات الخبيزية.

يعتبر الإكزيلينيز (endoxylanases, EC 3.2.1.8) من الإنزيمات المحلِّلة للأربينوكزيلان الذي يدخل في تركيب الهيميسيليوز المكون الرئيس للسكريات المتعددة في جدران الخلايا النباتية ، حيث يُحلِّل الإنزيم المكونات في جدران الخلايا غير الذوَّابة (مركبات البنتوزان) arabinoxylan ويُحوّلها إلى مركبات ذوَّابة ، إذ يحلِّل بشكل عشوائي الروابط الغلوكوسيدية للاكزيلان b-1,4-glycosidic bonds of xylan لإنتاج سلاسل اكزايلوز متعددة Xylooligomers ذات أطوال مختلفة [19].

إنَّ إضافة الإكزيلينيز يؤثر إيجابياً في خواص العجينة ، حيث يحسِّن معامل الخلط والحجم والقوام للمُنتَج النهائي، لذلك يستعمل بشكل كبير في المنتجات الخبيزية [2،20،21] ، كما يضاف الإكزيلينيز للعجينة من أجل التسريع في عملية التصنيع من خلال المساعدة في تفكيك السكريات المُتعدِّدة في العجين.

تمَّ استخدام الأنزيم لتحسين خصائص الخبز و البسكويت عند إضافة ألياف التفاح والليمون ونخالة القمح [20]، وفي دراسة أخرى ، سمح استخدام الإكزيلينيز برفع نسبة دقيق قشور اللوز المستخدم في إنتاج الكوكيز [21]، كما تمَّ استخدامه في تحسين خصائص النخالة المستعملة في صناعة الكيك [2].

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث: أدت المنافسة في الأسواق وتزايد الطلب مؤخراً على المنتجات الصحية منخفضة السعرات الحرارية وعالية المحتوى من الألياف إلى تحفيز الاتجاهات البحثية، التي تهدف إلى رفع القيمة الغذائية من خلال زيادة المحتوى من الألياف والمركبات الفينولية والـمقدرة المضادة للأكسدة للمنتجات الخبيزية كالبسكويت ، عن طريق إضافة الألياف، ممَّا يفتح آفاقاً عديدة من أجل استخدام المنتجات الثانوية كالألياف الناتجة عن تصنيع العصائر والاستغلال الأمثل لها ، لتوفير منتجات جديدة ذات عائد اقتصادي جيد ، بالرغم من أنَّ إضافتها غالباً ما يؤثر على الخصائص الريولوجية والفيزيائية للمنتجات النهائية ، وبالتالي تبرز أهمية البحث من أجل توفير حلٍّ ملائم للاستفادة من المخلفات لتصنيع النواتج الثانوية لمصانع العصائر، وتحسين القيمة الغذائية للبسكويت الناتج وتحسين خصائص جودته.

هدف البحث: يهدف إلى استبدال جزئي لدقيق القمح الطري المستخدم في صناعة البسكويت بمطحون قشور البرتقال صنف فالنسيا بمستويات مختلفة 5%-10%-15%-20%-25% (و/ و)، وتقدير الخصائص الحسّية والفيزيائية والريولوجية والكيميائية للبسكويت الناتج، وتحسين خصائص أفضل نسبة إضافة باستخدام أنزيم الإكزيلينيز.

طرائق البحث و موادها:

مواد تصنيع البسكويت : دقيق القمح الطري نسبة الاستخلاص 72 %، سكر، زيوت نباتية مهدرجة ، كلوريد الصوديوم، نشا، حليب مجفف خالي الدسم، مسحوق مُحسِّنات خبيز(بيكربونات الصوديوم مع بيروفوسفات الصوديوم وفوسفات أحادي الكالسيوم) وتمَّ الحصول عليها من الأسواق المحلية في مدينة اللاذقية.

الكيماويات المطلوبة : ماءات الصوديوم ، كربونات الصوديوم ، كاشف فولين ، حمض الغاليك ، بيرسولفات البوتاسيوم، ترولكس، بنزوات الصوديوم، كلور الصوديوم، حمض الكبريت المركز كل هذه الكيماويات تمَّ الحصول

عليها من شركة .Scharlau Chemie، أما كاشف طريقة ABTS ، كاشف طريقة DPPH، فوسفات الصوديوم الأحادية والثنائية، ميتانول وايتانول تمَّ الحصول عليها من Sigma Aldrich, USA.

إنزيم الإكزيلينيز : تمَّ الحصول عليه من شركة Novozymes الاسم التجاري للمنتج بنتوبان Pentopan، ويبلغ النشاط الأنزيمي 2500 Fungal Xylanase Units (Wheat)/g حدود الإضافة الموصى بها من قبل المُصنَّع بين 20–120 ppm، حيث تجاوزها يؤدّي إلى لزوجة العجينة، وقد تمَّ تحديد الحد الأقصى لإضافة الإكزيلينيز بـppm 40 وفقاً لتوصيات مصانع المخبوزات [21].

- **طرق تحضير مطحون القشور :** تمَّ الحصول على البرتقال صنف فالنسيا من قرية القنجرة، ثم جرى غسلها بماء الصنبور والتخلُّص من الماء العالق بعد نهاية التنظيف، ثم جرى قطع الثمار إلى نصفين ليتمَّ العصر باستخدام العصارة الكهربائية، والتخلُّص من بقايا اللبِّ العالق على القشور وغسلها للمَرَّة الثانية، حيث أنَّ وجود العصير على القشور يشجع نمو الميكروبات. تمَّ تعريضها للتجفيف الشمسي لأيام عدَّة في شهر حزيران 2015 حتى الوصول إلى الرطوبة المناسبة، وتمَّ الطحن بمطحنة كهربائية ثم دُرِّجَ مطحون قشور البرتقال إلى أجزاء أقل من 250 ميكرومتر من خلال هزاز مناخل نوع (Matest) وعُبِئت في أكياس مفرَّغة من الهواء.

شكل(2) يوضح القشور المجففة وناتج الطحن قبل التدريج

- **الخصائص الوظيفية لقشور البرتقال functional properties of orange–peels :**

المقدرة على ربط الماء Water holding capacity: تمَّ التقدير وفقاً لـ[17] مع بعض التعديل، حيث تمَّ أخذ 0.1 غ م ن مطحون القشور وتنقع بـ10مل من الماء المقطر على درجة حرارة الغرفة ، وبعد حدوث الاتزان في الانتشار المائي خلال 24 ساعة، تمَّ التثفيل بمثفلة نوع Hettich على 3000 د/د لمدَّة 20 دقيقة وإزالة الجزء السائل ثم وزن المتبقي قبل التجفيف ومن ثم التجفيف بفرن التجفيف Memmert على الدرجة 105 ْم حتى ثبات الوزن.

المقدرة على ربط الماء = وزن المتبقي الرطب(غ)– وزن المتبقي الجاف (غ)/ وزن المتبقي الجاف(غ).

المقدرة على ربط الزيت Oil holding capacity: تمَّ التقدير وفقاً لـ[17] بشكل مشابه للخطوة السابقة مع فارق استبدال الماء بالزيت، وتمَّ التعبير عنه غ زيت/ غ عينة.

المقدرة على الانتفاخ Swelling capacity: تمَّ التقدير وفقاً لـ[17] مع بعض التعديل، حيث تمَّ أخذ 0.2غ من مطحون القشور وتنقع بـ10مل من الماء المقطر في سيلندر على درجة حرارة الغرفة ، وبعد حدوث الاتزان في الانتشار المائي لمدة 18 ساعة، سُجِّل الحجم الذي وصل إليه بعد التخلص من الماء الزائد عن الترطيب والنقع.

المقدرة على الانتفاخ=الحجم المأخوذ من العينة (مل)/وزن العينة الجاف (غ).

- **طرائق تقييم صفات البسكويت الناتج:**

تمَّ تقييم صفات البسكويت الناتج من خلال طرائق التقييم الحسي و التقدير الفيزيائية والخصائص الريولوجية، وطرائق التحليل الكيميائيةِ [22].

