مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 40 العدد 2 (2025): 55- 66

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 40 No.1 (2025): 55-66

تقييم الخصائص الكيميائية، التصنيعية والحسية لخبز القالب والبسكويت الناتجين عن خليط من دقيق الكينوا والشيا والذرة الصفراء والأرز

مجد أبو حمزة [1*] ، جهاد سمعان[2]، محمد خير طحلة[3]

[1*] طالب دكتوراه في قسم علوم الأغذية– كلية الزراعة–جامعة دمشق.

[2] أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية –كلية الزراعة–جامعة دمشق.

[3] أستاذ في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

الملخص:

أُجري هذا البحث في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، بهدف تقييم الخصائص الكيميائية، التصنيعية والحسية لخبز القالب (خبز التوست) والبسكويت الناتج عن خليط من دقيق عدد من الحبوب الحقيقة، حبوب العائلة النجيلية، (الأرز والذرة الصفراء) والحبوب الزائفة، أو ما يسمى أشباه الحبوب، (الكينوا والشيا)، لإيجاد خليط من أنواع من الدقيق كبديل لدقيق القمح في إنتاج أغذية خاصة خالية من الغلوتين. تمَّ اعتماد خليط من 50% دقيق الأزر و50% دقيق الذرة الصفراء كدقيق شاهد خالٍ من الغلوتين، ثمَّ استبدل دقيق الشاهد بنسبة 10% و20% من كل من دقيق الكينوا ودقيق الشيا. أظهرت نتائج تحليل التركيب التقريبي لدقيق الكينوا ودقيق الشيا ارتفاع نسبة البروتينات واللبيدات والألياف وانخفاض نسبة النشاء مقارنةً بدقيق الأرز ودقيق الذرة الصفراء، وبالتالي أدى استبدال دقيق الشاهد بنسبة 10% و20% من كل من دقيق الكينوا ودقيق الشيا إلى ارتفاع نسبة الرطوبة، الرماد، البروتين، اللبيدات والألياف الخام وانخفاض محتوى النشاء في كل من خبز القالب والبسكويت الناتج، كما ازداد حجم رغيف خبز الأرز والذرة الصفراء تدريجياً، لكن ترافق أيضاً مع ازدياد وزنه وانخفاض حجمه النوعي، بزيادة مستويات الاستبدال من دقيق الكينوا ودقيق الشيا، ولوحظ تفاوت في الحجم النوعي لجميع الخلطات المدروسة. بالإضافة إلى ذلك، أدت إضافة دقيق الشيا ودقيق الكينوا بنسب مختلفة إلى عجينة البسكويت إلى تغيرات ملحوظة في الخصائص الفيزيائية بين بسكويت الشاهد وعينات البسكويت الأخرى الخالية من الغلوتين، وتمَّ تسجيل القيم الأعلى لمعامل التمدد بواسطة عينة البسكويت الشاهد (4.99) وأقلها لعينة البسكويت التي احتوت على 20% دقيق كينوا (4.66)، كما لوحظ ازدياد صلابة البسكويت عند استبدال دقيق الشاهد بدقيق الكينوا ودقيق الشيا. من جهة أخرى، أشارت نتائج تقييم الصفات الحسية إلى أنه كلما تمت إضافة دقيق الكينوا ودقيق الشيا إلى دقيق الشاهد أصبح رغيف الخبز أفضل من حيث اللون، النكهة، القوام، الطعم ودرجة القبول العام، كما تشير نتائج التحليل الحسي للبسكويت إلى إمكانية إنتاج عينات بسكويت مقبولة حسياً من دقيق الأرز ودقيق الذرة الصفراء والمدعم بدقيق الكينوا أو دقيق الشيا.

الكلمات المفتاحية: الأرز، الذرة الصفراء، الكينوا، الشيا، الخصائص الكيميائية، الخصائص التصنيعية، الخصائص الحسية، خبز القالب، البسكويت.

تاريخ الايداع:2023/3/19
تاريخ القبول: 2023/4/4

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

Chemical, processing and sensory properties evaluation of pan bread and biscuits produced from a mixture of quinoa, chia, corn and rice flours

M. Abo Hamza[*1], J. Samaan[2], M. K. Tohla[3]
[*1] Ph.D. Candidate, Food Science Department, Agriculture Faculty.
[2] Prof Assistant, Food Science Department, Agriculture Faculty. Damascus University. P. O.
[3] Prof, Food Science Department, Agriculture Faculty, Damascus University. P. O.

Abstract

This research was conducted at the Department of Food Sciences, Faculty of Agriculture, University of Damascus, with the aim of evaluating the chemical, processing and sensory properties of pan bread and biscuits produced from a flour mixture of a number of cereal grains (rice and maize) and pseudo-grains (quinoa and chia), to find a mixture of flour as an alternative to wheat flour in the production of special gluten-free foods. A mixture of 50% rice flour and 50% corn flour was adopted as free-gluten control flour, then the control flour was replaced by 10% and 20% of quinoa flour and chia flour. The results of the approximate composition analysis of quinoa flour and chia flour showed a higher content of proteins, lipids, and fibers and a lower content of starch compared to rice flour and corn flour. Thus, replacing the control flour by 10% and 20% of quinoa flour and chia flour led to an increase in the content of moisture, ash, protein, lipids and fibers, and a decrease in starch content in both the pan bread and the resulting biscuits. Moreover, rice and corn bread loaf volume increased gradually, but it was also associated with an increase in its weight and a decrease in its specific volume, with an increase in the replacement levels of quinoa flour and chia flour, and a variation in the specific volume of all the studied combinations was observed. Furthermore, the addition of chia flour and quinoa flour in different proportions to the biscuit dough resulted in significant changes in the physical properties between the control biscuit and other gluten-free biscuit samples, and the highest value of spread ratio was recorded by the control biscuit sample (4.99) and the lowest was recorded by the biscuit sample that contained 20% quinoa flour (4.66). It was also noted that the biscuit hardness increased when the control flour was replaced with quinoa flour and chia flour. On the other hand, the results of the sensory attributes evaluation indicated that the more quinoa flour and chia flour were added to the control flour, the better the loaf of bread became in terms of color, flavour, texture, taste and total acceptance, and the results of the sensory analysis of biscuits also indicated the possibility of producing biscuit samples from rice flour and corn flour, fortified with quinoa flour or chia flour, which were sensory acceptable.

Keywords: Rice, Corn, Quinoa, Chia, Chemical Properties, Processing Properties, Sensory Properties, Pan Bread, Biscuit.

Received: 19/3/2023
Accepted: 4/4/2023

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

1- المقدمة والدراسة المرجعية:

النظام الغذائي الخالي من الغلوتين هو العلاج الوحيد للأشخاص الذين يعانون من عدم تحمل الغلوتين، إذ يؤدي استهلاك المنتجات الحاوية على الغلوتين إلى مجموعة من الاضطرابات، مثل مرض الاضطرابات الهضمية (Celiac disease)، والتهاب الجلد الحلئي الشكل (Dermatitis herpetiformis)، واختلاج الحركة المتعلق بالغلوتين (Gluten ataxia) وحساسية الغلوتين غير الاضطرابات الهضمية (Non-celiac gluten sensitivity) (Al-Toma *et al*., 2019, 583). يتطلب هذا النظام استخدام الحبوب الخالية من الغلوتين، مثل الذرة الصفراء، والأرز، والذرة البيضاء (Sorghum) والدخن والحبوب الزائفة أو ما يسمى أشباه الحبوب (Pseudo-grains) مثل الحنطة السوداء والكينوا والقطيفة والشيا، وكذلك الأطعمة الأخرى الخالية من الغلوتين بشكل طبيعي مثل البطاطا، التابيوكا، والمكسرات، والبذور الزيتية، والبقوليات، والفواكهة والخضروات (Gabrovská *et al*., 2020, 44). تتمثل التحديات الرئيسة التي تواجه تقنيي الأغذية في الخبز ومنتجات المخابز والمعجنات والمعكرونة، بسبب عدم وجود الغلوتين، استخدام المواد الأخرى اللازمة للحفاظ على الملمس والحجم واللبابة المرضية ومدة الصلاحية والجودة الحسية، مثل المواد الغروانية المائية أو العجين المخمر أو المستحضرات الأنزيمية، إذ الغرض من استخدامها هو تغيير الوصفة وعملية الإنتاج (Šmídová and Rysová, 2022, 480). يعد الخبز ومنتجات المخابز الأخرى الخالية من الغلوتين أمراً غير معتاداً للغاية بالنسبة للمستهلك الذي اعتاد على القمح، إذ Toth وآخرون (2020, 46) أظهروا أن 70.8% من المستهلكين غير راضين عن الخبز الخالي من الغلوتين بسبب قوامه وطعمه، إذ عادةً ما يكون للخبز الخالي من الغلوتين لبابة أقل مرونة، والتي تتصلب بشكل أسرع، ويسهل تفتيتها، ويختلف طعم هذه المنتجات أيضاً، اعتماداً، بالطبع، على المكونات المستخدمة. إن قبول المنتجات الخالية من الغلوتين يتم بسهولة من قبل الأشخاص الذين يعانون من عدم تحمل الغلوتين منذ الطفولة، ويعتبر قبول نظام غذائي خالٍ من الغلوتين، وفي نفس الوقت، قبول الخبز الخالي من الغلوتين لدى البالغين الذين تم تشخيص إصابتهم بعدم تحمل الغلوتين في وقت لاحق من الحياة، أكثر صعوبة.

