مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد ٤٠ العدد ٤ (٢٠٢٥): ٨٩-١١٢

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 40 No.4 (2025): 89-112

تأثير عملية الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بدقيق الكينوا (*Chenopodium quinoa*) في الخصائص التصنيعية لمنتجات المخابز

مجد أبو حمزة [١*] جهاد سمعان [٢] محمد خير طحلة [٣]

[١*] طالب دكتوراه في قسم علوم الأغذية- كلية الزراعة-جامعة دمشق.

[٢] أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية -كلية الزراعة-جامعة دمشق.

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

الملخص:

أُجري هذا البحث في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، بهدف تقييم خصائص الجودة لخبز القالب والبسكويت المحضر من دقيق القمح عالي الجودة (دقيق الزيرو) والمستبدل جزئياً بنسب مختلفة من دقيق بذور الكينوا الكاملة (*Chenopodium quinoa*). بيَّن تحليل التركيب الكيميائي لخبز القالب والبسكويت التأثير عالي المعنوية لإضافة دقيق الكينوا في جميع المؤشرات الكيميائية المدروسة، وبالتالي تعكس هذه النتائج الفوائد الصحية لاستخدام دقيق الكينوا في التطبيقات الغذائية ولتطوير منتجات المخابز المعززة للصحة كمنتجات مبتكرة. من جهة أخرى، أدت إضافة دقيق الكينوا إلى انخفاض معنوي في حجم الخبز بمقدار (١٠.٢٩٪) عند استبدال ٤٠٪ من دقيق القمح بدقيق الكينوا، وقد ترافق ذلك أيضاً بانخفاض قيم الحجم النوعي للخبز. وبشكلٍ مماثلٍ، انخفض معامل التمدد للبسكويت، حيث تفيد هذه النتائج بأن استخدام دقيق الكينوا في استبدال دقيق القمح له مزايا في إنتاج البسكويت من أنواع القمح الضعيفة من أجل تحسين قوام البسكويت الناتج، وفي إنتاج أنواع من البسكويت المرغوبة ذات معامل التمدد المنخفض. وقد تناقضت نتائج هذا البحث مع نتائج أبحاث سابقة والتي بينت ازدياد قيم صلابة البسكويت مع ارتفاع نسبة استبدال دقيق القمح بدقيق الكينوا في الخلطة. بالإضافة إلى ذلك، لوحظ عدم وجود فروقات معنوية بين درجات التقييم الحسي للخبز والبسكويت المصنوع من دقيق القمح فقط ومخلوط دقيق الكينوا حتى ١٠٪، حيث بدأت الفروقات المعنوية بالظهور عند رفع نسبة الاستبدال بدقيق الكينوا حتى ٢٠٪، بينما أظهر خبز القالب المكمّل باستبدال عالي المستوى لدقيق الكينوا قشرة بنية أكثر من خبز الشاهد. وبشكل عام، أظهر خبز القالب والبسكويت المكمّل بدقيق الكينوا تشابهاً معتدلاً مع قبول عام لأعضاء اللجنة، مما يشير إلى مقبولية خبز القالب والبسكويت المطوّر مع دقيق الكينوا بنسبة تصل إلى ٤٠٪.

الكلمات المفتاحية: دقيق الزيرو، دقيق الكينوا، الخصائص الكيميائية، الخصائص التصنيعية، الخصائص الحسية، معامل التمدد، الحجم النوعي للخبز.

تاريخ الايداع:٢٠٢٢/٢/٨
تاريخ القبول: ٢٠٢٢/٣/٢٠

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

The effect of partial substitution of wheat flour with quinoa flour (*Chenopodium quinoa*) on the processing properties of bakery products

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. Box: 30621
[3] Prof, Food Science Department, Agriculture Faculty, Damascus University. P. O. Box: 30621.

Received: 8/2/2022
Accepted: 20/3/2022

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

Abstract:

This research was carried out at the Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Damascus University, with the aim of evaluating the quality characteristics of pan bread and biscuits prepared from high-quality wheat flour and partially substituted with different proportions of whole quinoa seed flour (*Chenopodium quinoa*). The chemical composition analysis of pan bread and biscuits showed a significant effect of adding quinoa flour on all the studied chemical indicators, and therefore these results reflected the health benefits of using quinoa flour in food applications and for the development of health-promoting bakery products as innovative products. On the other hand, the addition of quinoa flour led to a significant decrease in loaf volume by (10.29%) when replacing 40% of wheat flour with quinoa flour, and this was also accompanied by a decrease in the values of the specific volume of bread. Similarly, the spread ratio of biscuits was decreased. These results indicated that using quinoa flour to replace wheat flour had advantages in producing biscuits from weak wheat vatieties in order to improve the texture of the resulting biscuits, and in producing desirable biscuits with low spread ratios. However, the results of this research contradicted the results of previous studies, which showed an increase in the biscuit hardness values with a high percentage of replacing wheat flour with quinoa flour in the mixture. In addition, there were no significant differences between the sensory evaluation scores for bread and biscuits made from only wheat flour and the quinoa flour mixture up to 10%, as the significant differences started to appear when the percentage of replacement with quinoa flour was increased up to 20%. Pan bread supplemented with a higher-level substitution of quinoa flour showed a more brownish crust than the control bread. In general, bread and biscuits supplemented with quinoa flour showed moderate similarity with general acceptance of panelists, indicating the acceptability of pan bread and biscuits developed with quinoa flour by up to 40%.

Keywords: High Quality Flour, Quinoa Flour, Chemical Properties, Processing Properties, Sensory Properties, Spread Ratio, Specific Weight.

المقدمة والدراسة المرجعية:

ازداد مؤخراً استهلاك الأغذية الوظيفية عالمياً، وهي أغذية ذات خصائص مرغوبة من قبل شريحة واسعة من المستهلكين (Hasler, 2002, 3772)، وعلى الرغم أن الخبز يعد من أشهر الأغذية الأساسية في العالم، مع ذلك، فإن معظم الخبز مصنوع من دقيق القمح المكرر، الذي يعاني من نقص في المغذيات الأساسية، مثل الفيتامينات والمعادن والليسين والألياف الغذائية (Shewry and Hey, 2015, 179). تمَّ اقتراح مفهوم المؤشر الغلايسيمي (GI) في محاولة لتصنيف الأغذية التي تحتوي على الكربوهيدرات وفقاً لاستجابة الغلوكوز بعد الأكل (Ferng *et al*., 2016, 172)، ويعتبر خبز القمح الأبيض عموماً غذاءاً مرجعياً لحساب المؤشر الغلايسيمي، ويتم تعريف GI الخاص به على أنه ١٠٠ (Wolter *et al*., 2014, 564). يؤدي تناول الأغذية ذات المؤشر الغلايسيمي المنخفض (GI <55) إلى تقلبات صغيرة نسبياً في مستوى الغلوكوز بعد الأكل والتي يمكن أن تقلل من خطر الإصابة بالأمراض المزمنة مثل السمنة والسكري وأمراض القلب والأوعية الدموية في الاستهلاك طويل الأجل (Simsek and Nehir, 2015, 257). كعنصر أساسي، فإن الخبز ذو المؤشر الغلايسيمي المنخفض أكثر ملاءمةً لصحة الإنسان، ومن ثم، فإن الخبز المبتكر والمتخصص ذو الجودة الغذائية المحسنة ومنخفض المؤشر الغلايسيمي هو مطلب ملح (Xu *et al*., 2019, 87).