- **طرائق التقييم الحسي:**

تمَّ إجراء الاختبارات الحسية في جامعة تشرين كلية الزراعة / قسم علوم الأغذية . وقد تمَّ تقويم نماذج البسكويت المصنع حسيًا من قبل 20 شخصاً طبقاً لاستمارة التقويم الحسّي، حيث تمَّ تحديد مدى القبول العام للمستهلك Acceptance–preference لنكهة المُنتَج وطعمه ورائحته بإجراء استبيان وفقاً لطريقة (Nine–point Hedonic Scale) المعتمدة على إعطاء العينات أرقاماً من (1–9) حيث تتدرج من (9 = أعجبني بشدة) إلى (1= لم يعجبني أبداً)، حيث تمَّ تقييم الصفات الحسّيَّة كالمظهر العام واللون والقوام والطعم والرائحة ....وغيرها [4].

- **طرائق التقدير الفيزيائية:**

لتحديد الصفات الفيزيائية مثل تحديد القطر والسماكة ومعدَّل التمدُّد، تمَّ وضع 6 قطع بسكويت الحافة على الحافة لحساب القطر، وذلك باستعمال مقياس ثم تدور القطع بزاوية 90° ويحسب القطر ويؤخذ المتوسط (سم)، ولقياس السماكة يتم وضع القطع فوق بعضها، ثم يقاس وبعدها يتم إعادة الترتيب مرة أخرى والقياس مرة أخرى ويحسب المتوسط (سم)، أما معدَّل التمدُّد = القطر ÷ السماكة [6].

- **طرائق التحليل الكيميائية:**

تمَّ إجراء التحاليل الكيميائية التالية لمطحون قشور البرتقال والبسكويت الناتج ، كما تمَّ تقدير الرطوبة والألياف والبروتين والرماد والدهن وفقاً لـ[22] وحساب المحتوى من الكربوهيدرات من خلال الفرق.

الكربوهيدرات = 100– (البروتين%+ الألياف%+ الرماد%+ الدهن%) على أساس الوزن الجاف.

- **تحضير المستخلصات:**

تمَّ أخذ 1غ من عينات قشور البرتقال والبسكويت المُنتَج لتحضير مستخلصات ايتانول 70% على درجة حرارة الغرفة لمدة 72ساعة ثم التثفيل بمثفلة نوع Hettich [12].

- **تقدير المحتوى الفينولي:**

تمَّ تقدير المحتوى الفينولي الكلي لعينات قشور البرتقال والدقيق والبسكويت المُنتَج باستخدام طريقة فولين سيوكالتيو Foline–Ciocalteau باستخدام جهاز السبيكتروفوتومتر (JascoV–530) عند طول موج ة 765 نانومتر (مُعَبراً عنه بـ مغ مكافئ حمض الغاليك / غ مادة جافة) [12].

- **تحديد فعالية مضادات الأكسدة بطريقة DPPH:**

تمَّ تحديد فعالية مضادات الأكسدة الموجودة طبيعياً في عينات قشور البرتقال وعينات البسكويت و تجاه الجذور الحرة، حيث تمَّ استخدام الجذر الحر 1,1–diphenyl–2–picrylhydrazyl والقياس بالسبيكتروفوتومتر JascoV–530 عند طول موج ة 470 نانومتر، فعند مزج محلول DPPH مع مركب قادر على منح ذرة الهيدروجين تتمُّ عملية الأكسدة وبالتالي تزداد نسبة DPPH بصيغته المرجعة ويرافق ذلك انخفاض الشدة اللونية للمحلول، ويتحوَّل من اللَّون البنفسجي إلى عديم اللّون أو بلونٍ أصفرٍ فاتحٍ [12].

- **تحديد فعالية مضادات الأكسدة بطريقة ABTS:**

كذلك تمَّ تحديد فعالية مضادات الأكسدة الموجودة في قشور البرتقال و عينات البسكويت وفقاً لـ[23]، حيث تمَّ استخدام الجذر الحر ((2,20–azinobis (3–ethylbenzothiazoline–6–sulfonic acid)) وذلك عند طول موجة 734 nm.

تمَّ قياس المقدرة المضادة للأكسدة بالطريقتين السابقتين في المستخلصات. واعتماداً على منحني القياسي، الذي يربط بين تركيز الترولكس (0–1500 mg/L)، وبين الامتصاصية الناتجة عن تفاعله مع محلول DPPH ومحلول ABTS كُلاً على حدا، وبالاستعانة بهذا المنحني وبعد قياس الامتصاصية للمستخلصات تمَّ إيجاد قيمة المقدرة المضادة للأكسدة في العينة مقدَّرة وفق مؤشر عدد ميكروغرام ترولكس /غ مادة جافة.

- **الخصائص الريولوجية**

تمَّ تقييم الخصائص الريولجية للطحين المستخدم في تصنيع البسكويت باستخدام جهاز ميكسولاب (Mixolab, Chopin, France) وفقاً لـ (AACC 54–60.01) ، لقياس الخصائص الريولوجية المتعلقة بالعجينة كافةً والمحدِّدة لجودة المُنتَج النهائي ، وهو أداة جديدة قادرة على إعطاء قياسات تجريبية ريولوجية لجودة الدقيق تسمح بتحليل جودة شبكة البروتين وسلوك النشا خلال التسخين والتبريد، حيث يسمح بقياس الخصائص الريولوجية باستمرار بظروف مشابهة من الناحية التصنيعية والحرارية [24].

كما تمَّ دراسة رقم السقوط وفقاً لـ [24] باستخدام جهاز Perten، أما الألفيوغراف (Alveograph, Chopin) فجرى استخدامه لقياس النسبة P/L والعمل W، حيث تعبر (P) عن مقاومة العجين أي ضغط الهواء الذي تتحمله العجينة قبل انتفاخها، بينما تمثل (L) مطاطية العجين أي قابلية العجين للامتداد أو الانتفاخ، ويمكن حساب النسبة P/L لتقييم العجين. و (W) المساحة الواقعة تحت المنحني.

- **الخطوات العملية لتصنيع البسكويت:**

تحضير البسكويت: تمَّ استخدام المكونات حسب الجدول (1) :

جدول (1) يبين الخلطة المستخدمة لكل 100وحدة وزنية دقيق (قمح طري)لإعداد البسكويت

دقيق			100 —		
ماء —	19	—	حليب مجفف خالي دسم	1.4	—
سكر مطحون —	25	—	ملح طعام —	1	—
دهون نباتية مهدرجة	20	—	مسحوق خبيز	2	—

تمَّ إضافة السكر أولاً ثم الدهن حيث تخلط جيداً ثم يضاف الماء مع مسحوق الخبيز ثم الدقيق وباقي المكونات وتعجن يدوياً بشكل جيد حتى تجانس المكونات و تطور الشبكة الجلوتينية ، ثم تُقسَّط العجينة ، وتنقل إلى صفيحة تحميص البسكويت المُغلَّفة بورق الزبدة، وتفرد بسماكة 3.5 مم، وتُقطَّع باستخدام قاطع دائري ، وتُخبَز باستخدام فرن ديجيتال على الحرارة 210– 215°م لمدة 8–10 دقائق، وبعد الخَبز يتمُّ التبريد البطيء ، وعند وصولها لدرجة حرارة الغرفة تُعبأ في أكياس وتترك لحين التحليل [4].

التقييم الإحصائي:

تمَّ إجراء جميع الاختبارات بأخذ ثلاثة مكررات وتحديد الانحراف المعياري ، وتمَّ التقييم الإحصائي للنتائج باستخدام برنامج حاسوب إحصائي (IBM, SPSS 19) عن طريق تحليل التباين ANOVA عند مستوى معنوية$p < 0.05$ باستخدام اختبار Duncan لتحديد أماكن وجود الاختلاف.

النتائج والمناقشة:

التركيب الكيميائي لقشور البرتقال [("*Citrus sinensis* L. Cv. "Valencia] كما هو موضَّح في الجدول (2).