وفقاً لمعيار الدستور الغذائي (CODEX)، يمثل الغلوتين جزءاً من البروتين من القمح والشيلم والشعير والشوفان أو أنواعها الهجينة ومشتقاتها والتي لا تذوب في المحاليل الملحية، عادةً ما تشكل البرولامينات والغلوتلينات غير القابلة للذوبان في الماء (يشار إليها مجتمعة باسم الغلوتين) 70–80% من بروتينات الحبوب، وهي من أهم بروتينات الحبوب من الناحية التكنولوجية. الغلوتين هو بنية محددة، ذو كتلة مرنة لزجة يعطي عجين القمح ومنتجات المخابز خصائصه الفريدة، إذ تتكون هذا الكتلة بعد إضافة الماء والعجن، عندما تنتفخ بروتينات القمح الغليادين والغلوتينين، ومع الوصول المتزامن للأكسجين كمركب، يتم إنشاء نظام لزج مرن ثلاثي الأبعاد (الغلوتين بالمعنى التكنولوجي) مما يضمن الخصائص المرنة اللزجة المطلوبة للعجين، والنتيجة هي شبكة مستمرة ثلاثية الأبعاد قوية ومرنة بما فيه الكفاية قادرة على الحفاظ على كمية كبيرة من الغاز، وبالتالي ضمان الحجم والشكل والملمس الكافي للمنتجات (Preichardt and Gularte, 2013, 55).

إن المواد الخام الأساسية لإنتاج الخبز ومنتجات المخابز الخالية من الغلوتين هي الدقيق الخالي من الغلوتين أو النشاء الأصلي التي يجب أن تضاف إليها المكونات الإضافية التي "تحل محل الغلوتين" وتضمن خصائص العجين المثلى، مثل المطاطية والمرونة ومقاومة الشد (Deora *et al*., 2014, 89). يمتلك الدقيق مواد أكثر تعقيداً مقارنةً بالنشاء، ومنها البروتينات وكمية

منخفضة من الدهون، بالإضافة إلى بعض المكونات الثانوية مثل الألياف والفيتامينات والمعادن، لذلك، فهي أكثر ملاءمةً (Horstman *et al.*, 2019, 245). بالنسبة للمنتجات الخالية من الغلوتين، إذ هناك القليل من المعلومات المتعلقة بمتطلبات الدقيق، تختلف أنواع الدقيق في خصائص النشاء، وتختلف أنواع الدقيق بخصائص النشاء المحتوى فيها (على سبيل المثال، كنسبة الأميلوز والأميلوبكتين)، وكمية البروتين، وحجم الجزيئات وتوزيعها (Capelli *et al.*, 2020, 6559). يكون نشاء القمح الخالي من الغلوتين الموجود في السوق غير ضارة في معظم الاضطرابات الهضمية، على الرغم من أن بعض الأشخاص الذين يعانون من الاضطرابات الهضمية غير مستعدين لاستهلاك المنتجات التي تحتوي على مكونات أساسها القمح (Gómez *et al.*, 2015, 565).

على الرغم من أن المراكز البحثية في جميع أنحاء العالم قد قدمت العديد من الدراسات التي تظهر نشاطاً بيولوجياً عالياً والعديد من الخصائص المعززة للصحة لبذور الشيا لفترة طويلة جداً، فقد لوحظ ارتفاع حاد في الاهتمام بالتطبيقات التجارية للبذور مؤخراً (Teoh *et al.*, 2018, 219). لاحظ Steffolani وآخرون (2014, 309) انخفاضاً في الحجم النوعي من (6.02 مل/غ) إلى (2.27 مل/غ) وزيادة في صلابة الخبز من (0.67 نيوتن) إلى (21.52 نيوتن) بعد إضافة بذور أو دقيق الشيا إلى خبز الأرز، وكان التأثير أكثر وضوحاً مع الدقيق منه مع البذور، كما أدت إضافة الشيا إلى تقليل فقدان الوزن أثناء الخبز، وإلى قشرة ولبابة أغمق، أما الناحية الحسية، فلم يلاحظ أي فروق ذات دلالة إحصائية بين عينات الخبز المختلفة في درجة القبول، ومع ذلك، قدم خبز بذور الشيا قواماً أفضل من الشاهد (الذي هو عبارة عن دقيق الأرز فقط). بالإضافة إلى ذلك، أعد Sandri وآخرون (2017, 1021) خبز الأرز المحتوي على الشيا بخصائص حسية مقبولة عندما تم تحضير أفضل الصيغ من دقيق الأرز المخلوط مع 5 و10 و14% دقيق الشيا الكامل، وكانت مشابهة جداً لنظرائهم من الخبز الأبيض الخالي من الغلوتين وخبز القمح، وكانت إضافة دقيق الشيا مقبولة حتى نسبة 14%، إذ أدى استخدام دقيق الشيا الكامل بنسبة 5–14% إلى زيادة مستويات اللبيدات والبروتينات والألياف الغذائية مقارنةً بالخبز الأبيض الخالي من الغلوتين.

يتزايد عدد الأشخاص الذين يعانون من عدم تحمل الغلوتين في جميع أنحاء العالم، وبالتالي تزداد الحاجة، وفقاً لهذا التزايد، إلى الأغذية المناسبة لنظام غذائي خالٍ من الغلوتين، كمنتجات المخابز مثل الخبز والبسكويت، والتي تمثل جزءاً أساسياً من النظام الغذائي اليومي، إذ يتم البحث عن مكونات جديدة خالية من الغلوتين لتحل محل دقيق القمح، بالإضافة إلى طرائق جديدة لمعالجة المكونات التقليدية لضمان ثبات العجين ومرونته، ولتحسين الجودة الغذائية والخصائص الحسية وإطالة العمر الافتراضي للمنتجات الخالية من الغلوتين.

وبذلك كانت أهداف هذا البحث:

1. مقارنة الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق عدد من الحبوب الحقيقة (الأرز والذرة الصفراء) والحبوب الزائفة (الكينوا والشيا).
2. تقييم الخصائص الكيميائية، التصنيعية والحسية لخبز القالب والبسكويت الناتج عن خليط من أنواع الدقيق السابقة.

2- مواد البحث وطرائقه:

2-1- مواد البحث:

1- دقيق الأرز ودقيق الذرة الصفراء، وقد تمَّ شراؤهما من السوق المحلية لمحافظة دمشق.

2- دقيق بذور الكينوا: تمَّ اختيار بذار صنف زير من حبوب الكينوا والمزروع في محطة قرحتا للبحوث الزراعية، ريف دمشق، إذ خُفِّض محتوى الصابونين فيها حسب الطريقة الموصوفة في (Quiroga *et al*., 2015, 220)، عن طريق غمر البذور وغسلها جيداً وفركها بكميات كبيرة من الماء، ويعتبر أن الصابونين قد تمت إزالته إذا وضعت البذور في أنبوب ماء ورجت خلال 30 ثانية ولم تعد تنتج رغوة. من ثمَّ طُحِّنت هذه البذور بمطحنة مخبرية (Grain Mill, KitchenAid, Model 5KGM, Whirlpool Corporation, USA)، ونُخِّلت باستخدام منخل للحصول على دقيق درجة تحببه تتراوح بين (180-300 µm)، لتتناسب حجم حبيباتدقيق الكينوا مع حجم حبيبات أنواع الدقيق الأخرى المستخدمة في البحث.

3- بذور الشيا: تمَّ شراؤها من السوق المحلية لمحافظة دمشق، وطُحِّنت البذور لإنتاج الدقيق.

4- مواد تحضير الخبز والبسكويت: سكر، زبدة نباتية مهدرجة، زيت نباتي، خميرة، مسحوق الخبيز، فانيليا وملح، إذ تمَّ شراؤها من السوق المحلية لمحافظة دمشق.

2-2- الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق:

1. النسبة المئوية للرطوبة: قُدِّرت النسبة المئوية للرطوبة في عينات الدقيق حسب AACC رقم 15A-44 (AACC, 2000)، إذ تمَّ وضع عينة من الدقيق (2-3 غ) في أطباق التجفيف، وجُفِّفت لمدة (60 دقيقة) على درجة حرارة (103 مْ) بواسطة فرن التجفيف (Hot air-oven method, PackTest Machines Inc. England) ثمّ حُسِّبت النسبة المئوية للرطوبة من المعادلة (1):

الرطوبة (%) = (الفقد في الرطوبة (غ)/الوزن الأولي للعينة)x100 **(1)**

2. النسبة المئوية للرماد: قيست النسبة المئوية للرماد حسب AACC رقم 01-08 (AACC, 2000) ويُعبر عنها كنسبة مئوية من الوزن الجاف، إذ تمَّ وضع (2-3 غ) من عينة الدقيق في أطباق الترميد ورُمِّدت العينة على درجة حرارة (575-590 مْ) بواسطة فرن الترميد (Laboratory furnace, Germany) حتّى الحصول على لون رمادي فاتح، وحُسِّبت النسبة المئوية للرماد في الوزن الرطب من المعادلة (2) وحُولت إلى الوزن الجاف من المعادلة (3):

الرماد (%) = (الوزن المتبقي/وزن العينة)x100 **(2)**

الرماد (%) على أساس المادة الجافة = (% للرماد/100- %للرطوبة) x 100 **(3)**

3. النسبة المئوية للبروتين: AACC رقم 10-46 (AACC, 2000)، إذ استخدم معامل التحويل (5.75) لدقيق الأرز، (5.68) لدقيق الذرة الصفراء و(5.53) لدقيق الكينوا ودقيق الشيا (Fujihara *et al*., 2008, 204).