يعد الكينوا من الحبوب الزائفة (Pseudo-cereal) منشؤها أمريكا الجنوبية، ولقد زادت غلة الأصناف المتنوعة في بلدان أخرى، مثل الولايات المتحدة الأمريكية وكندا والهند وإيطاليا والصين، نظراً لقدرتها الكبيرة على التكيف مع ظروف النمو المختلفة (Nowak *et al*., 2016, 47)، وكانت منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة قد أعلنت عام ٢٠١٣ السنة الدولية للكينوا، والتي تهدف إلى تعزيز إنتاجها واستهلاكها وتطورها التكنولوجي وحفظ التنوع البيولوجي في جميع أنحاء العالم. في السنوات الأخيرة، حظيت الكينوا باهتمام متزايد بسبب تركيبتها الغذائية المتوازنة، حيث تحتوي على نسبة عالية من البروتين في حدود (١٤–١٨٪)، كما أن تركيبته من الأحماض الأمينية قريبة من توازن البروتين المثالي الذي أوصت به منظمة الأغذية والزراعة، وهو غني بالهيستيدين والليسين والثريونين والميثيونين، حيث هذه الأحماض الأمينية غير محددة في الحبوب (Elsohaimy *et al*., 2015, 297). إلى جانب ذلك، فإن الكينوا غنية أيضاً بالأحماض الدهنية غير المشبعة (أحماض اللينوليك واللينولينيك) والفيتامينات (الفولات والتوكوفيرولات) والمعادن (الحديد، النحاس، المنغنيز والبوتاسيوم) والألياف الغذائية والبوليفينول بما في ذلك الفلافونويدات (Świeca *et al*., 2014, 54). علاوةً على ذلك، تمَّ تحديد الكينوا على أنها غذاء منخفض المؤشر الغلايسيمي (Atkinson *et al*., 2008, 2281). تبعاً لذلك، فإن إضافة دقيق الكينوا إلى خبز القمح قد يحسن قيمته التغذوية ويقلل من قيمة المؤشر الغلايسيمي، وهو ما يتماشى مع اتجاه تطور صناعة الخبز، ومع ذلك، فإن إضافة دقيق الكينوا قد يتسبب في انخفاض جودة الخبز، مثل حجم الخبز المحدد، ومسامية اللبابة، والملمس (Moawad *et al*., 2019, 2387).

يمكن أيضاً استخدام الكينوا في صناعة المخابز لأن النشاء الموجود في البذور له خصائص مشابهة لتلك الموجودة في القمح (Gómez-Caravaca *et al*., 2011, 10815)، من ناحية أخرى، أظهرت إضافة دقيق الكينوا آثاراً إيجابيةً في الخصائص الحسية لمنتجات المخابز مثل الخبز والبسكويت (Stikic *et al*., 2012, 132). Xu وزملاؤه ٢٠١٩ أضافوا دقيق الكينوا إلى دقيق القمح لصنع الخبز، وقد أشارت النتائج إلى أن إضافة كمية صغيرة من دقيق الكينوا لحد ٥٪ لم تؤثر في أداء الخَبز لدقيق القمح، بينما أدت الكميات الأعلى من ١٠٪ و١٥٪ إلى حجم نوعي أصغر، وزيادة الصلابة والمسامية الخشنة، حيث تبين أن دقيق الكينوا يغير الهيكل الثانوي للغلوتين ويعطل شبكة الغلوتين، ومع ذلك، أظهر التقييم الحسي أن نكهة الخبز تحسنت بشكل ملحوظ مع زيادة إضافة دقيق الكينوا. Sn وزملاؤه ٢٠٢٠ تحروا عن تأثير دقيق الكينوا في الخصائص التركيبية والحسية للبسكويت، لأن هذين

المؤشرين يلعبان دوراً حيوياً في قبول منتجات المخابز، ووجدوا أن نسبة الاستبدال ٢٥٪ من دقيق الكينوا كان لها تأثيراً حسياً جيداً جداً وكذلك الخصائص التركيبية.

ماتزال الدراسات المرجعية المحلية محدودة فيما يتعلق بدراسة تأثير الاستبدال الجزئي لدقيق القمح المحلي بدقيق الكينوا في خصائص جودة منتجات المخابز، تبعاً لذلك، هدف هذا البحث إلى تقييم خصائص الجودة لخبز القالب والبسكويت المحضر من دقيق القمح عالي الجودة (دقيق الزيرو، استخراج ٧٢٪) والمستبدل جزئياً بنسب مختلفة من دقيق الكينوا.

مواد البحث وطرائقه

١- مواد البحث:

١- دقيق القمح: تمَّ اختيار دقيق القمح عالي الجودة (دقيق زيرو) بنسبة استخراج ٧٢٪، المنتج محلياً، وقد تمَّ شراؤه من السوق المحلية لمحافظة دمشق.

٢- بذور الكينوا: اختيار بذار صنف زير من حبوب الكينوا والمزروع في محطة قرحتا للبحوث الزراعية، ريف دمشق.

ويبين الجدول (١) التركيب الفيزيوكيميائي لدقيق القمح عالي الجودة ودقيق بذور الكينوا المستخدمان في البحث.

الجدول (١) التركيب الفيزيوكيميائي لدقيق القمح عالي الجودة ودقيق الكينوا.

	الرطوبة (%)	الرماد (%)	اللون (درجة)	البروتين (%)
دقيق الزيرو	10.55 ± 0.42	4.15 ± 0.10	١8.50 ± 0.33	13.05 ± 0.12
دقيق القمح	13.80 ± 0.42	0.65 ± 0.04	1.50 ± 0.02	11.20 ± 0.15

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

٢- تحضير دقيق الكينوا والدقيق المركب:

تمَّ تحضير دقيق بذور الكينوا والدقيق المركب (دقيق القمح مع دقيق الكينوا) حسب الخطوات التالية:

١-خفض محتوى الصابونين في بذور حبوب الكينوا حسب الطريقة الموصوفة في (Quiroga *et al*., 2015, 220).

٢-طحن بذور الكينوا بمطحنة مخبرية (Grain Mill, KitchenAid, Model 5KGM, Whirlpool Corporation, USA)، ونُخِّلت خلال منخل للحصول على دقيق درجة تحببه تتراوح بين (١٨٠-٣٠٠ µm).

٣-استبدال دقيق القمح الزيرو بدقيق الكينوا بنسبة (٠، ١٠، ٢٠، ٣٠ و٤٠٪).