الجدول (2) يظهر التركيب الكيميائي وخصائص الترطيب للدقيق ومطحون قشور البرتقال

التركيب الكيميائي	الدقيق(72%)	قشور البرتقال
الرطوبة	12.2±0.2	10.7±0.4
البروتين*	9.42±0.37	6.42±0.37
الرماد*	0.7±0.05	2.37±0.05
الألياف الخام*	0.87±0.08	9.17±0.22
الكربوهيدرات*	87.82±0.5	70.96±0.9
الدهون*	0.82±0.1	1.17±0.1
الفينولات الكلية **	1.17±0.04	4.32±0.06
المقدرة المضادة للأكسدة بطريقةDPPH***	2.29±0.17	12.36±0.46
المقدرة المضادة للأكسدة بطريقة ABTS***	4.11±0.28	18.49±0.35
المقدرة على ربط الماء غ ماء/غ	3.37±0.03	5.65±0.04
المقدرة على ربط الزيت غ زيت/غ	1.82±0.01	1.6±0.02
المقدرة على الانتفاخ مل ماء/غ	4.60±0.17	10.79

* تمَّ حساب النتائج كنسبة على اساس الوزن الجاف غ/100غ

**الفينولات الكلية (مغ مكافئ حمض الغاليك / غ مادة جافة)، ***المقدرة المضادة للأكسدة (ميكروغرام ترولكس /غ مادة جافة).

بلغت رطوبة مطحون القشور بعد التجفيف 10.7 وهو أعلى قليلا مما دوّنه [16] ومشابه لما سُجّل في [9].

كما أنَّ المحتوى الدهني 1.17% أعلى ممَّا تمَّ تسجيله من قبل [9]، ومشابه لـ[23]. أما الرماد 2.37% فهو أقلّ مِمَّا تمَّ تحديده في قشور بعض الحمضيات [9] ومشابه لما تمَّ تحديده من قِبَل [16].

البروتين 6.42% لوزن جاف، وهو مشابه لما تمَّ الحصول عليه في منتجات ثانوية أخرى للصناعات الغذائية للبرتقال 6% لوزن جاف [10]، وفي دراسات أخرى تراوح المحتوى البروتيني لقشور البرتقال 3.1–8.3% [9]، وكان المحتوى الفينولي والمقدرة المضادة للأكسدة مشابهاً لما سجّله [23].

تُظهر البيانات في الجدول (2) مقدرة قشور البرتقال على ربط الماء الزيت ، حيث يلاحظ أنَّ النتائج التي حصلنا عليها مشابهة لما حصل عليه [10]، أمَّا المقدرة على الانتفاخ فهي 10.79 مل/غ وزن جاف، وهذا كان أعلى ممَّا حصل عليه [9]، بينما كان قريباً مما حصل عليه [17].

إنَّ ارتفاع كمِّية الألياف في القشور أدى إلى مقدرة أعلى على ربط الماء، وذلك يعود إلى المحتوى من الألياف غير الذوَّابة، حيث إنَّ الخصائص البنيوية والتركيب الكيميائي للألياف يؤثر على حركية الماء النافذ ، وتُسهِّل

قوى الالتصاق والخاصية الشَعرية ربط الماء في البنية الشعرية للألياف، وهذا يؤثر على تفاعل الماء مع المركبات الجزيئية من خلال الروابط الهيدروجينية أو القطبية ، كما أنَّ الألياف الغذائية الغنية بالبكتين تبدي ميلاً نحو قيم أعلى لخصائص الترطيب [8].

إنَّ البنيّة المساميَّة للألياف تسمح بانتفاخ أكبر للقشور، حيث تتشكلّ روابط مع الماء من خلال جسور الكالسيوم بين جزيئات البكتين، والجسور بين حمض الفيروليك والهيميسيللوز .

إنَّ ازدياد نسبة الألياف الذوَّابة وبشكلٍ رئيس المواد البكتينية، والتي تمتلك روابط يمكن أن تتفكك مع إمكانية أكبر للارتباط بجزيئات الماء داخلها من خلال جسور الكالسيوم، مما يرفع من عدد الجزيئات الداخلية ويسمح بالمزيد من احتجاز للماء [8].

المقدرة على ربط الزيت تقيس احتجاز الزيت في الغذاء ، ويعتبر الجزء الكاره للماء في المادة المسؤول بشكل رئيس عن هذا المؤشر ، وبلغت المقدرة على ربط الزيت في قشور البرتقال 1.6غ للزيت/ غ مادة جافة، وهذا مشابه لما وجده [17]، كما أنَّ النتائج تقترب ممَّا حصل عليها [9]. إنَّ هذه الخاصية مفيدة لثبات أطوار الأغذية المحتوية على نسب مرتفعة من الدهن [10] .

التقييم الحسّي:

أوضح التحليل الإحصائي أنَّه لا توجد فروق معنوية بين المعاملة التي تحوي على 5% مطحون القشور و المعاملة التي تحوي 10% مطحون مقارنة بالشاهد من أجل الخصائص الحسِّية كلّها. بينما، أظهرت الإضافة 25% من مطحون قشور البرتقال فروقاً معنوية عند مستوى 0.05 كما يظهر في الجدول (3).

تظهر النتائج أن إضافة 10% أنتج بسكويتاً مقبولاً من الناحية الحسِّية للمنتج مقارنة بعينة الشاهد، وتتفق النتائج التي تمَّ الحصول عليها مع بعض الباحثين، حيث أنَّ إضافة 10 % من مطحون قشور المانجو كان مقبولاً من حيث الخصائص الحسّية، كما عكست النتائج تحسين الخصائص التغذوية للبسكويت الناتج [25]، ولُوحظّ أنَّ إضافة 10% من المنتجات الثانوية للبرتقال لم تؤثر على التقبل من الناحية الحسّية للمُنتَج المعروف باسم (مفنMuffin) وهذا ما حصل عليه [16].

الجدول (3) يظهر التقييم الحسي للبسكويت المحتوي على مستويات مختلفة من مطحون قشور البرتقال مقارنة بعينة الشاهد

المعاملات	الشاهد	قشور برتقال				
الصفات الحسية		%5	%10	%15	%20	%25
الشكل	8.2 ± 0.4^{d}	8.1 ± 0.2^{d}	7.9 ± 0.2^{d}	7.5 ± 0.3^{dc}	6.2 ± 0.1^{b}	4.5 ± 0.5^{a}
القوام	8.1 ± 0.3^{d}	8.0 ± 0.1^{d}	7.5 ± 0.3^{cd}	7.3 ± 0.4^{c}	5 ± 0.3^{b}	3.4 ± 0.5^{a}
الطعم	8.5 ± 0.1^{d}	8.7 ± 0.2^{d}	8.3 ± 0.4^{d}	6.4 ± 0.3^{c}	4 ± 0.2^{b}	2.5 ± 0.1^{a}
الرائحة	8.4 ± 0.2^{d}	8.2 ± 0.4^{cd}	8.1 ± 0.2^{cd}	7.8 ± 0.1^{c}	6.2 ± 0.3^{b}	4 ± 0.5^{a}
اللون	8.3 ± 0.2^{e}	8 ± 0.3^{e}	7.5 ± 0.2^{d}	6.6 ± 0.4^{c}	5.4 ± 0.1^{b}	3.8 ± 0.2^{a}
التقبل العام	8.5 ± 0.1^{d}	8.3 ± 0.6^{d}	8 ± 0.3^{d}	7.2 ± 0.6^{c}	4 ± 0.1^{b}	2.5 ± 0.3^{a}
إحساس بعد المضغ	8.8 ± 0.1^{e}	8.5 ± 0.1^{ed}	8.1 ± 0.5^{d}	6 ± 0.3^{c}	3 ± 0.4^{b}	1 ± 0.5^{a}

الأحرف المختلفة في الصف نفسه تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 5% .

تمَّ ملاحظة ظهور لون أصفر في البسكويت الناتج عند إضافة قشور البرتقال، وذلك بسبب الصبغات الموجودة في تلك القشور ، بالإضافة إلى لون أغمق للبسكويت عند التراكيز المرتفعة، كما يظهر في الشكل (3)، وظهور رائحة

البرتقال إلا أنَّها كانت محبَّذة عند تركيز 10%، كما يُلاحظ ظهور الطعم المُرِّ في النسب المرتفعة للإضافة عند نسبة 15% وما فوق، وذلك بسبب وجود بعض الفلافونات flavonoids و الليمونين المتواجد في قشور الحمضيات، كما أنَّ وجود تراكيز مرتفعة منها تجعل البسكويت غير مناسب للتغذية [16].