4. درجة اللون: باستخدام جهاز (Satake Colour Grader PCGA Series 4, England) حسب (Samaan, 2007, 155)، إذ تمَّ وضع عينة (30 غ) من الدقيق في بيشر وأضيف 50 مل ماء مقطر مع المزج الجيد، وضع قسم من المزيج في خلية خاصة بجهاز تقدير اللون حتى الإشارة المحددة، ثم وضعت الخلية في جهاز اللون الذي تمَّ تشغيله قبل 15 دقيقة تقريباً من

بدء الإختبار لإستقرار كاشفه الضوئي، وسجلت قراءة الجهاز الذي يعتمد على إنعكاس الأشعة في مجال الطيف المرئي خلال 90 ثانية من بدء القياس، وتعبر القيمة الظاهرة على شاشة الجهاز عن درجة لون عينة الدقيق.

5. النسبة المئوية للألياف الكلية: تمَّ تقدير الألياف الكلية بجهاز تقدير الألياف ماركة سيلكتا الإسباني حسب الطريقة المعتمدة في AACC رقم 45-32 (AACC, 2000).
6. النسبة المئوية للبيدات: تمَّ تقدير اللبيدات باستخدام جهاز سوكسليت (Soxhlet) تبعاً للطريقة المعتمدة في AACC رقم 30-25 (AACC, 2000).
7. النسبة المئوية للكربوهيدرات الكلية: حُسِّبت النسبة المئوية للكربوهيدرات في العينات من المعادلة (4) بحسب (Fazary and Younis, 2015, 72):

النسبة المئوية للكربوهيدرات الكلية = 100−(الرطوبة+اللبيدات+البروتين+الرماد+الألياف) (4)

2−3− تحضير خلطات الدقيق المركب:

تمَّ تقييم استخدام دقيق الأرز والذرة والكينوا والشيا في عدة خلطات بهدف إيجاد خليط دقيق ليحل محل دقيق القمح في إنتاج الخبز الخالي من الغلوتين.

تمَّ تحضير خلطتين أساسيتين من الدقيق المركب (50% دقيق الأرز و50% دقيق الذرة الصفراء)، وتمَّ استبدال الخلطة الأولى بنسبة (10 و20%) من دقيق الكينوا والخلطة الثانية بنسبة (10 و20%) من دقيق الشيا.

2−4− تصنيع خبز القالب:

تمَّ تصنيع خبز القالب (Pan bread) حسب طريقة العجينة المباشرة (Straight dough) والموصوفة في (Cauvain and Linda, 2007, 30) بالوصفة التالية: 1000 غ دقيق، 20 غ خميرة طرية، 10 غ ملح الطعام، 10 غ سكروز، 9 غ زيت نباتي وماء حسب امتصاصية الماء في جهاز الفارينوغراف. وتمَّ اتباع المراحل التالية:

تضاف جميع المواد الجافة في وعاء العجانة، إذ يتم العجن بواسطة عجانة عمودية ذات وعاء ثابت سرعتها (75 دورة/دقيقة)، وتُضاف بادىء الأمر نصف كمية الماء المخصصة وبعدها تُضاف الكمية المتبقية أثناء العجن، وتستمر مدة العجن (35−40 دقيقة)، ثم تتم عملية التخمير الأولي للعجين (25−30 دقيقة) في درجة حرارة (28 °م)، ثم تتم بعدها عملية التقطيع والتكوير بوزن للقطعة الواحدة (75−80 غ)، وتوضع القطع داخل كيس من النايلون لفترة إستراحة (5 دقائق) في درجة حرارة الغرفة، وبعدها تتم عملية التشكيل بوضع قطع العجين قي القوالب الخاصة، وتُعاد إلى المخمّر من أجل الإنضاج النهائي لمدة (50 دقيقة) على درجة حرارة (25−30 °م) ويجب أن تكون الرطوبة النسبية (85%) لعدم جفاف السطح، وتتم بعد نلك عملية الشواء في الفرن المروحي بدرجة حرارة تتراوح بين (220−250 °م) مدة (5 دقائق)، وبعدها يتم التبريد والتغليف.

2-5- تصنيع البسكويت:

تمَّ تصنيع البسكويت تبعاً للطريقة الموصوفة في (Moawad *et al*., 2018, 2390) حسب الوصفة التالية: 1000غ دقيق، 160 غ زبدة نباتية مهدرجة، 300 غ سكروز، 5 غ ملح، 36 غ مسحوق الخبيز، 2.5 غ فانيليا و150 غ ماء.

وتمَّ اتباع المراحل التالية:

بدايةً تمّ مزج السكر مع الدهن بصورة جيدة، ثمّ أُضيف مسحوق الخبيز (بيكربونات الصوديوم وبيكربونات الأمونيوم) والدقيق والماء، وعُجِّنت بشكلٍ جيدٍ حتَّى التجانس وتطور الشبكة الغلوتينية، ثمَّ جُمِّعت العجينة ونُقِلت إلى صينية الخبيز، إذ فُردت بسماكة 3.5 مم، وقُطِّعت باستخدام قاطع دائري ذو قطر 45 مم، وخُبِزت بالفرن على درجة حرارة 210 ºم لمدة 8 دقائق، وبعد الخبز تمَّ التبريد البطيء، وعندما وصلت إلى درجة حرارة الغرفة عُبِّئت ضمن أكياس من البولي إيتلين وتُركت لحين التحليل.

2-6- الخصائص الكيميائية للخبز والبسكويت:

1- الرطوبة: AACC رقم 15A-44 (AACC, 2000).

2- الرماد: AACC رقم 01-08 (AACC, 2000).

3- البروتين: AACC رقم 10-46 (AACC, 2000)، إذ معامل التحويل للخبز والبسكويت (6.25).

4- اللبيدات: AACC رقم 25-30 (AACC, 2000).

5- الألياف الخام: AACC رقم 45-32 (AACC, 2000).

6- الكربوهيدرات: تمَّ تحديد إجمالي الكربوهيدرات من المعادلة (5) بحسب (FAO, 2003):

الكربوهيدرات% = 100-(البروتين+الرماد+اللبيدات+الألياف) **(5)**

2-7- الخصائص التصنيعية للخبز والبسكويت:

1- تمَّ تقييم الخصائص التصنيعية للبسكويت وفق الطريقة المتبعة في (Mudgil *et al*., 2017, 539)، وهي:

أ.قطر القطعة: حُسِّب متوسط قطر 10 قطع من البسكويت بـ (مم) باستعمال مقياس البياكوليس (A dial caliper, France).

ب.سماكة القطعة: قيست سماكة 10 قطع من البسكويت، وحُسِّب المتوسط مقدراً بـ (مم).

ت.معامل التمدد: تم حساب معامل التمدد من المعادلة (6):

معامل التمدد = القطر/السماكة **(6)**

ث.الصلابة: تمَّ قياس صلابة البسكويت باستخدام جهاز قياس الصلابة (Texture Analyser, Stable Micro Systems, Reading, UK)، وذلك لقياس متوسط القوة اللازمة لكسر 10 قطع من البسكويت.

2- تمَّ تقييم الخصائص التصنيعية لخبز القالب وفق الطريقة المتبعة في (Al-Saleh and Brennan, 2012, 6)، وهي:

1. وزن الرغيف: حسب وزن الرغيف كمتوسط لثلاثة مكررات وسُجلت النتائج بـ (غ).
2. حجم الرغيف: قيس الحجم بوساطة طريقة إزاحة البذور الصغيرة، إذ تم تعبئة بيشر سعة 2000 مل ببذور الكتان ثم أُفرغ ووضع رغيف الخبز في وسط البيشر وغمر بالكمية نفسها من بذر الكتان، وقيست الزيادة عن 2000 مل.

3. الحجم النوعي: حسب الحجم باستخدام المعادلة (7):

الحجم النوعي = حجم الرغيف/ وزن الرغيف (7)

2-8- تقييم الخصائص الحسية للخبز والبسكويت:

تمَّ تقييم الخصائص الحسية (اللون، النكهة، القوام، الطعم والقبول العام) لعينات الخبز والبسكويت من قبل لجنة مختصة وحسب الطريقة المتبعة في (Al-Marazeeq and Angor, 2017, 190)، اعتماداً على مجموع النقاط لكل نوع وفق لـ 5 درجات تتوزع كالآتي: الدرجة 5: ممتازة، الدرجة 4: جيدة جداً، الدرجة 3: جيدة، الدرجة 2: مقبولة والدرجة 1: سيئة.

2-9- التحليل الإحصائي:

أجريت جميع الاختبارات بثلاثة مكررات وسجلت النتائج كمتوسطات ± الانحراف المعياري. أجري اختبار تحليل التباين ANOVA ثم تُبع باختبار Tukey لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات على مستوى ثقة ($p \leq 0.05$) باستخدام البرنامج الاحصائي Minitab 14.

3- النتائج والمناقشة:

3-1- تقييم الخصائص الفيزيوكيميائية لأنواع الدقيق المدروسة:

يوضح الجدول (1) التحليل التقريبي لدقيق الأرز، دقيق الذرة الصفراء، دقيق الكينوا ودقيق الشيا المستخدمين في هذه الدراسة، وذلك بهدف مقارنة التركيب الكيميائي لدقيق الكينوا والشيا، وهي من الحبوب الزائفة (أشباه الحبوب) حديثة الزراعة محلياً، مع نظائرها من دقيق الحبوب الحقيقة.

الجدول (1) الخصائص الفيزيوكيميائية لعينات الدقيق المدروسة.