٣- تصنيع خبز القالب:

تمَّ تصنيع خبز القالب (Pan bread) حسب طريقة العجينة المباشرة (Straight dough) والموصوفة في (Cauvain and Linda, 2007, 30) بالوصفة التالية: ١٠٠٠ غ دقيق قمح زيرو، ٢٠ غ خميرة طرية، ١٠ غ ملح الطعام، ١٠ غ سكروز، ٩ غ زيت نباتي وماء حسب امتصاصية الماء في جهاز الفارينوغراف.

وتمَّ اتباع الخطوات التالية:

١. إضافة جميع المواد الجافة في وعاء العجانة، حيث يتم العجن بواسطة عجانة عمودية ذات وعاء ثابت سرعتها (٧٥ دورة/دقيقة)، حيث تُضاف بادىء الأمر نصف كمية الماء المخصصة وبعدها تُضاف الكمية المتبقية أثناء العجن، وتستمر مدة العجن (٣٥-٤٠ دقيقة).

٢. عملية التخمير الأولي للعجين (٢٥-٣٠ دقيقة) في درجة حرارة (٢٨ °م).

٣. عملية التقطيع والتكوير بوزن للقطعة الواحدة (١٠٠–١٢٠ غ)، وتترك لفترة إستراحة (٥ دقائق) في درجة حرارة الغرفة.
٤. عملية التشكيل، توضع القطع في القالب، وتُعاد إلى المخمّر من أجل الإنضاج النهائي لمدة (٥٠ دقيقة) على درجة حرارة (٢٥–٣٠ °م) ويجب أن تكون الرطوبة النسبية (٨٥٪) لعدم جفاف السطح.
٥. تتم بعد ذلك عملية الشواء في الفرن المروحي بدرجة حرارة تتراوح بين (٢٢٠–٢٥٠ °م) مدة (٥ دقائق).
٦. التبريد والتغليف.

4- تصنيع البسكويت:

تمَّ تصنيع البسكويت تبعاً للطريقة الموصوفة في (Moawad *et al*., 2018, 2390) حسب الوصفة التالية: ١٠٠٠غ دقيق، ١٦٠ غ زبدة نباتية مهدرجة، ٣٠٠ غ سكروز، ٥ غ ملح، ٣٦ غ مسحوق الخبيز، ٢.٥ غ فانيليا و١٥٠ غ ماء.

وتمَّ اتباع الخطوات التالية:

١- تمّ مزج السكر مع الزبدة النباتية بصورة جيدة، ثمّ أُضيف مسحوق الخبيز والدقيق والماء، وعُجِّنت بشكلٍ جيدٍ حتَّى التجانس وتطور الشبكة الغلوتينية.
٢- جُمِّعت العجينة ونُقِّلت إلى صينية الخبيز، حيث فُردت بسماكة ٣.٥ مم، وقُطِّعت باستخدام قاطع دائري ذو قطر ٤٥ مم.
٣- خُبِّزت بالفرن على درجة حرارة ٢١٠ °م لمدة ٨ دقائق.
٤- التبريد البطيء، وعندما وصلت إلى درجة حرارة الغرفة، عُبِّئت ضمن أكياس من البولي إيتلين وتُركت لحين التحليل.

٥- الخصائص الكيميائية للخبز والبسكويت:

١. الرطوبة: AACC رقم ٤٤-A١٥ (AACC, 2000).
٢. الرماد: AACC رقم ٠١-٠٨ (AACC, 2000).
٣. البروتين: AACC رقم ١٠-٤٦ (AACC, 2000).
٤. اللبيدات: AACC رقم ٢٥-٣٠ (AACC, 2000).
٥. الألياف الخام: AACC رقم ٤٥-٣٢ (AACC, 2000).
٦. الكربوهيدرات الكلية: تمَّ تحديد إجمالي الكربوهيدرات بطرح ١٠٠ غ من مجموع البروتين والرماد واللبيدات والألياف (FAO, 2003).

٦- الخصائص التصنيعية للبسكويت:

تمَّ تقييم الخصائص التصنيعية للبسكويت وفق الطريقة المتبعة في (Mudgil *et al*., 2017):

١- قطر القطعة: حُسِّب متوسط قطر ١٠ قطع من البسكويت بـ (مم) باستعمال مقياس البياكوليس.
٢- سماكة القطعة: قيست سماكة ١٠ قطع من البسكويت، وحُسِّب المتوسط مقدراً بـ (مم).
٣- معامل التمدد: تم حساب معامل التمدد من العلاقة: معامل التمدد = القطر / السماكة.
٥- الصلابة: تمَّ قياس صلابة البسكويت باستخدام جهاز (Texture Analyser)، وذلك لقياس متوسط القوة اللازمة لكسر ١٠ قطع من البسكويت.

٧- 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)، اعتماداً على مجموع النقاط لكل نوع وفق لـ ٥ درجات تتوزع كما هو مبين في الجدول (٢).

الجدول (٢) درجات التقييم الحسي لعينات الخبز والبسكويت.

الدرجة	ممتازة	جيدة جداً	جيدة	مقبولة	سيئة
التقييم	٥	٤	٣	٣	١

٨- التحليل الإحصائي:

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

النتائج والمناقشة:

١- تقييم الخصائص الكيميائية لعينات الخبز والبسكويت المدروسة:

يوضح الجدول (٣) التركيب الكيميائي لخبز القالب المصنع من مستويات مختلفة من استبدال دقيق القمح عالي الجودة المحلي بدقيق الكينوا (٠-٤٠٪).