وأُضيف مؤشر إحساس بعد المضغ حيث لا يظهر الطعم المُرّ مباشرة عند التذوق، ولكن يوجد إحساس بالمرارة داخل الفم عقب التذوّق.

إن البسكويت ذو نسبة الإضافة 15% وما فوق أصبح ذا قساوة أعلى، حيث أنَّ ازدياد القساوة كان مرتبطاً بشكل أساس بازدياد النسبة المضافة من القشور ، وهذا قد يعود إلى المحتوى الرطوبي المرتفع لعجينة البسكويت المضاف إليها القشور [4]، كما نشير إلى أنَّ ارتفاع نسبة الإضافة قد خفض التقبل العام للبسكويت ولُوحظ التأثير نفسه عند [17].

شكل (3) يوضح تأثير إضافة قشور البرتقال على شكل البسكويت الناتج

الخصائص الفيزيائية للبسكويت المُعَدَّل:

تأثرت الخصائص الفيزيائية للبسكويت مثل القَطْر والسماكة ومعدَّل التمدُّد بشكل معنوي مع ازدياد مستوى الإضافة من القشور ، وتُظهِر النتائج الموجودة في الجدول (4) أنَّ هناك انخفاضاً معنوياً في أقطار البسكويت مقارنة بعينة الشاهد ومختلف المعاملات، حيث يلاحظ أنَّ الارتفاع في نسبة الإضافة ينتج عنه انخفاض في القَطْر، و لم يكن هناك فروق بين قَطْر البسكويت المحتوي على 10 غ/100غ قشور وبين عينة الشاهد. وعلى نحوٍ عام، فقد وجدت الفروقات المعنوية $p<0.05$ عند نِسَب الإضافة الأعلى، كذلك يلاحظ التأثير نفسه عند إضافة قشور المانجو إلى البسكويت [4]، وعند إضافة تفل التفاح إلى البسكويت [6] ، كما حصل انخفاض في القطر عند إضافة نخالة الشعير إلى البسكويت [5].

تمَّ ملاحظة انخفاض طفيف في السماكة، ويعود الانخفاض في هذه المؤشرات إلى الانخفاض في نسبة الغلوتين الموجود في طحين الخلطات، والذي يؤدِّي إلى انخفاض الانتفاش [20]، كما أنَّ ا لتفاعل بين الألياف والغلوتين يؤدِّي إلى تقليل المقدرة على احتجاز الغاز [5]، وارتفاع المحتوى من الألياف يتدخ ل بالتركيب الكيميائي لدقيق الخلطات، حيث يزيد نسبة مواقع المواد المُحبَّة للماء الموجودة في السكريات المتعددة ومنها البكتين، والذي فضلاً عن مقدرته على امتصاص الماء، فإنَّه يُنافس على الماء الحر الموجود في العجينة، مما يؤثر على الانتفاش [4].

الجدول (4) يظهر الخصائص الفيزيائية للبسكويت الناتج عن إضافة القشور مثل القَطْر والسماكة ومعدَّل التمدُّد

المعاملات الفيزيائية	الشاهد	قشور البرتقال				
		%5	%10	%15	%20	%25
القَطْر	6.50±0.1^{c}	6.48±0.11^{c}	6.46±0.12^{c}	6.4±0.09^{bc}	6.31±0.1^{ab}	6.20 ±0.1^{a}
السماكة	0.56±0.02^{c}	0.55±0.02^{bc}	0.54±0.03^{bc}	0.52±0.01^{b}	0.50±0.02^{b}	0.48±0.03^{a}
معدَّل التمدُّد	11. 6±0.3^{a}	11.78±0.2^{ab}	11.96±0.2^{ab}	12.3±0.1^{bc}	12. 62±0.3^{c}	12.97±0.3^{d}

الأحرف المختلفة في الصف نفسه تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 5%.

يُعدُّ معدَّل التمدُّد من الاختبارات المهمَّة التي تجرى على البسكويت، حيث نجد التغيرات في القَطْر والسماكة انعكست على معدَّل التمدُّد وبلغ 11.6 لعينة الشاهد، ويُلاحظ عدم وجود فروق معنوية بين الشاهد ومستوى الإضافة 10%، وارتفعت هذه القيمة حتى 13.47 مع ازدياد مستوى الإضافة من مطحون قشور البرتقال، وهذا يرجع إلى التغير الحاصل في قيم القَطْر والسماكة.

الخصائص الكيميائية للبسكويت المُعَدَّل:

يوضح الجدول (5) وجود فروقات معنوية في الرطوبة النهائية بين المنتجات عند مستوى 0.05 لكافة العينات وهذا يعود الى ارتفاع ال مقدرة على امتصاص الماء من قِبَل الألياف مقارنة بطحين الشاهد. إنَّ رطوبة البسكويت المُضاف له قشور البرتقال كانت أعلى بشكل معنوي مقارنة بالشاهد ، والبسكويت ذو نسبة إضافة 25% أظهر أعلى نسبة رطوبة. وتتفق هذه النتائج مع النتائج التي حصل عليها [20]، كما نلاحظ ارتفاع المحتوى من الرماد والألياف، حيث ترتفع بشكل معنوي من خلال زيادة نسب مطحون القشور، ويعود هذا إلى المحتوى المرتفع من الألياف الداخلة في تكوين مطحون قشور البرتقال، حيث يلاحظ ارتفاع نسبة الألياف بشكل معنوي ، وهذا مشابه لما حصل [16]، وارتفعت نسبة الرماد مع ارتفاع نسبة الإضافة من مطحون القشور ، وذلك بسبب ارتفاع محتوى القشور من الألياف الخام والرماد، وهذا ما توصل إليه أيضاً [18،20].كما أنَّ المحتوى من البروتين والكربوهيدرات انخفض مع ارتفاع نسبة الإضافة من مطحون قشور البرتقال، وهذا قد يعود إلى تقليل مساهمة البروتين من طحين القمح في العينات، وهذا مشابه لما حصل عليه [16، 18].

الجدول (5) التركيب الكيميائي للبسكويت المحتوي على نسب مختلفة من قشور البرتقال على أساس غ/100غ مادة جافة

المعاملات التركيب الكيميائي	الشاهد	قشور البرتقال				
		%5	%10	%15	%20	%25
رطوبة	5.3±0.2^{a}	5.74 ±0.2^{b}	6.40±0.1^{c}	7.04±0.1^{d}	7.45 ±0.2^{e}	7.66 ±0.1^{e}
رماد*	1.16±0.03^{a}	1.22±0.05^{a}	1.36±0.04^{b}	1.46±0.06^{b}	1.79±0.03^{c}	1.97±0.04^{d}
ألياف خام*	1±0.03^{a}	1.4±0.04^{b}	1.9±0.02^{c}	2.14±0.07^{d}	2.58±0.05^{e}	3.15 ±0.03^{f}
بروتين*	9.74±0.12^{f}	9.53±0.15^{df}	9.34±0.14^{cd}	9.12±0.15^{c}	8.78±0.13^{b}	8.5±0.01^{a}
دهون*	13.43±0.1^{a}	13.56±0.1^{ab}	13.18±0.2^{bc}	13.9±0.2^{cd}	14.18±0.2^{de}	14.27±0.1^{e}
كربوهيدرات*	74.6±0.4^{f}	73.9±0.4 ^{e}	73.02±0.3 ^{d}	72.36±0.3^{c}	71.67±0.2 ^{b}	71.11±0.1 ^{a}
محتوى فينولي	0.59 ±0.05^{a}	0.74±0.06^{b}	1.17±0.04^{c}	1.31±0.05^{d}	1.72±0.07^{e}	1.95±0.03^{f}
طريقة DPPH	1.99±0.22 ^{a}	2.13±0.27 ^{a}	2.88±0.42 ^{b}	3.11±0.1^{bc}	3.21±0.34 ^{cd}	3.51±0.22^{d}
طريقة ABTS	2.54±0.12 ^{a}	3.65±0.29 ^{b}	3.9±0.33 $^{b c}$	4.2±0.12 ^{c}	5.6±0.34 ^{d}	6.24±0.11 ^{e}