	دقيق الأرز	دقيق الذرة	دقيق الكينوا	دقيق الشيا
المحتوى المائي (%)	7.45 ± 0.12^{a}	11.08 ± 0.15^{b}	9.25 ± 0.31^{c}	6.21 ± 0.11^{d}
الرماد (%)	0.34 ± 0.01^{a}	1.12 ± 0.05^{b}	2.55 ± 0.04^{c}	4.24 ± 0.02^{d}
البروتين (%)	6.41 ± 0.11^{a}	9.32 ± 0.41^{b}	13.52 ± 0.22^{c}	23.65 ± 0.33^{d}
اللبيدات (%)	0.36 ± 0.05^{a}	3.22 ± 0.02^{b}	10.72 ± 0.21^{c}	31.44 ± 0.56^{d}
الألياف الكلية (%)	0.28 ± 0.01^{a}	1.45 ± 0.01^{b}	5.66 ± 0.11^{c}	33.40 ± 0.61^{d}
الكربوهيدرات (%)	85.16 ± 1.55^{a}	73.81 ± 1.21^{b}	58.30 ± 2.33^{c}	1.06 ± 0.02^{d}
اللون (درجة)	0.51 ± 0.03^{a}	2.20 ± 0.10^{b}	4.15 ± 0.05^{c}	8.45 ± 0.18^{d}

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

تظهر نتائج تحليل التركيب التقريبي لدقيق الشيا أن اللبيدات والألياف كانت المكونات الرئيسة في دقيق الشيا الخام، وبالتالي إن دقيق الشيا يقدم خصائص فيزيائية وكيميائية مثيرة للاهتمام لصناعة الأغذية، فقد تميز دقيق الشيا باحتوائه على نسبة عالية من اللبيدات، إذ أظهرت الشيا محتوى دهني بنسبة (31.44%)، وكان محتواها من الدهون مشابهاً لـ 33% و32% التي توصل إليها

(Ixtaina *et al*., 2010, 192; Guiotto *et al*., 2013, 381) على التوالي، كما ذكرت دراسات سابقة أنه يمكن أن يتراوح المحتوى الدهني لبذور الشيا بين (30.7–41.5٪) وفقاً للظروف الزراعية (Miranda-Ramos *et al*., 2020, 663)، بينما كان محتوى دقيق بذور الكينوا (10.72%)، وترجع النسبة العالية من الدهون في دقيق الكينوا الكامل إلى بقاء الجنين بعد طحن الحبوب الكاملة، تتفق هذه النتائج مع تلك الموجودة في الدراسات السابقة والتي ذكرت أن نسبة اللبيدات في دقيق الكينوا تتراوح بين 2% و11% (Martínez-Villaluenga *et al*., 2020, 137)، ويرجع الاختلاف في محتوى الدهون بشكل عام إلى الاختلافات بين الأنواع والعوامل البيئية وممارسات زراعة المحاصيل (Grancieri *et al*, 2019, 480)، وبالمقارنة مع دقيق الأرز ودقيق الذرة، فقد أظهروا محتوى منخفض من اللبيدات (0.36% و3.22%) على التوالي. وكان محتوى البروتين في دقيق الكينوا (13.52%) ودقيق الشيا (23.65%) أعلى بكثير من محتوى البروتين في كل من دقيق الأرز الأبيض (6.41%) ودقيق الذرة (9.32%)، وقد كانت محتويات البروتين في الكينوا والشيا في هذه الدراسة تتفق مع ما توصل إليه باحثون آخرون سابقاً (Marineli *et al*., 2014, 1304; Montemurro *et al*., 2019, 453). بالإضافة إلى ذلك، تميز دقيق الشيا بارتفاع النسبة المئوية للرماد (4.24%) بالمقارنة مع (2.55%) لدقيق الكينوا، (0.34%) لدقيق الأرز و(1.12%) لدقيق الذرة الصفراء، وقد كانت قيم الرماد لأنواع الدقيق المدروسة قريبة من القيم التي توصلت إليها دراسات سابقة (Jin *et al*., 2012, 105)، كما كان دقيق الشيا مصدراً جيداً للألياف الكلية (33.40%)، وهو مشابه أيضاً لنتائج دراسات سابقة (Segura-Campos *et al*., 2.013, 723)، إذ في دقيق الشيا الخام (35.85٪) وأعلى مما هو في دقيق الشيا منزوع الدهن (21.43%)، بينما انخفضت نسبة الألياف الكلية إلى (5.66%) في دقيق الكينوا، (1.45%) في دقيق الذرة و(0.28%) في دقيق الأرز. على النقيض مما هو معروف عن دقيق حبوب العائلة النجيلية، والتي يكون فيها النشاء هو المركب المسيطر، أكثر من 70% (Hager *et al*., 2012, 239)، فقد تميز دقيق الشيا بانخفاض نسبة النشاء فيه (1.06%)، بينما ارتفع إلى (58.30%) في دقيق الكينوا، (73.81%%) في دقيق الذرة و(85.16%%) في دقيق الأرز على أساس الوزن الجاف. بشكل عام، تحتوي الحبوب الزائفة (أشباه الحبوب) على نسبة عالية من البروتين والدهون وأقل في الكربوهيدرات بسبب الحجم النسبي للجنين داخل الحبوب، ما قد يصل إلى 30% من الوزن الإجمالي للحبوب، مقارنةً بنسبة 1% لمعظم حبوب العائلة النجيلية (Wrigley *et al*., 2004, 21). وقد انعكس التركيب الكيميائي لأنواع الدقيق المدروسة بشكل مباشر على درجة لون الدقيق، إذ ازدادت درجة لون الدقيق مع ازدياد نسبة الرماد (Chandra *et al*., 2015, 3681)، وكانت أقلها لدقيق الأرز (0.51 درجة) تلتها دقيق الذرة (2.20 درجة)، دقيق الكينوا (4.15 درجة) ودقيق الشيا (8.45 درجة)، وهذا يتفق مع (Ayerza, 2010, 1161).

3–2– تقييم الخصائص الكيميائية للمنتجات المحضرة من خلائط الدقيق:

3–2–1– تقييم الخصائص الكيميائية لعينات الخبز المحضرة من خلائط الدقيق:

يبين الجدول (2) التركيب الكيميائي لعينات خبز القالب المحضر من خلائط الدقيق المركب خالي الغلوتين (5 عينات) تمثل عينة الشاهد (50% دقيق الأرز و50% دقيق الذرة الصفراء) وعينتين تمَّ الاستبدال بنسبة 10% و20% من دقيق بذور الكينوا وعينتين تمَّ الاستبدال بنسبة 10% و20% من دقيق الشيا، وذلك بهدف إيجاد خليط دقيق ليحل محل دقيق القمح في إنتاج الخبز الخالي من الغلوتين.

الجدول (2) التركيب الكيميائي لعينات الخبز المحضر من خلائط الدقيق خالي الغلوتين.

	الشاهد	دقيق الكينوا		دقيق الشيا	
		%10	%20	%10	%20
المحتوى المائي (%)	34.22 ± 0.42^{a}	35.10 ± 1.21^{b}	36.55 ± 0.65^{c}	36.45 ± 1.12^{c}	37.61 ± 0.56^{d}
الرماد (%)	0.92 ± 0.05^{a}	2.05 ± 0.10^{b}	2.35 ± 0.01^{c}	2.54 ± 0.02^{d}	3.10 ± 0.01^{e}
البروتين (%)	8.44 ± 0.15^{a}	10.61 ± 0.15^{b}	12.10 ± 0.21^{c}	18.15 ± 0.25^{d}	20.16 ± 0.11^{e}
اللبيدات (%)	2.68 ± 0.33^{a}	5.55 ± 0.25^{b}	7.11 ± 0.32^{c}	10.18 ± 0.12^{d}	12.15 ± 0.25^{e}
الألياف الكلية (%)	1.15 ± 0.12^{a}	2.30 ± 0.01^{b}	2.88 ± 0.15^{c}	9.22 ± 0.11^{d}	11.55 ± 0.21^{e}
الكربوهيدرات (%)	86.81 ± 3.31^{a}	79.49 ± 2.12^{b}	75.56 ± 1.25^{c}	59.91 ± 0.66^{d}	53.04 ± 0.51^{e}

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

لوحظ من الجدول (2) أن عينة الخبز الحاوية على نسبة 20% من دقيق الشيا قد أظهرت أفضل محتوى من الرطوبة (37.61%)، الرماد (3.10%)، البروتين (20.16%)، اللبيدات (12.15%) والألياف الكلية (11.55%) وأقل محتوى من النشاء (53.04%) على أساس الوزن الجاف، وبالتالي يُظهر الخبز الخالي من الغلوتين المدروس التباين الكبير في تركيبة هذه المغذيات، كونه أطعمة نشوية منخفضة في البروتينات والدهون وذات محتوى عالي من الكربوهيدرات، إذ يمكن أن تتأثر التركيبة التقريبية المختلفة لعينات الخبز الخالي من الغلوتين بعدة عوامل مثل النطاق الواسع للمكونات المعقدة المضافة ومجموعاتها، إلى جانب الإضافات المستخدمة لتحسين البنية، والشعور بالفم، والمقبولية، والعمر الافتراضي لهذه المنتجات(Abd Rabou, 2017, 1). ذكر Moller وآخرون (2013, 1450) التركيب الكيميائي للخبز الحلو التجاري الخالي من الغلوتين، والذي يحتوي على 2.18 غ من البروتينات، 7.80 غ من الدهون، 0.86 غ من الرماد و76.26 غ من الكربوهيدرات، وأبلغ Yazynina وآخرون (2008, 236) عن التركيب الغذائي لنوعين من الخبز المقرمش الخالي من الغلوتين، والذي يحتوي على 3.5–6.0 غ من البروتينات، 3.0–6.5 غ من الدهون، 1.0–5.5 غ من الرماد و71–80 غ من الكربوهيدرات، كما بيَّن Matos و Rosell (2011, 224) أن محتوى البروتين والدهون والمعادن والكربوهيدرات في الخبز الخالي من الغلوتين قد أظهر تبايناً كبيراً، يتراوح من 0.91 غ إلى 15.05 غ، 2.00 غ إلى 26.10 غ، 1.10 غ إلى 5.43 غ و75.6 غ إلى 92.5 غ على التوالي.