أهم ما يميز الجدول (٣) التأثير عالي المعنوية لإضافة دقيق الكينوا في جميع المؤشرات الكيميائية المدروسة، حيث لوحظ ارتفاع نسبة الرطوبة في عينات الخبز المدروسة مع ارتفاع نسبة الاستبدال بدقيق الكينوا (٣٥.١٥-٣٩.٥٦٪)، ويعود ذلك إلى ارتفاع نسبة البروتينات والألياف الغذائية الحاوية على مجموعات الهيدروكسيل في دقيق الكينوا مقارنةً بدقيق القمح والتي تسمح بالارتباط مع الماء من خلال الروابط الهيدروجينية (Li and Zhu, 2016). بالإضافة إلى ذلك، ازداد محتوى البروتين الكلي للخبز المعتمد على الكينوا تدريجياً مع نسبة الاستبدال من (١٠.٥٨٪) في عينة الشاهد إلى (١٦.١٠٪) في الخبز الحاوي على ٤٠٪ من دقيق الكينوا، وهذا يعني زيادة مقدارها (٦٥.٧١٪) في محتوى البروتين، ويرجع ذلك إلى احتواء دقيق الكينوا على نسبة عالية من البروتين مقارنةً بدقيق القمح (El-Sohaimy *et al*., 2018). كما زادت أيضاً محتويات اللبيدات والألياف والرماد في عينات الخبز المضاف إليها دقيق الكينوا مقارنةً بعينة خبز الشاهد (١٠٠٪ دقيق القمح)، فقد ازداد محتوى اللبيدات من (١.٨٢٪) في خبز الشاهد إلى (٢.٥٤٪) في الخبز المدعم بنسبة ٤٠٪ دقيق الكينوا. في نفس الاتجاه، زاد محتوى الرماد والألياف من (٠.٨٨٪ و٠.٥٢٪) في الشاهد إلى (١.٤١٪ و١.١١٪) في الخبز المدعم بنسبة ٤٠٪ دقيق الكينوا، على التوالي. كانت الزيادة المعنوية ($P \leq 0.05$) في محتوى اللبيدات بسبب احتواء دقيق الكينوا على نسبة لبيدات أعلى من دقيق القمح، وكما كانت الزيادات المعنوية في كل من قيم الألياف والرماد في عينات الخبز المدعمة بدقيق الكينوا مقارنةً بخبز الشاهد ناتجة عن استخدام دقيق الكينوا الكامل الذي يحتوي على نسبة أعلى من الألياف والرماد من دقيق القمح. تعكس هذه النتائج الفوائد الصحية لاستخدام دقيق الكينوا في التطبيقات الغذائية، خاصةً عند استخدام دقيق الكينوا الكامل، كما في الدراسة الحالية، بسبب احتواء دقيق الكينوا على نسبة عالية من المعادن والفيتامينات والألياف. تتوافق هذه النتائج التي تم الحصول عليها مع النتائج التي تمَّ الإبلاغ عنها سابقاً والتي كشفت أن مكملات منتجات المخابز بدقيق الكينوا رفعت مستويات الألياف ومحتوى المعادن (Repo-Carrasco *et al*., 2003; Park *et*

al., 2005). على النقيض من ذلك، وجد أن إجمالي الكربوهيدرات للخبز المكمّل بدقيق الكينوا بنسبة تصل إلى ٤٠٪ قد انخفض بشكل ملحوظ من (٨٦.٢٠٪) في خبز الشاهد إلى (٧٨.٨٠٪) في الخبز المدعم بنسبة ٤٠٪ من دقيق الكينوا، ويمكن أن يعزى هذا الانخفاض إلى أن محتوى البروتين والرماد والألياف واللبيدات في خبز الكينوا أعلى من محتوى خبز القمح الذي يؤثر في مستويات الكربوهيدرات. إنَّ النتائج التي تمَّ الحصول عليها في العمل الحالي قريبة من النتائج التي تمَّ الإبلاغ عنها سابقاً والتي كشفت أن إضافة دقيق الكينوا إلى دقيق القمح أدى إلى زيادة القيمة الغذائية للخبز المدعم بمستوى أعلى من البروتين والألياف واللبيدات من الخبز المصنوع من دقيق القمح فقط (Stikic *et al*., 2012)، وأكدت الدراسة الحالية أن صناعة خبز القالب عالي القيمة الغذائية المدعم بدقيق الكينوا بنسبة تصل إلى ٤٠٪ على القدرة على استخدام دقيق الكينوا لتطوير منتجات المخابز المعززة للصحة كمنتجات مبتكرة.

الجدول (٣) التركيب الكيميائي لعينات الخبز المدعم بدقيق الكينوا.

	٪٠	٪١٠	٪٢٠	٪٣٠	٪٤٠
الرطوبة (%)	35.15 ± 1.01^{a}	36.25 ± 0.50^{b}	38.44 ± 1.20^{c}	39.11 ± 0.42^{d}	39.56 ± 1.42^{e}
الرماد (%)	0.88 ± 0.02^{a}	0.97 ± 0.01^{b}	1.19 ± 0.05^{c}	1.28 ± 0.05^{d}	1.41 ± 0.02^{e}
البروتين (%)	10.58 ± 0.20^{a}	11.95 ± 0.35^{b}	13.25 ± 0.44^{c}	14.72 ± 0.15^{d}	16.10 ± 0.22^{e}
اللبيدات (%)	1.82 ± 0.10^{a}	1.96 ± 0.04^{b}	2.12 ± 0.01^{c}	2.31 ± 0.05^{d}	2.54 ± 0.02^{e}
الألياف الخام (%)	0.52 ± 0.01^{a}	$0.55 \pm 0.05^{a,b}$	0.61 ± 0.05^{b}	1.05 ± 0.02^{c}	1.11 ± 0.01^{d}
الكربوهيدرات (%)	86.20 ± 2.44^{a}	84.52 ± 1.25^{b}	82.85 ± 0.55^{c}	80.64 ± 1.٢2^{d}	78.80 ± 1.31^{e}

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

من جهة أخرى، يبين الجدول (٤) التركيب الكيميائي التقريبي لعينات البسكويت المحضر من دقيق القمح عالي الجودة والمستبدل بنسبة (٠، ١٠، ٢٠، ٣٠ و٤٠٪) من دقيق بذور الكينوا الكاملة.

وبشكل مماثل تقريباً للتركيب الكيميائي لخبز القالب، لوحظ ارتفاع النسبة المئوية للرطوبة (٦.٥٥–٧.١٦٪)، النسبة المئوية للرماد (١.٢١–١.٥٨٪)، النسبة المئوية للبروتينات (٨.٣٠–١٠.٦٩٪)، النسبة المئوية للبيدات (١٦.٥٦–١٧.٨٨٪) والنسبة المئوية للألياف الخام (٠.٦٥–١.٩٨٪) وانخفاض النسبة المئوية للكربوهيدرات الكلية (٦٧.٨٧–٧٣.٢٨٪) عند ارتفاع نسبة دقيق الكينوا في خلطة دقيق القمح المعد لتحضير البسكويت. وكانت هذه نتيجةً متوقعةً، لأن دقيق الكينوا منتج غني بالمغذيات وذو محتوى بروتين ورماد ولبيدات وألياف خام أعلى بشكل عام من محتوى الحبوب الشائعة مثل القمح (Alvarez-Jubete *et al*., 2010). وفي دراسة أجراها Alvarez-Jubete وزملاؤه ٢٠٠٩ تمَّ الإبلاغ عن احتواء دقيق بذور الكينوا على ١٤.٥٪ بروتين، ٥.٢٪ لبيدات، ٦٤.٢٪ نشاء كلي، ١٤.٢٪ ألياف غذائية و٢.٧٪ رماد. وقد كانت نتائج هذا البحث مشابهة لحدٍ ما لنتائج (Demir and Kilinç, 2017) حول التركيب الكيميائي للكوكيز المحضر من دقيق القمح المدعم بدقيق الكينوا.

الجدول (٤) التركيب الكيميائي لعينات البسكويت المدعم بدقيق الكينوا.