° تم حساب البروتين وفقا لكلداهل (N*6.25)

° الأحرف المختلفة في الصف نفسه تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 5%

° * تم الحساب على أساس غ /100 غ مادة جافة ، تقدير المحتوى الفينولي (مغ مكافئ حمض الغاليك/غ مادة جافة)

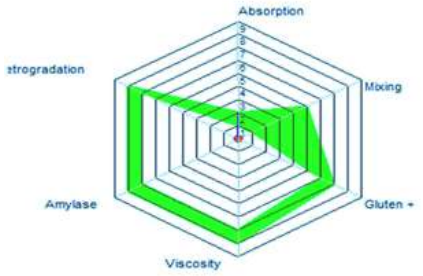
° تقدير المقدرة المضادة للأكسدة بطريقتي DPPH، ABTS (ميكروغرام ترولكس /غ مادة جافة).

لم تكن هناك فروق معنوية عند مستوى 0.05 بين عينة الشاهد ونسبتي الإضافة 5%,10 % بالمقابل عند نسب الاستبدال الأعلى كانت هناك فروق معنوية عند 0.05، حيث أنَّ ازدياد الإضافة من مطحون القشور قد زاد من المحتوى الفينولي والمقدرة المضادة للأكسدة بسبب ارتفاع نسبة الفينولات الكلِّية والمقدرة المضادة للأكسدة في قشور البرتقال، وهذا مشابه لما حدث عند إضافة مطحون قشور المانجو إلى البسكويت، حيث ارتفع المحتوى الفينولي من 0.54 إلى 4.50 مغ/غ بسكويت مع إضافة بنسبة 20% [4]. إنَّ ارتفاع كمية الفينولات في المنتجات النهائية قد يعود إلى المُركَّبات المُشتقَّة من القشور أو تشكيل مركَّبات وسطية مثل الإندايول enediols وعمليات الاختزال خلال الخَبز (تفاعل ميلارد) [17]، وبالرغم من فقدان بعض المركبات الفينولية نتيجة الخَبْز إلا أنَّ إضافة مطحون قشور البرتقال قد رفع من المحتوى الفينولي والمقدرة المضادة للأكسدة في البسكويت الناتج وهذا يتفق مع نتائج [7،18،23].

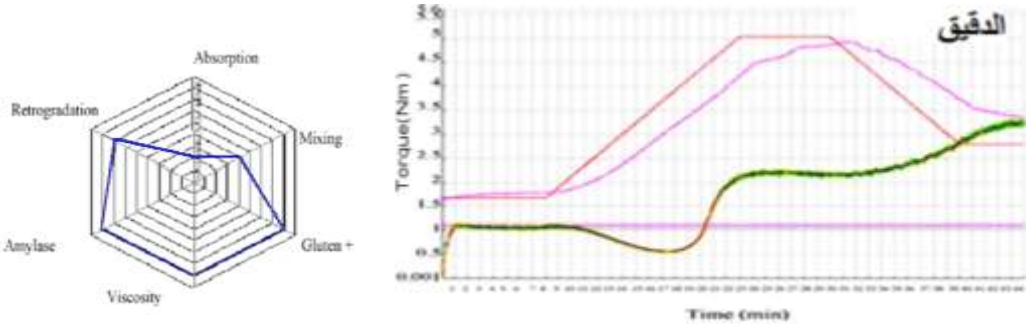
طرائق التحليل الريولوجية:

يعطي منحنى الميكسولاب خمس ة مؤشرات يجب أخذها بعين الاعتبار: C1 العزم الأعظمي، C2 إضعاف البروتين،C3 تجلتن النشا،C4 التحطيم الفيزيائي لحبيبات النشا المتجلتنة وC5 تراجع أو تدهور النشا.

كما تمَّ التحقق من تأثير الاستبدال بمطحون قشور البرتقال على امتصاص الماء، وسلوك العجن، وقوة الغلوتين واللزوجة العظمى و النشاط الأميلازي والتدهور ، ويظهر في الشكل (4) القيم المناسبة للدقيق المخصص لصناعة البسكويت.

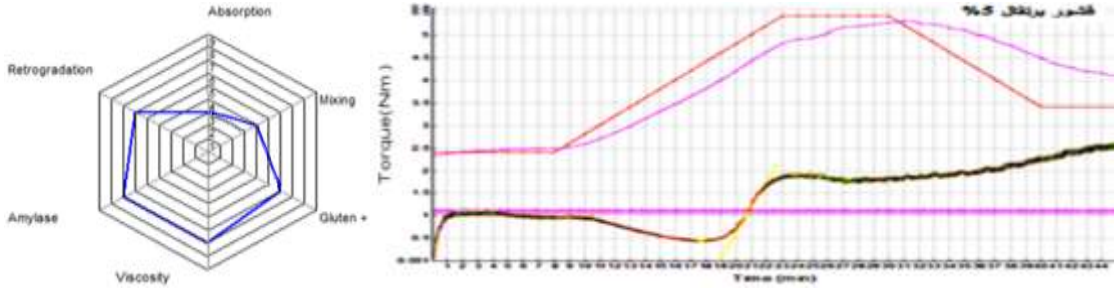


شكل (4) القيم المناسبة للدقيق المخصص لصناعة البسكويت

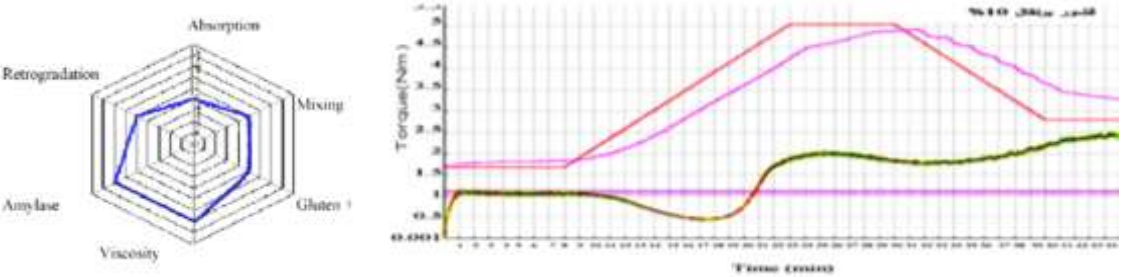


شكل (5) يظهر المؤشرات الريولوجية باستخدام الميكسولاب للدقيق المستخدم في تصنيع البسكويت (الشاهد)

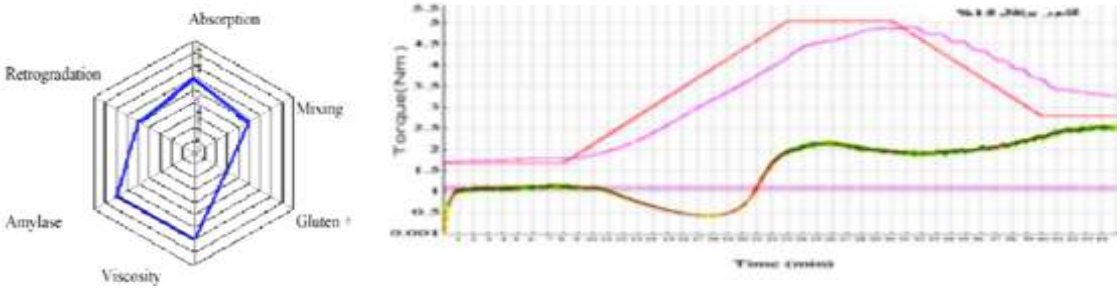
حيث يُلاحظ إلى حدٍّ ما تطابق بروفايل الدقيق التجريبي المستخدم لصناعة البسكويت مع البروفليل المُعْتَمد من قبل شركة شوبان للطحين المُستَخْدَم في صناعة البسكويت فيما عدا الغلوتين ، ولذلك تقوم معامل البسكويت بإضافة أنزيم البروتياز إلى الدقيق المستخدم في صناعة البسكويت [1]. وتُظهِر الأشكال التالية تأثير استبدال دقيق القمح بمطحون القشور على خصائص العجينة.