3-2-2- تقييم الخصائص الكيميائية لعينات البسكويت المحضرة من خلائط الدقيق:

تمَّ تحديد التركيب الكيميائي لعينات البسكويت المحضرة من أنواع الدقيق الخالي من الغلوتين، وتظهر النتائج التي تمَّ الحصول عليها في الجدول (3).

الجدول (3) التركيب الكيميائي لعينات البسكويت المحضر من خلائط الدقيق خالي الغلوتين.

	الشاهد	دقيق الكينوا		دقيق الشيا	
		%10	%20	%10	%20
الرطوبة (%)	5.86 ± 0.04^{a}	6.20 ± 0.05^{b}	6.55 ± 0.10^{c}	6.22 ± 0.01^{b}	6.54 ± 0.11^{c}
الرماد (%)	0.65 ± 0.01^{a}	0.81 ± 0.02^{b}	1.05 ± 0.11^{c}	1.55 ± 0.01^{d}	1.85 ± 0.02^{e}
البروتين (%)	7.91 ± 0.10^{a}	8.21 ± 0.10^{b}	8.72 ± 0.05^{c}	15.20 ± 0.23^{d}	18.55 ± 0.21^{e}
الليبيدات (%)	18.44 ± 0.12^{a}	20.52 ± 0.15^{b}	21.68 ± 0.11^{c}	25.21 ± 0.24^{d}	28.61 ± 0.32^{e}
الألياف الكلية (%)	0.88 ± 0.02^{a}	1.66 ± 0.02^{b}	1.92 ± 0.10^{c}	8.40 ± 0.10^{d}	9.85 ± 0.05^{e}
الكربوهيدرات (%)	72.12 ± 1.33^{a}	68.80 ± 1.35^{b}	66.61 ± 0.64^{c}	49.64 ± 2.10^{d}	41.14 ± 1.05^{e}

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

تشير النتائج النتائج إلى أن المحتوى الرطوبي ازداد تدريجياً مع ازدياد نسبة دقيق الكينوا (6.55%) ودقيق الشيا (6.54%) مقارنةً مع الخلطة الأساسية (5.86%)، ولا يوجد فرق معنوي بين عينات البسكويت الخالي من الغلوتين والتي تحتوي على دقيق كينوا بالإضافة إلى دقيق الشيا، بينما سجلت أعلى قيمة لمحتوى الرماد (1.85%) في محتوى العينة 20% دقيق الشيا مع اختلاف معنوي مع بقية العينات. بالنسبة لمحتوى البروتينات، الدهون والألياف الخام، أشارت هذه النتائج إلى أن عينة البسكويت الخالي من الغلوتين التي تحتوي على 20% دقيق الشيا سجلت أعلى قيم لمحتوى البروتينات (18.55%)، الدهون (28.61%) والألياف (9.85%) مع وجود فروقات معنوية، بينما سجلت عينات الشاهد من البسكويت (50% دقيق الأرز و50% دقيق الذرة الصفراء) أقل قيم لمحتوى الرماد والبروتين والألياف (7.91%، 18.44% و0.88%) على التوالي. على العكس من ذلك، فقد أدت إضافة كل من دقيق الكينوا ودقيق الشيا إلى انخفاض معنوي في النسبة المئوية للنشاء من (72.12%) في عينة الشاهد إلى (66.61%) في العينة الحاوية على 20% من دقيق الكينوا و(41.14%) في العينة الحاوية على 20% من دقيق الشيا. وكانت التركيبة الكيميائية لبسكويت الشاهد متوافقة مع تلك التي ذكرها (El-Hamid and El-Makhzangy, 2019, 77)، كما أوضح Brito وآخرون (5866 ,2015) أن دقيق الكينوا يسمح بزيادة محتوى الرماد والألياف وتقليل المحتوى الكلي للكربوهيدرات مقارنةً بالبسكويت المنتج من دقيق الحبوب. أيضاً، كانت هذه النتائج متوافقة مع نتائج سابقة بينت أن إضافة مستويات مختلفة من دقيق الشيا قد أدت إلى زيادة محتوى البروتين والرماد والألياف في البسكويت المنتج منها (Yusufu and Akhigbe, 2014, 100).

3-3- تقييم الخصائص الفيزيائية والتصنيعية للمنتجات المحضرة من خلائط الدقيق:

3-3-1- تقييم الخصائص الفيزيائية والتصنيعية لعينات الخبز المحضرة من خلائط الدقيق:

أظهرت القيم الواردة في الجدول (4) تأثير استبدال دقيق الشاهد بدقيق الكينوا ودقيق الشيا في الخصائص الفيزيائية (التصنيعية) لخبز القالب.

الجدول (4) الخصائص التصنيعية لعينات الخبز المحضر من خلائط الدقيق خالي الغلوتين.

	الشاهد	دقيق الكينوا		دقيق الشيا	
		%10	%20	%10	%20
حجم الرغيف (سم^3)	1255.30 ± 3.60^{a}	1280.50 ± 1.55^{b}	1305.45 ± 3.15^{c}	1315.60 ± 2.44^{d}	1355.40 ± 4.10^{e}
وزن الرغيف (غ)	151.20 ± 0.55^{a}	155.42 ± 0.31^{b}	162.44 ± 0.56^{c}	161.80 ± 0.22^{d}	165.45 ± 0.51^{e}
الحجم النوعي (سم^3/غ)	8.30 ± 0.15^{a}	8.24 ± 0.21^{a}	8.04 ± 0.02^{b}	8.13 ± 0.11^{c}	8.19 ± 0.01^{c}

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

ازداد حجم رغيف خبز الأرز والذرة الصفراء تدريجياً مترافقاً مع ازدياد وزنه، مما أدى إلى انخفاض الحجم النوعي له بزيادة مستويات الاستبدال من دقيق الكينوا ودقيق الشيا. وبالتالي، وتمَّ الوصول إلى أعلى حجم نوعي عند استخدام دقيق الشاهد (8.30 سم^3،/غ) والمستوى 10% من دقيق الكينوا (8.24 سم^3/غ)، وقد يكون السبب هو تعديل تعديل خصائص اللزوجة المرنة، نتيجة التنافس على توافر المياه بين البروتينات والنشاء مما أدى إلى تأخير في تهلم النشاء، وبالتالي انخفاض التوسع في الهلام (Wani and Kumar, 2015, 592)، كما كان هناك تفاوت في الحجم النوعي لجميع التركيبات المدروسة، إذ تأثرت هذه الخاصية سلباً عندما تم تضمين المكونات الخالية من الغلوتين من الكينوا والشيا والمحتوية على نسبة أعلى من الألياف، مما أدى إلى ضعف الاحتفاظ بثاني أكسيد الكربون المنتج أثناء التخمير (Peressini and Sensidoni, 2009, 190). ومن جهة أخرى، كانت أعلى قيمة حجم ووزن رغيف محددة بين الصيغ للتركيبات مع 20% دقيق الشيا (1355.40 سم^3 و165.45 غ)، ويعود ذلك إلى ارتفاع امتصاصية الدقيق للماء نتيجة ارتفاع نسبة البروتينات والألياف (Sciarini *et al.*, 2017, 224)، إضافةً لذلك، وقد يكون سبب الاختلاف الناتج في الحجم المحدد بين التركيبات التي تحتوي على دقيق الشيا هو النسبة العالية من الصمغ (Mucilage) الذي تمتلكه بذور الشيا، مما يؤدي إلى تكوين مجمعات محبة للماء بين المجموعات الأيونية والبروتينات، وقد تم ملاحظة ذلك في خبز القمح مع استبدال دقيق الشيا بنسبة 5% والذي كان حجمه المحدد أعلى من عينة الشاهد الخالية من الشيا (Iglesias-Puig and Haros, 2013, 865).

3-3-2- تقييم الخصائص الفيزيائية والتصنيعية لعينات البسكويت المحضرة من خلائط الدقيق:

أظهرت النتائج في الجدول (5) الخصائص الفيزيائية والتصنيعية للبسكويت المحضر من خلائط الدقيق خالي الغلوتين من حيث قطر القطعة (مم)، سماكة القطعة (مم)، معامل التمدد والصلابة (غ).

الجدول (5) الخصائص التصنيعية لعينات البسكويت المحضر من خلائط الدقيق خالي الغلوتين.