	٪٠	٪١٠	٪٢٠	٪٣٠	٪٤٠
الرطوبة (%)	6.55 ± 0.12^{a}	6.61 ± 0.10^{a}	6.96 ± 0.15^{b}	7.10 ± 0.05^{c}	7.16 ± 0.22^{c}
الرماد (%)	1.21 ± 0.02^{a}	1.24 ± 0.05^{a}	1.33 ± 0.01^{b}	1.46 ± 0.02^{c}	1.58 ± 0.05^{d}
البروتين (%)	8.30 ± 0.15^{a}	9.15 ± 0.22^{b}	9.68 ± 0.12^{c}	10.24 ± 0.05^{d}	10.69 ± 0.11^{e}
اللبيدات (%)	16.56 ± 0.33^{a}	16.88 ± 0.25^{b}	17.10 ± 0.32^{c}	17.34 ± 0.51^{d}	17.88 ± 0.10^{e}
الألياف الخام (%)	0.65 ± 0.05^{a}	0.91 ± 0.02^{b}	1.26 ± 0.01^{c}	1.43 ± 0.05^{d}	1.98 ± 0.02^{e}
الكربوهيدرات (%)	73.28 ± 2.11^{a}	71.82 ± 2.05^{b}	70.63 ± 1.24^{c}	69.53 ± 1.51^{d}	67.87 ± 2.11^{e}

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

٢- تقييم الخصائص التصنيعية لعينات الخبز والبسكويت المدروسة:

تمَّ عرض نتائج تقدير الخصائص التصنيعية لخبز القالب المدعم نسب مختلفة من دقيق الكينوا (٠-٤٠٪) في الجدول (٥). أدت إضافة دقيق الكينوا إلى انخفاض معنوي في حجم الخبز من (١٤٤٩.٧٥ سم^{٣}) في خبز الشاهد إلى (١٣٠٠.٥٠ سم^{٣}) للخبز المدعم بدقيق الكينوا بنسبة ٤٠٪، أي أنَّ حجم رغيف الخبز انخفض بمقدار (١٠.٢٩٪) عند استبدال ٤٠٪ من دقيق القمح بدقيق الكينوا، مع ملاحظة عدم ظهور فروقات معنوية بين النسبة ٣٠٪ و٤٠٪ في حجم الرغيف. وتعود هذه الاختلافات في حجم الرغيف بين عينات الخبز المدروسة إلى عدم احتواء دقيق الكينوا على الغلوتين القادر على تكوين شبكة فريدة تجمع الخبز معاً وتساعد على رفع العجين عن طريق حبس فقاعات الغاز أثناء التخمير وإعطاء الخبز شكلاً وحجماً وقواماً فريداً، وإلى زيادة البروتين القلوي غير القابل للذوبان والذي يرتبط ارتباطاً وثيقاً بجودة خلط العجين الرديئة (Enriquez *et al*., 2003). على النقيض من ذلك، ازداد وزن الرغيف مع رفع نسبة دقيق الكينوا المضافة وتراوح بين (١٥٥.٢٠-١٧٤.٣٥ غ)، وذلك بسبب قدرة بروتين الكينوا على الاحتفاظ بكمية أكبر من الماء مقارنةً ببروتين القمح (Elsohaimy *et al*., 2015). من جهة أخرى، وكما هو متوقع، سجلت قيم الحجم النوعي اتجاهاً مماثلاً لخاصة الحجم، حيث انخفض معنوياً من (٩.٣٤ سم^{٣}/غ) في خبز الشاهد إلى (٧.٤٦ سم^{٣}/غ) في الخبز المدعم بنسبة ٤٠٪ من دقيق الكينوا، وتتوافق هذه النتائج مع (Park *et al*., 2005; Rodriguez–Sandoval *et al*., 2012).

الجدول (٥) الخصائص التصنيعية لعينات الخبز المدعم بدقيق الكينوا.

	حجم الرغيف (سم^{٣})	**وزن الرغيف (غ)**	**الحجم النوعي (سم^{٣}/غ)**
٪٠	1449.75 ± 3.15^{a}	155.20 ± 0.66^{a}	9.34 ± 0.11^{a}
٪١٠	1398.20 ± 2.10^{b}	162.55 ± 0.72^{b}	8.60 ± 0.15^{b}
٪٢٠	1345.15 ± 4.33^{c}	167.25 ± 0.55^{c}	8.04 ± 0.10^{c}
٪٣٠	1300.75 ± 1.65^{d}	171.85 ± 0.21^{d}	7.57 ± 0.02^{d}
٪٤٠	1300.50 ± 2.22^{d}	174.35 ± 0.44^{e}	7.46 ± 0.12^{e}

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

تمَّ عرض نتائج تأثير دقيق الكينوا في الخصائص التصنيعية للبسكويت، بما في ذلك القطر والسماكة ومعامل التمدد والصلابة في الجدول (٦). وفقاً للجدول (٦) أدت إضافة دقيق الكينوا إلى عينات البسكويت إلى زيادة طفيفة في قيم سماكة المنتج، حيث ازدادت من (٦.٥٠ مم) في عينة الشاهد إلى (٧.٠٠ مم) في العينة المدعمة بنسبة ٤٠٪ من دقيق الكينوا، مع ملاحظة عدم وجود فروقات معنوية في سماكة القطعة بين نسب الإضافة ٣٠٪ و٤٠٪. أيضاً، انخفضت قيم القطر مع زيادة مستويات دقيق الكينوا