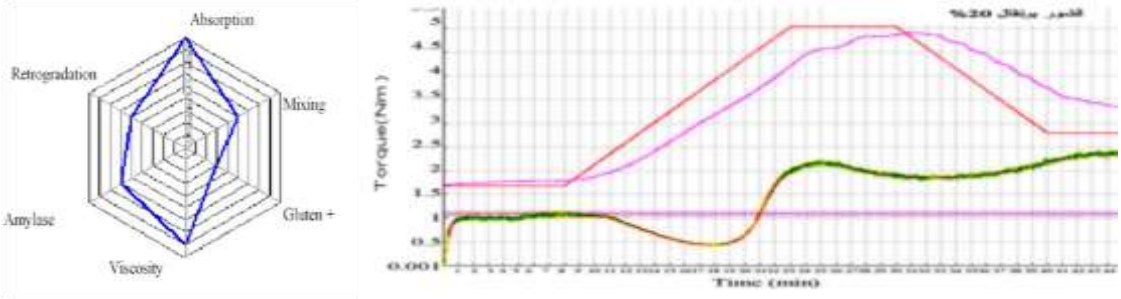
شكل (6) يُظهِر المؤشرات الريولوجية باستخدام الميكسولاب عند نسبة الاستبدال 5% بمطحون قشور البرتقال.



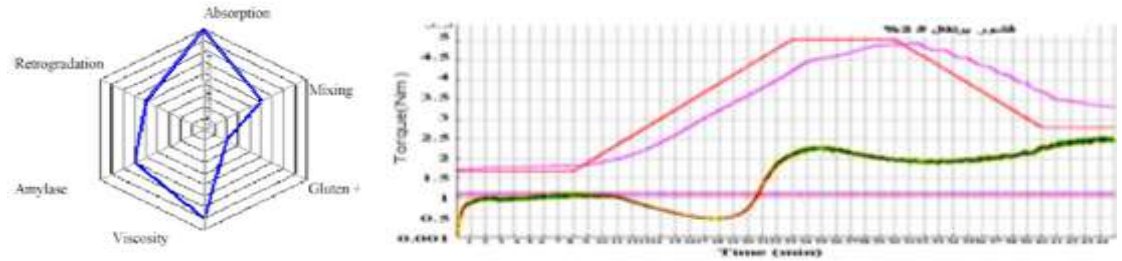
شكل (7) يُظهِر المؤشرات الريولوجية باستخدام الميكسولاب عند نسبة الاستبدال 10% بمطحون قشور البرتقال.



شكل (8) يُظهِر المؤشرات الريولوجية باستخدام الميكسولاب عند نسبة الاستبدال 15% بمطحون قشور البرتقال.



شكل (9) يُظهِر المؤشرات الريولوجية باستخدام الميكسولاب عند نسبة الاستبدال 20% بمطحون قشور البرتقال.



شكل (10) يُظهِر المؤشرات الريولوجية باستخدام الميكسولاب عند نسبة الاستبدال 25% بمطحون قشور البرتقال.

يُلاحظ ارتفاعٌ ملحوظٌ في مؤشر امتصاص الماء من 55% دقيق بدون إضافات إلى 67.8% عند نسبة استبدال 25%، وهذا قد يعود إلى بنية الألياف وخصائصها وتركيبها الكيميائي ، خصوصاً ما تعلَّق بـشدة التوتر السطحي والروابط الهيدروجينية ، وذلك بسبب العدد الكبير من مجموعات الهيدروكسيل التي تتوفَّر في بنية الألياف ، والتي تسمح بالمزيد من التفاعل مع الماء من خلال الروابط الهيدروجينية طبقاً لما جاء به [26،6]، ونلاحظ أنَّ زيادة المحتوى من مطحون القشور قد رفع من امتصاص الماء وهذا واضح، من ارتفاع القدرة على امتصاص الماء والانتفاخ.

يُلاحظ أنَّ الشاهد قد حققَ أقل زمن للثباتية فبلغ 10.23 بينما عند نسبة الاستبدال 25% حقق أعلى زمن للثباتية بالمقارنة مع باقي نِسَبِ الاستبدال ، وهذا يوافق النتائج التي حصل عليها بعض الباحثين عند دراسة تأثير إضافة تفل التفاح إلى البسكويت [6]، وكذلك عند إضافة قشور اللوز [21]، بينما يختلف عن النتائج التي حصل عليها آخرون عند إضافة مطحون قشور البرتقال إلى عجينة الخبز واستخدام نتائج اختبار الفارينوغراف [17].

بمعنى أنَّ ازديا د ثباتية العجينة المحتوية على مطحون القشور تحتاج إلى المزيد من العمل لتشكيل روابط الشبكة الغلوتينية من خلال معقدات البروتين وتجمعات الروابط الهيدروجينية، وهذا الشكل يقوي هذه الشبكة.

وبنحوٍ عام، لم تتأثر بشكل كبير كُلّاً من اللزوجة والنشاط الأميلازي ، كما أنَّ إضافة مطحون القشور لم تؤثر كثيراً على قيمة رقم السقوط الناتجة عن قراءة الجهاز .

الجدول (6) يظهر الخصائص الريولوجية للبسكويت الناتج عن إضافة قشور البرتقال

المعاملات الريولوجية	الشاهد	قشور البرتقال				
		%5	%10	%15	%20	%25
امتصاص	55.0±0.2^{a}	56.4±0.1^{b}	57.6±0.1^{c}	61.3±0.2^{d}	63.2±0.1^{e}	67.8±0.2^{f}
الثباتية	10.23±0.01^{a}	10.25±0.03^{a}	10.37±0.01^{b}	10.45±0.03^{c}	10.52±0.01^{d}	10.57±0.02^{e}
رقم السقوط	405±1 ^{c}	398±3 ^{a}	397±1 ^{a}	401±2 ^{b}	403±1 $^{b\,c}$	405±1 ^{c}
نسبة P/L	0.35±0.01 ^{a}	0.33±0.03^{a}	0.39±0.03 ^{a}	0.55±0.01 ^{b}	0.84±0.02 ^{c}	0.90±0.01 ^{d}
W	112±1^{e}	111±1 ^{e}	108±1^{d}	95±2 ^{c}	83±1 ^{b}	70±3 ^{a}

الأحرف المختلفة في الصف نفسه تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 5%.

رقم السقوط (ثانية)، W (10^{-4}جول)

يُلاحظ أنَّه عند هذه المرحلة C_3 تحتاج عجينة الشاهد إلى عزم أعلى من عجينة الدقيق المضاف له مطحون قشور البرتقال. لذا، فإنَّ لعجينة الشاهد مقدرة أكبر على تشكيل الهلام، أي بمعنى أنَّ وجود مطحون قشور البرتقال تُقلّل

من انتفاخ الحبيبات، وهذا قد يعود إلى تقليل المحتوى من النشا الناتج عن دمج مطحون قشور البرتقال، والتي تحتوى أيضاً نِسَبٍ عاليةٍ من الألياف . كلّ هذه التأثيرات لمطحون القشور على الخصائص الريولوجية التجريبية للميكسولاب تعود إلى نسب انخفاض طحين القمح من الوزن الكلّي للخلطات.

تمَّ تحليل العينات بالألفيوغراف الذي يقيس قوة المقاومة للانفجار وتمدد العجينة، حيث أنَّ أ على مقاومة للعجينة (أي ارتفاع قيمة P) سُجِّلَت للتماسك، والذي ارتفع مع ارتفاع نسبة الاستبدال.

يُلاحظ انخفاض استطالة العجينة مع ازدياد نسبة الإضافة بسبب انخفاض مطاطية الغلوتين ، أي يحدث انخفاض لقيمة مؤشر L، وكما هو متوقع، فإنَّ مطاطية العجينة تنخفض مع ازدياد التماسك [27].