	الشاهد	دقيق الكينوا		دقيق الشيا	
		%10	%20	%10	%20
قطر القطعة (مم)	30.44 ± 0.12^{a}	30.64 ± 0.21^{a}	31.25 ± 0.32^{b}	31.10 ± 0.11^{b}	32.45 ± 0.24^{c}
سماكة القطعة (مم)	6.10 ± 0.05^{a}	6.40 ± 0.01^{b}	6.70 ± 0.11^{c}	6.50 ± 0.04^{d}	6.80 ± 0.01^{e}
معامل التمدد	4.99 ± 0.02^{a}	4.79 ± 0.01^{b}	4.66 ± 0.05^{c}	4.78 ± 0.01^{b}	4.77 ± 0.04^{b}
الصلابة (غ)	3.45 ± 0.01^{a}	3.60 ± 0.05^{b}	3.85 ± 0.02^{c}	3.50 ± 0.08^{d}	3.70 ± 0.01^{e}

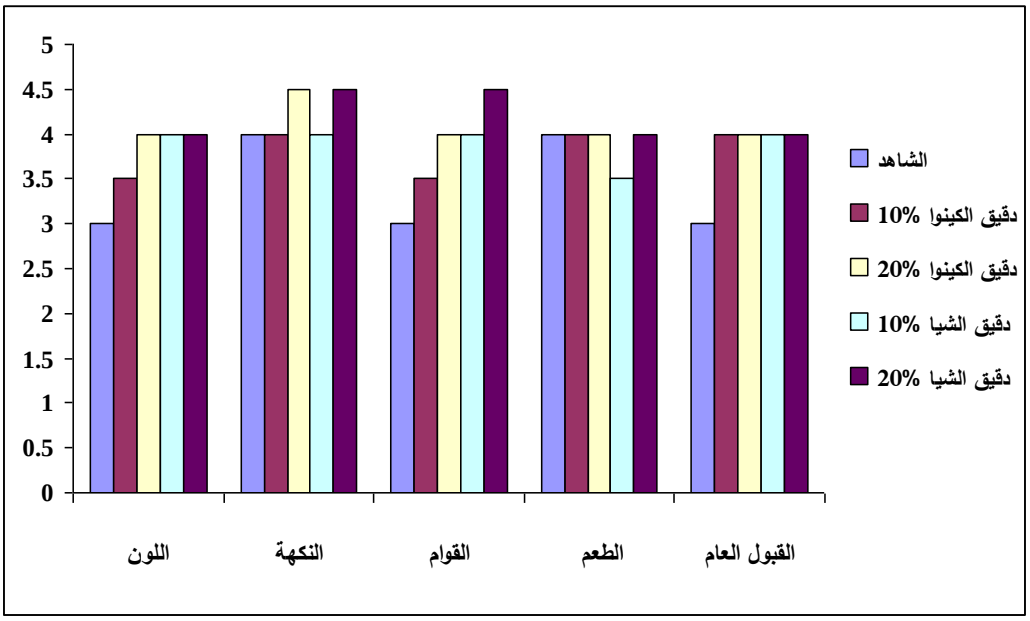
* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

أدت إضافة دقيق الشيا والكينوا بنسب مختلفة إلى عجينة البسكويت لتغييرات ملحوظة في الخصائص الفيزيائية، فقد بينت النتائج إلى وجود اختلافات معنوية واضحة في المؤشرات المدروسة بين بسكويت الشاهد وعينات البسكويت الأخرى الخالية من الغلوتين وفقاً للتحليل الإحصائي، ومع ذلك، تمَّ تسجيل القيم الأعلى لمعامل التمدد بواسطة عينة البسكويت الشاهد (4.99) وأقلها لعينة البسكويت الخالي من الغلوتين والتي احتوت على 20% دقيق كينوا (4.66)، مع عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين العينات التي احتوت على 10% دقيق الكينوا، 10% دقيق الشيا و20% دقيق الشيا (4.79، 4.78 و7.77) على التوالي. من جهة أخرى، ازداد قطر القطعة وسماكتها مع ارتفاع نسبة استبدال دقيق الشاهد بدقيق الكينوا ودقيق الشيا لتصل إلى (31.25 مم32.45 مم) للقطر و(6.70 مم و6.80 مم) للسماكة في البسكويت المدعم بنسبة 20% دقيق كينوا و20% دقيق الشيا على التوالي، بعد أن كانت (30.44 مم و6.10 مم) لقطر وسماكة بسكويت الشاهد، ويمكن أن تعزى هذه الزيادة إلى ارتفاع محتوى الألياف في دقيق الشيا والكينوا (Singh *et al*., 2010, 65)، ويمكن أن تكون النتائج مرتبطة أيضاً بقدرة أعلى على الاحتفاظ بالرطوبة وقابلية تمدد أقل لألياف بذور الشيا والكينوا (Goyat *et al*., 2018, 757)، وقد تؤدي زيادة مستوى البروتين المؤكسد أثناء عملية الخَبز أيضاً إلى منع تمدد البسكويت من خلال تكوين شبكات قوية وصلبة في مصفوفة العجين (Yamsaengsung *et al*., 2012, 2221). بالإضافة إلى ذلك، لوحظ ازدياد صلابة البسكويت عند استبدال دقيق الشاهد مع دقيق الكينوا، إذ تراوحت صلابة العينات بين (3.45 غ) للشاهد و(3.85 غ) للبسكويت المدعم بنسبة 20% دقيق الكينوا و(3.70 غ) للبسكويت المدعم بنسبة 20% دقيق الشيا، غالباً ما يشكل الدقيق المركب مجاميع جزيئية ناتجة عن المواقع المحبة للماء المعززة التي تتنافس على المياه المتاحة المحدودة المتوفرة في عجينة البسكويت (Baljeet *et al*., 2010, 1067)، كما تؤدي كثافة الدقيق الأعلى في عينات البسكويت المركبة إلى زيادة كبيرة في الصلابة مقارنةً بعينات الشاهد، ويمكن أن يؤدي أيضاً استبدال دقيق الشاهد بدقيقين خاليين من الغلوتين إلى تقليل توتر (Strainability) البسكويت، وبالتالي زيادة صلابته (Mesias *et al*., 2016, 528).

3-4- تقييم الخصائص الحسية للمنتجات المحضرة من خلائط الدقيق:

3-4-1- تقييم الخصائص الحسية لعينات الخبز المحضرة من خلائط الدقيق:

يبين الشكل (1) نتائج تقييم الخصائص الحسية المدروسة (اللون، النكهة، القوام، الطعم والقبول العام) لعينات خبز القالب المحضر من خلطات من الدقيق خالي الغلوتين.



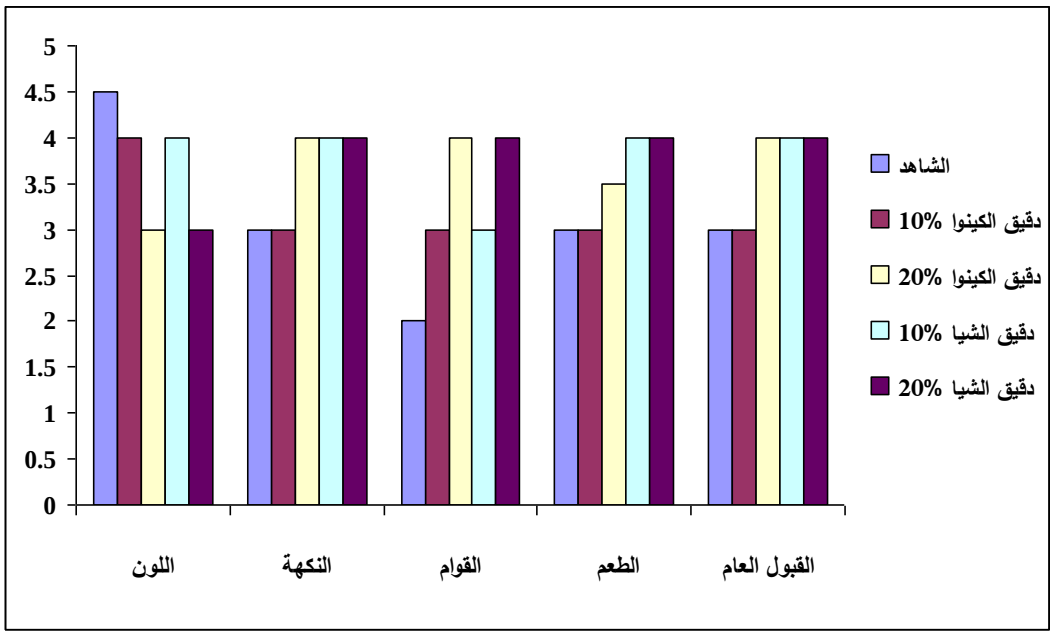
الشكل (1): الخصائص الحسية لعينات الخبز المحضر من خلائط الدقيق خالي الغلوتين.

كانت الدرجات في جميع الخلطات المدروسة لجميع الصفات الحسية مماثلة أو أعلى من تلك التي حصل عليها خبز الشاهد، لكنها لم تكن متفوقة أبداً، وقد بينت نتائج الصفات الحسية التي تمت دراستها إلى أنه كلما تمت إضافة دقيق الكينوا ودقيق الشيا إلى دقيق الشاهد أصبح رغيف الخبز أفضل من إذ اللون (4 درجة و 4 درجة)، النكهة (4.5 درجة و4.5 درجة)، القوام (4 درجة و4.5 درجة)، الطعم (4 درجة و4 درجة) والمقبولية الإجمالية (4 درجة و4 درجة) لعينات الخبز المحضرة باستبدال 20% من دقيق الكينوا و20% من دقيق الشيا على التوالي، بالمقارنة مع (3 درجة، 4 درجة، 3 درجة، 4 درجة و3 درجة) للون، النكهة، القوام، الطعم والقبول العام لعينة الشاهد على التوالي.