في خلطات البسكويت ولكن لم يلاحظ انخفاض كبير مع إضافة ١٠٪ دقيق الكينوا، وتراوحت بين (٣٠.٣٠-٣٣.٢٠ مم). انعكست التغييرات في القطر والسماكة على معامل التمدد لعينات البسكويت المحضر. وبشكل عام، أدت إضافة دقيق الكينوا إلى دقيق القمح المعد لتحضير البسكويت إلى تقليل معامل تمدد العينات من (٥.١١) لعينة الشاهد إلى (٤.٣٣) في عينة البسكويت المدعمة بنسبة ٤٠٪ دقيق الكينوا. في الدراسات السابقة المنشورة، أفاد الباحثون أيضاً بانخفاض معامل تمدد البسكويت عندما تمَّ استبدال دقيق القمح بأنواع من الدقيق غير الغلوتيني، مثل دقيق الصويا ودقيق الحنطة السوداء ودقيق الحلبة (Gandhi *et al*., 2001; Hooda and Jood, 2005, Baljeet *et al*., 2010). تُعزى معاملات التمدد المنخفضة لعينات البسكويت المدعمة بدقيق الكينوا إلى حقيقة أن الدقيق المركب يشكل على ما يبدو مجاميع مع زيادة عدد المواقع المحبة للماء التي تتنافس على كمية الماء المتاحة المحدودة في عجينة البسكويت (Baljeet *et al*., 2010). أيضاً، أظهرت نتائج الأبحاث السابقة لعينات بسكويت عالية البروتين انخفاضاً في معامل التمدد (McWatters *et al*., 2003, Singh and Mohamed, 2007, Yamsaengsung *et al*., 2012)، حيث أظهرت هذه النتائج أن استبدال دقيق القمح بدقيق الكينوا قد أثر في خصائص عجينة البسكويت وتسبب في بسكويت أكثر تراصاً، وبالتالي، فإن استخدام دقيق الكينوا في استبدال دقيق القمح له مزايا أكثر خاصةً في إنتاج البسكويت من أنواع القمح الضعيفة من أجل تحسين قوام البسكويت الناتج، وفي إنتاج أنواع من البسكويت المرغوبة ذات معامل للانتشار قليل. انخفضت قيم صلابة البسكويت عن طريق استبدال دقيق القمح بدقيق الكينوا، حيث أبدت عينة الشاهد (١٠٠٪ دقيق قمح) أعلى قيم صلابة (٤.١٥ غ) من قيم الصيغ الأخرى، بينما أقل قيم صلابة كانت لعينة البسكويت المحضرة باستبدال دقيق القمح بنسبة ٤٠٪ من دقيق الكينوا (٣.٢٠ غ). تناقضت نتائج هذا البحث مع نتائج أبحاث سابقة والتي بينت ازدياد قيم صلابة البسكويت مع ارتفاع نسبة استبدال دقيق القمح بدقيق الكينوا في الخلطة (Demir and Kilinç, 2017; Bilgiçli and Ibanoglu, 2015)، حيث وفقاً لهذه الأبحاث، أدى استخدام دقيق الكينوا إلى زيادة تراص عجينة البسكويت وبالتالي إعطاء بسكويت ذو قوام أكثر صلابةً، ويمكن أن تعزى هذه الاختلافات بين الأبحاث المنشورة في قيم صلابة البسكويت المحضر من الدقيق المركب لدقيق القمح ودقيق الكينوا إلى مجموعة من العوامل، مثل اختلاف تركيبة البسكويت المحضر ونوعه وخصائص المواد الأولية المستخدمة.

الجدول (٦) الخصائص التصنيعية لعينات البسكويت المدعم بدقيق الكينوا.

	قطر القطعة (مم)	سماكة القطعة (مم)	معامل التمدد	الصلابة (غ)
٪٠	33.20 ± 0.05^{a}	6.50 ± 0.10^{a}	5.11 ± 0.15^{a}	4.15 ± 0.12^{a}
٪١٠	32.50 ± 0.16^{b}	6.60 ± 0.05^{a}	4.92 ± 0.05^{b}	4.00 ± 0.33^{a}
٪٢٠	32.40 ± 0.01^{b}	6.80 ± 0.15^{b}	4.76 ± 0.01^{c}	3.75 ± 0.05^{b}
٪٣٠	30.60 ± 0.15^{c}	6.95 ± 0.02^{c}	4.40 ± 0.10^{d}	3.50 ± 0.10^{c}
٪٤٠	30.30 ± 0.22^{c}	7.00 ± 0.11^{c}	4.33 ± 0.11^{d}	3.20 ± 0.02^{d}

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

٣- تقييم الخصائص الحسية لعينات الخبز والبسكويت المدروسة:

يعرض الجدول (٧) متوسطات قيم النقاط الحسية لخبز القالب المكمّل بنسب مختلفة من دقيق الكينوا. لوحظ عدم وجود فروق معنوية ($p > 0.05$) بين درجات التقييم الحسي للخبز المصنوع من دقيق القمح فقط (الشاهد) ومخلوط دقيق الكينوا حتى ١٠٪، حيث بدأت الفروقات المعنوية بالظهور عند رفع نسبة الاستبدال بدقيق الكينوا حتى ٢٠٪. من جهة أخرى، يبين الجدول (٧) عدم وجود فروقات معنوية كبيرة بين خبز الشاهد وعينات الخبز المحضرة من الدقيق المركب حتى ٤٠٪ دقيق كينوا في كل من

مؤشرات النكهة والطعم، فقد انخفضت نكهة الخبز من (٤.٥٠ درجة) إلى (٤.٠٠ درجة) وطعم الخبز من (٤.٨٠ درجة) إلى (٤.١٠ درجة) في خبز الشاهد والخبز المدعم بنسبة ٤٠٪ دقيق الكينوا على التوالي، وبالتالي بقيت عينات الخبز ضمن فئة "جيد جداً" من ناحية الطعم والنكهة، وقد يكون اختفاء طعم المرارة في الخبز المنتج المضاف إليه دقيق الكينوا في الدراسة الحالية بسبب منهجيتنا في إزالة الصابونين من بذور الكينوا. على النقيض من ذلك، أدت عملية استبدال دقيق القمح بدقيق الكينوا إلى انخفاض عالي المعنوية في درجة لون الخبز، حيث تراوحت القيم الحسية للون بين (٣.٠٠–٤.٦٥ درجة). يعد اللون مؤشر مهم في الجودة للمستهلكين عند اختيار الأغذية أو شرائها، وقد أظهر خبز القالب المكمّل باستبدال عالي المستوى لدقيق الكينوا قشرة بنية أكثر من خبز الشاهد بسبب المحتوى العالي من البروتين الذي يتفاعل مع السكريات المختزلة أثناء الخَبز بواسطة تفاعل ميلارد، بالإضافة إلى وجود أصباغ طبيعية في دقيق الكينوا. من جهة أخرى، توضح النتائج أن قوام الخبز المطوَّر لا يحتوي على فروق ذات دلالة إحصائية ($p > 0.05$) بين عينة الشاهد والخلائط التي تحتوي على ١٠٪ من دقيق الكينوا، في حين أن الخلطات التي تحتوي على ٢٠٪ حتى ٤٠٪ دقيق الكينوا لديها انخفاض معنوي في الدرجة الحسية، حيث انخفض قوام الخبز إلى (٣.٢٠ درجة) في العينة الحاوية على ٤٠٪ من دقيق الكينوا مقارنةً بـ (٤.٧٠ درجة) في عينة الشاهد، ويرجع هذا الانخفاض في القوام إلى نقص الغلوتين المسؤول عن تكوين شبكة نسيجية في الخبز. بشكل عام، أظهر خبز القالب المكمّل بدقيق الكينوا تشابهاً معتدلاً مع قبول عام لأعضاء اللجنة، مما يشير إلى مقبولية خبز القالب المطوّر مع دقيق الكينوا بنسبة تصل إلى ٤٠٪. تتوافق هذه النتائج مع النتائج التي توصل إليها (Bastidas *et al*., 2016) الذين أفادوا بأن استبدال دقيق القمح بدقيق الكينوا قد تؤثر بشكل معنوي في بعض المؤشرات الحسية مثل اللون والقوام بسبب وجود نخالة الكينوا.

الجدول (٧) الخصائص الحسية لعينات الخبز المدعم بدقيق الكينوا.