وبشكل مشابه، فإنَّ قيم مؤشر W والذي يمثل المنطقة تحت المنحني المشكلة عند حساب التماسك والإطالة يصبح أصغراً، ممَّا يدُلُ على إضعاف قوة الخبيز مع إضافة الألياف. إنَّ هذا الخليط مناسب لصناعة البسكويت والاستخدامات التي لا تتضمن ارتفاع قوة الخبز ، كما وتبيّنَ أنّ إضافة كميات من القشور أكثر من 5% أدى إلى إضعاف شبكة الغلوتين، وانخفاض مؤشر التَمدُّد L. وهذا يُفَسِّر بانخفاض الغلوتين، والفعل الساحب للماء قليلاً للألياف من ميسيلات بروتين الدقيق، والذي يؤدي إلى انخفاض قوة العجين وازدياد التماسك، ويُلاحظ أيضاً التأثير الواضح في نتائج الألفيوغراف حيث ازداد ت النسبة P/L بمعدل 2.4 مرة عند نسبة إضافة 20% مقارنة بعينة الشاهد، كما انخفض مؤشر W وتمَّ الحصول على نتائج مشابهة من قبل [27].

إضافة الإكزيلينيز:

تمَّ إضافة الإكزيلينيز بتركيز 40ppm إلى الخلطة المحتوية على 10% من مطحون قشور البرتقال على اعتبار أنَّها أعطت أفضل النتائج من الناحية الحسّية، وتم ً إجراء مقارنة بينها وبين البسكويت الحاوي على 10% مطحون قشور برتقال وتمَّ الحصول على النتائج التالية :

الجدول (7) يظهر الخصائص المختلفة للبسكويت الناتج عن إضافة قشورالبرتقال 10% مع وبدون إضافة إنزيم الإكزيلينيز

المعاملات الخصائص		10% قشور برتقال		المعاملات الخصائص		10% قشور برتقال	
		بدون إكزيلينيز	مع إكزيلينيز			بدون إكزيلينيز	مع إكزيلينيز
الحسية	الشكل	7.9±0.2	7.9±0.1	الريولوجية	امتصاص الماء%	57.6±0.1	59.2 ± 0.2
	القوام	7.5±0.3	7.8±0.1		الثباتية (د)	10.17±0.01	10.02±0.05
	الطعم	8.3±0.4	8.3±0.3		رقم السقوط (ثا)	395±1	398±2
	الرائحة	8.1±0.2	8.1±0.1		نسبة P/L	0.39±0.03	0.37±0.02
	اللون	7.5±0.2	7.5±0.1		W($x10^{-4}$ J)	108±1	111±1
	التقبل	8±0.3	8.1±0.3	الفيزيائية	القطر	6.46±0.12	6.46±0.2
	إحساس بعد المضغ	8.1±0.5	8.2±0.2		السماكة	0.54±0.03	0.55±0.02
					معدل التمدد	11.96±0.4	11.72±0.2

أظهرت النتائج أنَّ الخصائص الحسية للمُنتَج تحسَّنَت عقب إضافة الإنزيم من حيث القوام والقساوة والتَقبُّل العام للبسكويت، بينما لم تتأثر اللون والطعم والإحساس بعد المضغ، وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها [20،21]. بهذا نجد أنَّ الأنزيم حسَّنَ من القوام، حيث لعب دوراً مهمَّاً في الهنية، فحلل الأرابينواكزيلان غير الذوَّاب في الماء، ممَّا سبب

انخفاضاً في الوزن الجزيئي لهذا البوليمير ، وجعله ذوَّاباً في الماء. الأرابينواكزيلان الذوَّاب في الماء يمكن أنْ يُشَكِّل محلولاً مُرتَفع اللزوجة عند حلِّه، كما أنَّ لديه تأثيراً إيجابياً على خصائص العجينة وجودة المنتج [21].

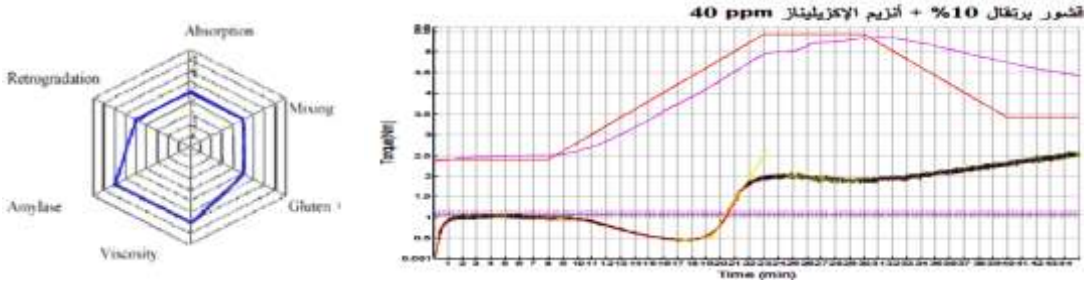
من ناحية الخصائص الفيزيائية، وُجد أنَّ إضافة الانزيم قلَّلَ من معدَّل التمدُّد للعينات، كما أدَّى لتقليل قساوة العينات، حيث اصبحت العينات أطرى، وهذا يتفق مع [20] ، كما أنَّ تأثير الإكزيلينيز في تقليل درجة النعومة يعود إلى إعادة توزيع البنتوزان والماء في شبكة الغلوتين، والازدياد في حجم الغلوتين يجعله أكثر قابلية للتَمدُّد، ممَّا يزيد من السماكة ويقلِّل قيم معدَّل التمدُّد.

من ناحية تَغيّر الخصائص الريولوجية الحاصل، كان تأثير الإكزيلينيز على امتصاص الماء يعود إلى تأثيره على الألياف في الدقيق مثل الأربينوكزيلان ، حيث أنَّ امتصاص الماء عند إضافة 10% من مطحون القشور بدون إضافة الإنزيم 57.6%، أمَّا مع إضافة الإنزيم بنسبة 40ppm وصل إلى 59.2%.

إنَّ إضافة 40ppm من الإكزيلينيز للخليط من الدقيق ومطحون القشور خفض زمن الثباتية، على سبيل المثال إضافة 10% من مطحون القشور غيَّر الزمن، هذا يشير إلى أننا نحتاج إلى عمل أقل خلال تطور العجينة بعد دمج الإكزيلينيز، وهذا يوافق النتائج التي حصل عليها بعض الباحثين عند إضافة الإكزيلينيز إلى عجينة البسكويت المحتوية على قشور اللوز[21]. ولكن لم توجد تغيرات كبيرة في تجلتن النشا وتدهوره.

أدَّى استخدام الإكزيلينيز بالعجينة لامتصاص الماء بشكل أكبر ، وخلال وقت أقل، حيث أنَّ استخدام مطحون قشور البرتقال جعل العجينة أقلّ مطاطيةً، لكن الإكزيلينيز لعب دوراً معاكساً، وذلك بسبب لزوجة العجين الناتجة عن انخفاض تعقيد الأرابينواكزيلان [19].

يعتمد تأثير الإكزيلينيز على استقرار العجينة وفقاً للنسبة المضافة، فعند تركيزٍ مضافٍ أعلى من 40ppm من الممكن أن تنهار العجينة بسبب لزوجة العجينة الناتج عن انخفاض في البلمرة للأرابينواكزيلان، أمَّا عند تركيز أقل من 20 جزء بالمليون يزداد استقرار العجينة [21]. ولذلك تزداد المطاطية عند استخدام الإكزيلينيز ، ممَّا يزيد من المقدرة على ربط الماء للأرابينواكزيلان ويظهر في الشكل (11) التغيرات التي طرأت على مؤشرات الميكسولاب عَقِب إضافة الإنزيم.



شكل (11) يُظهِر المؤشرات الريولوجية عند نسبة الاستبدال 10% بمطحون قشور البرتقال والإكزيلينيز 40ppm.