تشير نتائج التقييم الحسي إلى زيادة لون القشرة ولون اللبابة تدريجياً مع ارتفاع نسبة الاستبدال بدقيق الكينوا ودقيق الشيا، وقد تكون هذه النتائج بسبب ازدياد نسبة الأصبغة عن تلك الموجودة في دقيق الشاهد، وهذا يتوافق مع نتائج (Mondal and Datta, 2008, 465)، إذ أفادوا أن تطوير اللون في الخبز هو تابع لكمية الأصبغة في الدقيق ومحتوى رطوبة الدقيق ودرجة حرارة الخَبز والفترة الزمنية أثناء عملية الخَبز. بالإضافة إلى ذلك، تبين نتائج تقييم القوام إلى ازدياد توزيع الخلايا بشكل طفيف مع زيادة نسبة الاستبدال إلى 10%، لكنها ترتفع بشكل معنوي عند رفع نسبة الاستبدال إلى 20%، وقد تكون هذه النتائج ناتجة عن الثقوب الأكبر الموجودة بين القشرة واللبابة نتيجة ارتفاع نسبة امتصاص الدقيق للماء في الدقيق الحاوي على نسب مرتفعة من دقيق الكينوا ودقيق الشيا، كما أفاد (Gómez and Sciarini, 2015, 565)، وتمَّ تحسين الطعم والنكهة للخبز الناتج عن طريق زيادة محتوى دقيق الشاهد من كلا نوعي دقيق الكينوا ودقيق الشيا، وقد تكون هذه النتائج بسبب ارتفاع نسبة المادة الدسمة ومركبات النكهة الموجودة في هذه الأنواع من الدقيق (Sadeek *et al*., 2021, 1).

3-4-2- تقييم الخصائص الحسية لعينات البسكويت المحضرة من خلائط الدقيق:

تم تقييم عينات البسكويت الخالية من الغلوتين حسياً من حيث اللون، النكهة، القوام، الطعم والمقبولية العامة، والنتائج التي تم الحصول عليها موضحة في الشكل (2)، والتي تشير إلى وجود فروقات ذات دلالة إحصائية بين العينة الشاهد وعينات البسكويت الخالي من الغلوتين التي تحتوي على نسب مختلفة من دقيق الكينوا ودقيق الشيا.



الشكل (2): الخصائص الحسية لعينات البسكويت المحضر من خلائط الدقيق خالي الغلوتين.

لم تظهر فروقات معنوية في اللون بين العينات التي احتوت على 10% و20% دقيق كينوا (4 درجة و3 درجة) والعينات التي احتوت على 10% و20% دقيق الشيا (4 درجة و3 درجة على التوالي)، إذ أظهرت عينة الشاهد أعلى قيمة (4.5 درجة) مع اختلاف معنوي مقارنةً بعينات البسكويت الأخرى الخالية من الغلوتين. وعلى العكس من ذلك، ازدادت نكهة البسكويت مع رفع نسبة الاستبدال، إذ تراوحت بين (3 درجة) للشاهد و(4 درجة) للعينات المدعمة بنسبة 20% من كل من دقيق الكينوا ودقيق الشيا، بالإضافة إلى ذلك، أدت عملية الاستبدال إلى تحسن ملحوظ في قوام البسكويت الناتج، فبعد أن كانت قيمة القوام (2 درجة) لبسكويت الشاهد ارتفعت إلى (4 درجة) في الدقيق المركب من دقيق الأرز ودقيق الذرة الصفراء وكل من دقيق الكينوا أو دقيق الشيا، وترافق ذلك أيضاً بتحسن في طعم البسكويت (3-4 درجة) ودرجة القبول العام (3-4 درجة). وبشكل عام، تشير نتائج التحليل الحسي بإمكانية إنتاج عينات بسكويت من دقيق الأرز ودقيق الذرة الصفراء والمدعم بدقيق الكينوا أو دقيق الشيا، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Goyat *et al*., 2018, 757).

الاستنتاجات:

1. تظهر نتائج تحليل التركيب التقريبي لدقيق الكينوا ودقيق الشيا ارتفاع نسبة البروتينات واللبيدات والألياف وانخفاض نسبة النشاء مقارنةً بدقيق الأرز ودقيق الذرة الصفراء، وذلك بسبب الحجم النسبي للجنين داخل الحبوب، وبالتالي إن دقيق الكينوا ودقيق الشيا يقدمان خصائص فيزيائية وكيميائية مثيرة للاهتمام لصناعة الأغذية.
2. أدى استبدال دقيق الشاهد، المكون من دقيق الأرز ودقيق الذرة الصفراء، بنسبة 10% و20% من كل من دقيق الكينوا ودقيق الشيا إلى ارتفاع نسبة الرطوبة، الرماد، البروتين، اللبيدات والألياف الخام وانخفاض محتوى النشاء في كل من خبز القالب والبسكويت الناتج.
3. ازدياد حجم رغيف خبز الأرز والذرة الصفراء تدريجياً، مترافقا أيضاً مع ازدياد وزنه وانخفاض حجمه النوعي، بزيادة مستويات الاستبدال من دقيق الكينوا ودقيق الشيا، مع تفاوت في الحجم النوعي لجميع التركيبات المدروسة، إذ تأثرت هذه الخاصية سلباً عندما تم تضمين المكونات الخالية من الغلوتين من الكينوا والشيا والمحتوية على نسبة أعلى من الألياف، مما أدى إلى ضعف الاحتفاظ بثاني أكسيد الكربون المنتج أثناء التخمير.
4. أدت إضافة دقيق الشيا ودقيق الكينوا بنسب مختلفة إلى عجينة البسكويت إلى تغييرات ملحوظة في الخصائص الفيزيائية مع وجود اختلافات معنوية واضحة في المؤشرات المدروسة بين بسكويت الشاهد وعينات البسكويت الأخرى الخالية من الغلوتين، وتمَّ تسجيل القيم الأعلى لمعامل التمدد بواسطة عينة البسكويت الشاهد وأقلها لعينة البسكويت الخالي من الغلوتين والتي احتوت على 20% دقيق كينوا، بالإضافة إلى ذلك، لوحظ ازدياد صلابة البسكويت عند استبدال دقيق الشاهد بدقيق الكينوا ودقيق الشيا.
5. أظهرت نتائج تقييم الصفات الحسية إلى أنه كلما تمت إضافة دقيق الكينوا ودقيق الشيا إلى دقيق الشاهد أصبح رغيف الخبز أفضل من حيث اللون، النكهة، القوام، الطعم ودرجة القبول العام، كما تشير نتائج التحليل الحسي للبسكويت إلى إمكانية إنتاج عينات بسكويت من دقيق الأرز ودقيق الذرة الصفراء والمدعم بدقيق الكينوا أو دقيق الشيا والمقبولة حسياً.

التوصيات:

1. إمكانية استخدام دقيق الكينوا ودقيق الشيا في خلطات الدقيق الخالي من الغلوتين، وبنسب يمكن أن تصل حتى 20%، لتصنيع الخبز والبسكويت.
2. العمل على أمثلة تركيبة الدقيق الخالي من الغلوتين من أنواع الدقيق المدروسة والملائمة لتصنيع خبز القالب والبسكويت.
3. تحديد تركيب دقيق الشيا ودقيق الكينوا من العناصر التغذوية الأخرى مثل المعادن والفيتامينات.
4. العمل على إضافة دقيق الشيا ودقيق الكينوا في تركيبة الخبز العربي منفصل الشطرين.

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

References:

1. AACC. (2000). Approved Methods of the AACC, 10th edn. **Methods 44-15A, 08-01, 46-10, 30-25, 32-45**. St Paul, MN. AACC.
2. Abd Rabou, E. A. A. (2017). Assessment of chemical composition and physical properties of gluten-free composite flour and quality attributes of pan bread. **Bull. Fac. Agric., Cairo Univ.**, 68, 1-10.
3. Al-Marazeeq, K. and Angor, M. (2017). Chemical characteristic and sensory evaluation of biscuit enriched with wheat germ and the effect of storage time on the sensory properties for this product. **Food and Nutrition Sciences**, 08, 189-195.
4. Al-Saleh, A. and Brennan, C. (2012). Bread wheat quality: Some physical, chemical and rheological characteristics of Syrian and English bread wheat samples. **Foods**, 1, 3-17.
5. Al-Toma, A., Volta, U., Auricchio, R., Castillejo, G., Sanders, D. S., Cellier, C., Mulder, C. J. and Lundin, K. (2019). European society for the study of coeliac disease (ESsCD) guideline for coeliac disease and other gluten-related disorders. **United Eur. Gastroenterol. J.**, 7, 583-613.
6. Ayerza, R. (2010). Effects of seed colour and growing locations on fatty acid content and composition of two chia (Salvia hispanica L.) genotypes. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, 87, 1161-1165.
7. Baljeet, S. Y., Ritika, B. Y. and Roshan, L. Y. (2010). Studies of functional properties and incorporation of buckwheat flour for biscuit making. **International Food Research Journal**, 17, 1067-1076.
8. Brito, I. L., de Souza, E. L., Felex, S. S. S., Madruga, M. S., Yamashita, F. and Magnani, M. (2015). Nutritional and sensory characteristics of gluten-free quinoa (Chenopodium quinoa Willd)-based cookies development using an experimental mixture design. **Journal of food science and technology**, 52, 5866-5873.
9. Capelli, A., Oliva, N. and Cini, E. (2020). A systematic review of gluten-free dough and bread: Dough rheology, bread characteristics, and improvement strategies. **Appl. Sci.**, 10, 6559.
10. Cauvain, S. P. and Linda, S. Y. (2007). Bread-making process. In: **Technology of Breadmaking.** Chapter 2, (2nd Ed.) Springer, New York, USA, pp. 28-33.
11. Chandra, S., Singh, S. and Kumari, D. (2015). Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. **J Food Sci Technol.**, 52, 3681-3688.
12. Deora, N. V., Deswal, A. H. N. and Mishra, H. N. (2014). Alternative approaches towards gluten-free dough development: Recent trends. **Food Eng. Rev.**, 6, 89-104.
13. El-Hamid, H and El-Makhzangy, A. (2019). Preparation and evaluation of physical and chemical properties of gluten-free biscuits. **Journal of Productivity and Development**, 24, 77-94.
14. FAO. (2003) Food energy-methods of analysis and conversion factors, Rome: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**.
15. Fazary, N. T. A. A. and Younis, Y. M. (2015). Seed properties and fatty acid composition of flaxseed oil (Linum Usitatissimum). **World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, 4, 69-99.
16. Fujihara, S., Sasaki, H., Aoyagi, Y. and Sugahara, T. (2008). Nitrogen-to-protein conversion factors for some cereal products in Japan. **Journal of food science**, 73, C204-209.
17. Gabrovská, D., Hálová, I., Chrpová, D., Ouhrabková, J., Sluková, M., Vavreinová, S., Faměra, O., Kohout, P., Pánek, J. and Skřivan, P. (2020). Cereals in human nutrition. In Obiloviny v Lidské Výživě, 1st ed.; Federation of the Food and Drink Industries of the Czech Republic: **Prague, Czech Republic**, pp. 44-49.
18. Gómez, M. and Sciarini, L. S. (2015). Gluten-Free Bakery Products and Pasta. In Advances in the Understanding of Gluten Related Pathology and the Evolution of Gluten-Free Foods, Arranz, E.,