	٪٠	٪١٠	٪٢٠	٪٣٠	٪٤٠
اللون	4.65 ± 0.41^{a}	4.50 ± 0.33^{a}	4.00 ± 0.50^{b}	3.20 ± 0.35^{c}	3.00 ± 0.55^{d}
النكهة	4.50 ± 0.31^{a}	4.50 ± 0.11^{a}	4.50 ± 0.44^{a}	4.00 ± 0.25^{b}	4.00 ± 0.72^{b}
القوام	4.70 ± 0.10^{a}	4.55 ± 0.15^{a}	4.05 ± 0.32^{b}	3.75 ± 0.25^{c}	3.20 ± 0.55^{d}
الطعم	4.80 ± 0.15^{a}	4.60 ± 0.11^{a}	4.40 ± 0.22^{b}	4.40 ± 0.35^{b}	4.10 ± 0.60^{c}
القبول العام	4.60 ± 0.10^{a}	4.55 ± 0.25^{a}	4.40 ± 0.20^{b}	4.00 ± 0.12^{c}	3.70 ± 0.55^{d}

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

تبين نتائج التقييم الحسي لعينات البسكويت المحضر باستبدال دقيق القمح بنسبة (٠، ١٠، ٢٠، ٣٠ و٤٠٪) من دقيق الكينوا (الجدول ٨) أنه لم يكن هناك فرقات معنوية كبيرة ($P \geq 0.05$) بين عينة الشاهد (١٠٠٪ دقيق قمح) وعينات البسكويت المدعمة بدقيق الكينوا. بالإضافة إلى ذلك، بيَّن التحليل الإحصائي أن عينات البسكويت الحاوية على ١٠٪ من دقيق الكينوا كان لها نفس الدرجات الحسية مقارنةً ببسكويت الشاهد. على النقيض من ذلك، كان لإضافة دقيق الكينوا تأثيراً معنوياً مهماً إحصائياً ($p \leq 0.05$) في القوام، حيث لوحظ انخفاضاً في مؤشر القوام من (٤.٥٠ درجة) إلى (٣.٦٠ درجة) في عينة البسكويت المدعمة بنسبة ٤٠٪ من دقيق الكينوا. وبشكل عام، تظهر نتائج تقييم الحسي لعينات البسكويت أنه يمكن تصنيع بسكويت مقبول حسياً باستخدام دقيق الكينوا حتى مستويات ٤٠٪. بينت دراسات سابقة أنه يمكن إنتاج بسكويت من دقيق الكينوا مشابه بخصائصة الحسية لبسكويت دقيق القمح حتى نسبة استبدال ٢٠٪ (Demir and Kilinç, 2017).

الجدول (٨) الخصائص الحسية لعينات البسكويت المدعم بدقيق الكينوا.

	٪٠	٪١٠	٪٢٠	٪٣٠	٪٤٠
اللون	4.50 ± 0.22^{a}	4.40 ± 0.16^{a}	4.10 ± 0.20^{b}	4.00 ± 0.44^{c}	4.00 ± 0.25^{c}
النكهة	4.50 ± 0.21^{a}	4.50 ± 0.10^{a}	4.50 ± 0.65^{a}	4.00 ± 0.33^{b}	4.00 ± 0.11^{b}
القوام	4.40 ± 0.15^{a}	4.25 ± 0.42^{a}	4.00 ± 0.51^{b}	4.00 ± 0.11^{b}	3.60 ± 0.35^{c}
الطعم	4.60 ± 0.24^{a}	4.50 ± 0.32^{a}	4.20 ± 0.20^{b}	4.00 ± 0.66^{c}	4.00 ± 0.35^{c}
القبول العام	4.50 ± 0.30^{a}	4.50 ± 0.15^{a}	4.20 ± 0.10^{b}	4.00 ± 0.10^{c}	4.00 ± 0.41^{c}

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

الاستنتاجات:

١. بيَّن تحليل التركيب الكيميائي لخبز القالب والبسكويت المصنع من مستويات مختلفة من استبدال دقيق القمح عالي الجودة المحلي (دقيق الزيرو) بدقيق الكينوا التأثير عالي المعنوية لإضافة دقيق الكينوا في جميع المؤشرات الكيميائية المدروسة، حيث لوحظ ارتفاع نسبة الرطوبة، البروتين، الرماد، اللبيدات والألياف الخام وانخفاض نسبة الكربوهيدرات مع ارتفاع نسبة دقيق الكينوا في الخلطة، وبالتالي تعكس هذه النتائج الفوائد الصحية لاستخدام دقيق الكينوا في التطبيقات الغذائية ولتطوير منتجات المخابز المعززة للصحة كمنتجات مبتكرة.

٢. أدت إضافة دقيق الكينوا إلى انخفاض معنوي في حجم الخبز بمقدار (١٠.٢٩٪) عند استبدال ٤٠٪ من دقيق القمح بدقيق الكينوا، وقد ترافق ذلك أيضاً بانخفاض قيم الحجم النوعي للخبز. وبشكلٍ مماثلٍ، أدت إضافة دقيق الكينوا إلى دقيق القمح المعد لتحضير البسكويت إلى تقليل معامل تمدد العينات، حيث تفيد هذه النتائج بأن استخدام دقيق الكينوا في استبدال دقيق القمح له مزايا في إنتاج البسكويت من أنواع القمح الضعيفة من أجل تحسين قوام البسكويت الناتج، وفي إنتاج أنواع من البسكويت المرغوبة ذات معامل التمدد المنخفض.

٣. تناقضت نتائج هذا البحث مع نتائج أبحاث سابقة والتي بينت ازدياد قيم صلابة البسكويت مع ارتفاع نسبة استبدال دقيق القمح بدقيق الكينوا في الخلطة.

٤. لوحظ عدم وجود فروقات معنوية بين درجات التقييم الحسي للخبز والبسكويت المصنوع من دقيق القمح فقط ومخلوط دقيق الكينوا حتى ١٠٪، حيث بدأت الفروقات المعنوية بالظهور عند رفع نسبة الاستبدال بدقيق الكينوا حتى ٢٠٪، بينما أظهر خبز القالب المكمّل باستبدال عالي المستوى لدقيق الكينوا قشرة بنية أكثر من خبز الشاهد. وبشكل عام، أظهر خبز القالب والبسكويت المكمّل بدقيق الكينوا تشابهاً معتدلاً مع قبول عام لأعضاء اللجنة، مما يشير إلى مقبولية خبز القالب والبسكويت المطوّر مع دقيق الكينوا بنسبة تصل إلى ٤٠٪.

٥. التوصيات:

١. دراسة الخصائص التغذوية لمنتجات المخابز المدعمة بدقيق الكينوا، مثل مضادات الأكسدة، التركيب المعدني والفيتامينات.

٢. تحديد أفضل نسب استبدال لدقيق القمح بدقيق الكينوا.

٣. العمل على تحضير منتجات أخرى، مثل المعكرونة والنودلز المدعمة بنسب مختلفة من دقيق الكينوا.

٤. تقييم خصائص الخبز العربي المعد من دقيق القمح القياسي (الدقيق الموحد التمويني) بنسب استبدال مختلفة من دقيق الكينوا.