الاستنتاجات والتوصيات:

- **الاستنتاجات**

1. وُجد أنّ إضافة مطحون قشور برتقال الفالنسيا إلى البسكويت قد حسَّن من الخصائص الحسّية المرغوبة للبسكويت الناتج عند النسب المنخفضة 5 % و 10% ، بينما خفَّض من الخصائص الحسّية المرغوبة للبسكويت الناتج عند النسب الأعلى، خصوصاً عند أقصى نسبة استبدال 25%.

2. ازدادت نسبة الألياف والمحتوى الفينولي والمقدرة المضادة للأكسدة مع ارتفاع نسب استبدال مطحون قشور البرتقال في دقيق القمح، وبلغت أقصى حدّ لها في نسبة الاستبدال 25%، حيث بلغت نسبة الألياف 3.15%، وهو ما يمثّل ثلاثة أضعاف الشاهد، والمحتوى الفينولي 1.95 مغ مكافئ حمض الغاليك/غ مادة جافة، وهي تعادل 4 أضعاف الشاهد، وحدث ذات التغير في المقدرة المضادة للأكسدة.

- **التوصيات**

1. يوصى باستخدام المخلَّفات الناتجة عن مصانع العصائر بشكل واسع وخصوصاً الناتجة عن البرتقال، لما لها من عائد اقتصادي، ولأنَّها تعود بفوائد صحيَّة على المستهلك.
2. يوصى بإيجاد تعاون بين معامل إنتاج البسكويت ومراكز إنتاج العصائر من حيث استقبال مخلَّفاتها، وتحويلها إلى مساحيق يمكن استخدامها فيما بعد لإضافتها مباشرة إلى الأغذية.
3. يوصى باستخدام إنزيم الإكزيلينيز في وصفات البسكويت المعدَّل بمطحون قشور البرتقال لتحسين المواصفات الحسّية وزيادة تَقبّل المستهلكين.

المراجع:

1. HUI, Y. H.; CORKE, H.; DE LEYN, I. ;NIP, W. K. *Bakery Products Science and Technology* .Blackwell Publishing , 2006,U K .

2. LEESI, D. M.; TZIA, C. *Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes* . Food Bioprocess Technol., 4, 2011, 710-722.

3. LETTIMER, J. M.; HAUB, M. D. *Effects of dietary fiber and its components on metabolic health* .*Nutrients* ,2, 2010, 1266-1289.

4. AJILA, C. M. ; LEELAVATHI, K. ;PRASADA RAO, U. J. *Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder*. J. Cereal Sci., 48, 2008, 319-326.

5. SUDHA, M.L.; VETRIMANI, R.; LEELAVATHI, K. *Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality*. Food Chem., 100, 2007, 1365-1370.

6. KOHAJDOVÀ, Z.; KAROVIĆOVÀ, J.; JURASOVÀ, M.; KUKUROVÀ, K. *Effect of the addition of commercial apple fibre powder on the baking and sensory properties of cookies*. Acta Chimica Slovaca, 4, 2, 2011, 88 – 97.

7. VITALI, D.; VEDRINA DRAGOEVĆ, I.; ŠEBEČIĆ, B. *Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits* .Food Chem., 114, 2009, 1462–1469.

8. ELLEUCH, M. ; BEDIGIAN, D. ; ROISEUX, O. ; BESES, S. BLECKER, C. ;ATTA, H. *Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality and commercial applications: A review* .Food Chemistry 124,2011,411–421.

9. FIGUEROLA, F. ; HURTADO, M. L. ; ESTEVEZ, A. M. ; CHOFFELLE, I. *Fiber concentrates from apple pomace and citrus peels as potential fiber sources for food enrichment*. Food Chemistry, 91, 2005, 395-401.

10. LARIO, Y. E.; GARCIA-PEREZ, J. ;FUENTES, C.;SAYAS- ARBERA, E. ; FERNANDEZ-LOPEZ, J. *Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products*. Innovative Food Sci. Emer. Technol. 2004, 5, 113–117.

11. خالد، هالة؛ العقلة، بسام؛ محمد، عقبة. *المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة في أصناف البرتقال الرئيسة المزروعة في سورية*، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. القطر العربي السوري، العدد 29، 2013، 153-164.

12. KANG, H. J. ; CHAWLA, S. P. ;JO, C. ; KWON, J. H. *Studies on the development of functional powder from citrus peel*. Bioresource Technology 97, 2006, 614–620.

13. GHASEMI, Y.; EBRAHIMZADEH, M. A. *Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues.* Pas. J. Pharm. Sci., 22, 3, 2009, 277-281.

14**.** GUIMARAES, R.; BARROS, L.; BARREIRA, C.M.; SOUSA, M .; CARVALHO, A.M.; FERREIRA , C.F.R. *Targeting excessive free radicals with peels and juices of citrus fruits: Grapefruit, lemon, lime and orange***.** Food & Chemical Toxicology,48, 1, 2010, 99–106.

15. ESCOBEDO-AVELLANEDA, Z.; GUTIERREZ-URIBE, J.; VALDEZ-FRAGOSO, A.; TORRES, J. A.; WELTI-CHANES, J. *Phytochemicals and antioxidant activity of juice, flavedo, albedo and comminuted orange*. J. Functional Foods, 6, 2014, 470-481.

16. ROMERO-LOPEZ, M. R. ; OSORIO-DIAZ, P.; BELLO-PEREZ, L. A. ; TOVAR, J. *Fiber Concentrate from Orange (Citrus sinensis L.) Bagase: Characterization and Application as Bakery Product Ingredient* .Int. J. Mol. Sci., 12, 2011, 2174-2186

17. OCEN, D. ; Xu, X. *Effect of Citrus Orange (Citrus sinensis) By-product Dietary Fiber Preparations on the Quality Characteristics of Frozen Dough Bread*. American J. Food Technol., 8, 2013, 43-53.

18. CRIZEL, T. M.; RIOS, A. O.; THYS, R. C. S.; FLÔRES, S. H. *Effects of orange by-product fiber incorporation on the functional and technological properties of pasta***.** Food Sci. Technol., Campinas, 35, 3, 2015, 546-551.

19. BUTT, M.S.; NADEEM, M.T.; *Xylanases in Baking Industry*, Food Technol. Biotechnol. 46 ,1, 2008, 22–31 .

20. UYSAL, H.; BILGIÇLI, N.; ELGÜN, A.; ÍBANOGLU, S.; HERKEN, E. N.; DEMIIR, M. K. *Effect of dietary fibre and xylanase enzyme addition on the selected properties of wire-cut cookies*. J. Food Eng., 78, 2007, 1074–1078.

21. JIA, C.; HUANG, W.; ABDEL-SAMIE, M. A. S.; HUANG, G. *Dough rheological, Mixolab mixing, and nutritional characteristics of almond cookies with and without xylanase*. J. Food Eng., 105, 2011, 227–232.

22. AOAC Association of Official Analytical Chemistry. In K. Herlich (Ed.), Official methods of analysis (18th ed.). Washington, DC, USA: (2005).

23. MARIN, F. R.; SOLER-RIVAS, C.; BENAVENTE-GARCIA, O.; CASTILLO, J.; PEREZ-ALVAREZ J. A. *By-products from different citrus processes as a source of customized functional fibres*. Food Chem., 100, 2007, 736–741.

24. AACC International Methods. *AACC International Approved Methods of Analysis*; 11th ed.; American Association of Cereal Chemists, Eds.; International Press: St. Paul, MN, USA, 2000,1200.

25. ASHOUSH, I. S. ; GADALLAH. M. G. E. *Utilization of Mango Peels and Seed Kernels Powders as Sources of Phytochemicals in Biscuit*. W. J. Dairy & Food Sci., 6, 1, 2011, 35-42.

26. ROBERTSON, J.A.; DE MONREDON, F.D.; DYSSELER, P. F. ; GULLION, R. ; THIBBAULT, J.F. *Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: A European collaborative study*. LWT-Food Sci. Technol., 33, 2000, 72-79.

27. SAEED, G. S. M.; ARIF, S.; MUBARAK, A.; RASHIDA, A.; SHIH, F. *Influence of rice bran on rheological properties of dough and in the new product development*. J. Food Sci. Technol., 46, 1, 2009, 62–69.