Fernández-Bañares, F., Rosell, C. M., Rodrigo, L. and Peña, A. S., Eds.; **OmniaScience**: Barcelona, Spain, 2015; pp. 565-604.
19. Goyat, J., Passi, S., Suri, S. and Dutta, H. (2018). Development of chia (Salvia hispanica, L.) and quinoa (Chenopodium quinoa, L.) seed flour substituted cookies- physicochemical, nutritional and storage studies. **Current Research in Nutrition and Food Science Journal**, 6, 757-769.
20. Grancieri, M., Martino, H. S. D. and De Mejia, E. G. (2019). Chia seed (Salvia hispanica L.) as a source of proteins and bioactive peptides with health benefits: A review. **Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.**, 18, 480-499.
21. Guiotto, E. N., Ixtaina, V. Y., Tomás, M. C. M. and Nolasco, S. M. (2013). Moisture-dependent engineering properties of chia (Salvia hispánica L.) seeds. In: **Food Industry**. INTECH, 381-397.
22. Hager, A. S., Wolter, A., Jacob, F., Zannini, E. and Arendt, E. K. (2012). Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. **Journal of Cereal Science**, 56, 239-247.
23. Horstman, S. W., Atzler, J. J., Heitmann, M., Zannini, E., Lynch, K. M. and Arendt, E. K. (2019). A comparative study of gluten-free sprouts in the gluten-free bread-making process. **Eur. Food Res. Technol.**, 245, 617-629.
24. Iglesias-Puig, E. and Haros, M. (2013). Evaluation of performance of dough and bread incorporating chia (Salvia hispanica L.). **Eur. Food Res. Technol.**, 237, 865-874.
25. Ixtaina, V. Y., Vega, A., Nolasco, S. M., Tomás, M. C., Gimeno, M. and Bárzana, E. (2010). Supercritical carbon dioxide extraction of oil from mexican chia seed (Salvia hispanica L.); characterization and process optimization. **Journal of Supercritical Fluids**, 55, 192-199.
26. Jin F., Nieman D. C., Sha W., Xie G., Qiu Y. and Jia W. (2012). Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. **Plant Foods Hum. Nutr.**, 67, 105-110.
27. Marineli, R. D., Moraes, E. A., Lenquiste, S. A., Godoy, A. T., Eberlin, M. N. and Marostica, M. R. (2014). Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (Salvia hispanica L.). **LWT**, 59, 1304-1310.
28. Martínez-Villaluenga, C., Peñas, E. and Hernández-Ledesma, B. (2020). Pseudocereal grains: nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods. **Food Chem. Toxicol.**, 137.
29. Matos, M. and Rosell, C. (2011). Chemical composition and starch digestibility of different gluten-free breads. **Plant foods for human nutrition (Dordrecht, Netherlands)**, 66, 224-30.
30. Mesias, M, Holgado, F, Marquez-Ruiz, G and Morales, F. J. (2016). Risk/benefit considerations of a new formulation of wheat-based biscuit supplemented with different amounts of chia flour. **LWT-Food Science and Technology**, 73, 528-535.
31. Miranda-Ramos, K., Millan-Linares, M. C. and Haros, M. (2020). Effect of chia as breadmaking ingredient on nutritional quality, mineral availability, and glycemic index of bread. **Foods**, 9, 663-671.
32. Moawad, E., Rizk, I., Kishk, Y. F. and Youssif, M. (2019). Effect of substitution of wheat flour with quinoa flour on quality of pan bread and biscuit. **Arab Universities Journal of Agricultural Sciences**, 26, 2387-2400.
33. Moller, C. S., Oliveira, V., Amorim, T. P., Thoen, R. U. and Rios, A. (2013). Elaboration, physicochemical and sensory analysis of a sweet bread made with buckwheat and fruit flours. **Advance Journal of Food Science and Technology**, 5, 1450-1455.
34. Mondal, A. and Datta, A. K. (2008). Bread baking- A review. **Journal of Food Engineering**, 86, 465-474.
35. Montemurro, M., Pontonio, E. and Rizzello, C. G. (2019). Quinoa flour as an ingredient to enhance the nutritional and functional features of cereal-based foods. In Flour and Breads and Their

Fortification in Health and Disease Prevention, 2nd ed.; Preedy, V. R., Watson, R. R., Eds.; **Academic Press: Cambridge**, MA, USA, pp. 453-464.
36. Mudgil, D., Barak, S. and Khatkar, B. S. (2017). Cookie texture, spread ratio and sensory acceptability of cookies as a function of soluble dietary fiber, baking time and different water levels. **LWT - Food Science and Technology**, 80, 537-542.
37. Peressini, D. and Sensidoni, A. (2009). Effect of soluble dietary fibre addition on rheological and breadmaking properties of wheat doughs. **J. Cereal Sci.**, 49, 190-201.
38. Preichardt, L. and Gularte, M. (2013). Gluten formation: Its sources, composition and health effects. **Gluten: Sources, Composition and Health Effects**. 55-70.
39. Quiroga, C., Escalera, R., Aroni, G., Bonifacio, A., Gonzalez, J. A., Villca, M., Saravia, R. and Ruiz, A. (2015). Traditional processes and technological innovations in quinoa harvesting, processing and industrialization. In: FAO & CIRAD (Eds). **State of the Art Report on Quinoa around the World in 2013**, p. 218-249, Rome.
40. Sadeek, R. A., Aly, A. S., Abd Elsabor, R. G. (2021). Incorporation quinoa and chia flour with wheat flour to enhance the nutritional value and improve the sensory properties of pasta. **Journal of the College of Specific Education for Educational and Specific Studies**, 6, 1-37.
41. Samaan, J. (2007). Characterisation of grain quality of Syrian durum wheat genotypes affecting milling performance and end-use quality. **PhD Thesis**, School of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Plymouth, UK.
42. Sandri, L. T. B., Santos, F. G., Fratelli, C. and Capriles, V. D. (2017). Development of gluten-free bread formulations containing whole chia flour with acceptable sensory properties. **Food Sci Nutr.**, 5, 1021-1028.
43. Sciarini, L. S., Bustos, M. C., Vignola, M. B., Paesani C., Salinas, C. N. and Pérez, G. T. (2017). A study on fibre addition to gluten free bread: its effects on bread quality and in vitro digestibility. **J Food Sci Technol.**, 54, 244-252.
44. Segura-Campos, M. R., Salazar-Vega, I. M., Chel-Guerrero, L. A. and Betancur-Ancona, D. (2013). Biological potential of chia (Salvia hispanica) protein hydrolysates and their incorporation into functional foods. **LWT-Food Science and Technology**, 50, 723-731.
45. Singh, S., Riar, C. S. and Saxena D. C. (2010). Effect of incorporating sweet potato flour to wheat flour on the quality characteristics of cookies. **African Journal of Food Science**, 2, 65-72.
46. Šmídová, Z. and Rysová, J. (2022). Gluten-free bread and bakery products technology. **Foods**, 11, 480-496.
47. Steffolani, E., de la Hera, E., Pérez, G. and Gómez, M. (2014). Effect of chia (*Salvia hispanica* L) on gluten-free bread quality. **J. Food Qual.**, 37, 309-317.
48. Teoh S. L., Lai N. M., Vanichkulpitak P., Vuksan V., Ho H. and Chaiyakunapruk N. (2018). Clinical evidence on dietary supplementation with chia seed (*Salvia hispanica* L.): A systematic review and meta-analysis. **Nutr. Rev.**, 76, 219-242.
49. Toth, M., Vatai, G. and Koris, A. (2020). Consumers' acceptance, satisfaction in consuming gluten-free bread: A market survey approach. **Int. J. Celiac Dis.**, 8, 44-49.
50. Wani, S. A. and Kumar, P. (2015). Characterization of extrudates enriched with health promoting ingredients. **Food Measure**, 9, 592-598.
51. Wrigley, C., Corke, H. and Walker, C. E. (2004). Encyclopedia of Grain Science. **Elsevier Academic Press**, Waltham, Massachusetts. pp 20-52.
52. Yamsaengsung, R., Berghofer, E. and Schoenlechner R. (2012). Physical properties and sensory acceptability of cookies made from chickpea addition to white wheat or whole wheat flour compared

to gluten-free amaranth or buckwheat flour. **International Journal of Food Science and Technology**, 47, 2221-2227.

53. Yazynina, E., Johansson, M., Jägerstad, M. and Jastrebova J (2008) Low folate content in gluten-free cereal products and their main ingredients. **Food Chemistry**, 111, 236-242.
54. Yusufu, M. I. and Akhigbe, A. O. (2014). The production of pawpaw enriched cookies: Functional, physico-chemical and sensory characteristics. **Asian Journal of Agriculture and Food Science**, 2, 100-106.