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. 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.
3. Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K. and Gallagher, E. (2009). ***Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients.*** International Journal of Food Sciences and Nutrition, 60, 240-257.
4. Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K. and Gallagher, E. (2010). ***Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients.*** Trends in Food Science and Technology, 21, 106-113.
5. Atkinson, F. S., FosterPowell, K. and BrandMiller, J. C. (2008). International tables of glycemic index and glycemic load values: Diabetes Care, 76, 2281-2283.
6. Baljeet, S. Y., Ritika, B. Y. and Roshan, L. Y. 2010. ***Studies on functional properties and incorporation of buckwheat flour for biscuit making.*** International Food Research Journal, 17, 1067-1076.
7. Bastidas, E. G., Roura, R., Rizzolo, D. A. D., Massanés, T. and Gomis, R. (2016). ***Quinoa (Chenopodium quinoa Willd), from nutritional value to potential health benefits: An integrative review.*** Journal of Nutrition and Food Science, 6, 497-508.
8. Bilgiçli, N and İbanoğlu, Ş. (2015). ***Effect of pseudo cereal flours on some physical, chemical and sensory properties of bread.*** Journal of Food Science and Technology, 52, 1-5.
9. Cauvain, S. P. and Linda, S. Y. (2007). Bread-making process. In: ***Technology of Breadmaking.*** pp. 28-33, Chapter 2, (2nd Ed.) Springer, New York, USA.
10. Demir, M. K. and Kilinç, M. (2017). ***Utilization of quinoa flour in cookie production.*** International Food Research Journal, 24, 2394-2401.
11. Elsohaimy, S. A., Refaay, T. M. and Zaytoun, M. A. M. (2015). ***Physicochemical and functional properties of quinoa protein isolate.*** Annals of Agricultural Sciences, 60, 297-305.
12. El-Sohaimy, S., Mohamed, S. E., Shehata, M., Mehany, T. and Zeitoun, M. (2018). ***Compositional analysis and functional characteristics of quinoa flour.*** Annual Research & Review in Biology, 22, 1-11.
13. Enriquez, N., Peltzer, M., Raimundi, A., Tosi, V. and Pollio, M. L. (2003). ***Characterization of wheat and quinoa flour blends in relation to their breadmaking quality.*** Anales des la Asociacion Quimica Argentina, 91, 47-54.
14. FAO. (2003) ***Food energy-methods of analysis and conversion factors***, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
15. Ferng, L. H., Liou, C. M., Yeh, R. and Chen, S. H. (2016). ***Physicochemical property and glycemic response of chiffon cakes with different rice flours.*** Food Hydrocolloids, 53, 172-179.
16. Gandhi, A. P., Kotwaliwale, N., Kawalkar, J., Srivastav, D. C., Parihar, V. and Raghu, N. (2001). ***Effect of incorporation of defatted soyflour on the quality of sweet biscuits.*** Journal of Food Science and Technology -Mysore-, 38, 502-503.
17. Gómez-Caravaca, A. M., Segura-Carretero, A., Fern, A. and Caboni, M. F. (2011). ***Simultaneous determination of phenolic compounds and saponins in quinoa (Chenopodium quinoa Willd) by a liquid chromatography-diode array detection-electrosprayionization-time-of-flight mass spectrometer methodology.*** J. Agric. Food Chem., 59, 10815-10825.
18. Hasler, C. M. (2002). ***Functional foods: benefits, concerns and challenges- A position paper from the American Council on Science and Health.*** The Journal of Nutrition, 132, 3772-3781.
19. Hooda, S. and Jood, S. (2005). ***Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour.*** Food Chemistry, 90, 427-435.

20. Li, G. and Zhu, F. (2016). ***Physicochemical properties of quinoa flour as affected by starch interactions.*** Food Chemistry, 221, 1560-1568.
21. McWatters, K. H., Ouedraogo, J. B., Resurreccion, A. V., Hung, Y. C. and Phillips, R. D. (2003). ***Physical and sensory characteristics of sugar cookies containing mixtures of wheat, fonio (Digitaria exilis) and cowpea (Vigna unguiculata) flours.*** International Journal of Food Science and Technology, 38, 403-410.
22. 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.
23. 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.
24. Nowak, V., Du, J. and Charrondière, U. R. (2016). ***Assessment of the nutritional composition of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.).*** Food Chemistry, 193, 47-54.
25. Park, S., Maeda, T. and Morita, N. (2005). ***Effect of whole quinoa flours and lipase on the chemical, rheological and breadmaking characteristics of wheat flour.*** Journal of Applied Glycoscience, 52, 337-343.
26. 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.
27. Repo-Carrasco, R., Espinoza, C. and Jacobsen, S. E. (2003). ***Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (Chenopodium quinoa) and kañiwa (Chenopodium pallidicaule).*** Food Reviews International, 19, 179-189.
28. Rodriguez-Sandoval, E., Sandoval, G. and Cortés Rodríguez, M. (2012). ***Effect of quinoa and potato flours on the thermomechanical and breadmaking properties ofwheat flour.*** Brazilian Journal of Chemical Engineering, 29, 503-510.
29. Shewry, P. R. and Hey, S. J. (2015). ***The contribution of wheat to human diet and health.*** Food and energy security, 4, 178-202.
30. Simsek, S. and Nehir, E. S. (2015). ***In vitro starch digestibility, estimated glycemic index and antioxidant potential of taro (Colocasia esculenta L. Schott) corm.*** Food Chemistry, 168, 257-261.
31. Singh, M. and Mohamed, A. (2007). ***Influence of gluten-soy protein blends on the quality of reduced carbohydrates cookies.*** LWT - Food Science and Technology, 40, 353–360.
32. Sn, G., Pm, K. and Chavan, U. (2020). ***Studies on effect of quinoa flour on sensorial and textural properties of biscuits.*** International Journal of Food Science & Technology, 5, 77-84.
33. Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic-Opsenica, D., Jacobsen, S. E. and Milovanovic, M. (2012). ***Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (Chenopodium quinoa Willd.) as an ingredient in bread formulations.*** Journal of Cereal Science, 55, 132-138.
34. Świeca, M., Sęczyk, Ł., Gawlik-Dziki, U. and Dziki, D. (2014). ***Bread enriched with quinoa leaves – The influence of protein–phenolics interactions on the nutritional and antioxidant quality.*** Food Chemistry, 162, 54-62.
35. Wolter, A., Hager, A. S., Zannini, E. and Arendt, E. K. (2014). ***Influence of sourdough on in vitro starch digestibility and predicted glycemic indices of gluten-free breads.*** Food & Function, 5, 564-572.
36. Xu, X., Luo, Z., Yang, Q., Xiao, Z. and Lu, X. (2019). ***Effect of quinoa flour on baking performance, antioxidant properties and digestibility of wheat bread.*** Food Chemistry, 294, 87-95.
37. 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.