التركيب الكيميائي ونشاط مضادات الأكسدة والخصائص الريولوجية والحسية للخبز المدعم بدقيق الشيا والكينوا

إعداد

أ.د/ تسبي محمد رشاد لطفي

أستاذ التغذية وعلوم الأطعمة

قسم الاقتصاد المنزلي- كلية التربية النوعية- جامعة الاسكندرية

أ.م.د/ إستير فيكتور عبد النور

أستاذ مساعد التغذية وعلوم الأطعمة

قسم الاقتصاد المنزلي- كلية التربية النوعية- جامعة الاسكندرية

أسماء خالد شفيق

مدرس مساعد التغذية وعلوم الأطعمة

قسم الاقتصاد المنزلي- كلية التربية النوعية- جامعة الاسكندرية

مجلة بحوث التربية النوعية ـ جامعة المنصورة

عدد (٦٦) ـ ابريل ٢٠٢٢

التركيب الكيميائي ونشاط مضادات الأكسدة والخصائص الريولوجية والحسية للخبز المدعم بدقيق الشيا والكينوا

إعداد

أ.د/ تسبي محمد رشاد لطفي* أ.م.د/إستير فيكتور عبدالنور** أسماء خالد شفيق***

الملخص

لقد حظي دقيق الشيا والكينوا مؤخرًا باهتمام كبير بين المستهلكين نظرًا لأهميتة التغذوية المعززة للصحة. تهدف هذة الدراسة الى التعرف على الخواص الكيميائية و الريولوجية ، و كذلك نشاط مضادات الأكسدة والتقييم الحسي للخبز المدعم بدقيق الشيا والكينوا وخليطهما. أظهرت نتائج التركيب الكيميائي لدقيق الشيا و الكينوا أن دقيق الشيا يحتوي على مستويات عالية من البروتين والدهون والألياف والرماد ، بينما يحتوى دقيق الكينوا على نسبة عالية من الكربوهيدرات مقارنة بالشيا ، و أقل من دقيق القمح في نفس الوقت. كما زادت محتويات البروتين في الخبزالمدعم بدقيق الشيا والكينوا مع زيادة مستويات الشيا و الكينوا و خليطهما بالمقارنة بخبز دقيق القمح (الكونترول). أظهرت النتائج اختلافات معنوية في نشاط مضادات الأكسدة بين خبز الكونترول ومجموعات الخبز المدعم بدقيق الشيا والكينوا وخليطهما. كما أظهرت الخصائص الريولوجية للعجين إلى زيادة امتصاصه للماء وثبات العجين ومرونته في جميع الخلطات مقارنة بخبز الكونترول ، ومن ناحية أخرى كان هناك انخفاض في درجة ليونة العجين وقابليته للتمدد. و من هنا يمكن الاستنتاج أن إضافة دقيق الشيا و الكينوا أدى الى زيادة القيمة الغذائية لدقيق القمح. علاوة على ذلك ، أظهر التقييم الحسي أن الخبز المدعم بدقيق الشيا و الكينوا كان مقبولاً من قبل أعضاء التحكيم وكانت افضل مجموعة هي الخبز المدعم بـ ١٠٪ شيا و ١٠٪ كينوا وخليطهما. لذا نوصي بإستخدام دقيق الشيا والكينوا كبديل جزئي لدقيق القمح في تدعيم منتجات الخبز حيث يزيد من القيمة الغذائية والوظيفية للمنتجات.

الكلمات المفتاحية: الشيا- الكينوا- التركيب الكيميائي- مضادات الأكسدة- الخواص الريولوجية والحسية.

* أستاذ التغذية وعلوم الأطعمة قسم الاقتصاد المنزلي- كلية التربية النوعية- جامعة الاسكندرية

** أستاذ مساعد التغذية وعلوم الأطعمة قسم الاقتصاد المنزلي- كلية التربية النوعية- جامعة الاسكندرية

*** مدرس مساعد التغذية وعلوم الأطعمة قسم الاقتصاد المنزلي- كلية التربية النوعية- جامعة الاسكندرية

المقدمة:

الأغذية الوظيفية كالحبوب و البقوليات و الفواكه والدرنات تعتبر مصدرا جيد للبروتينات ومجالًا واعدًا للاستفادة بيها في تدعيم دقيق القمح لرفع قيمته الغذائية (Garcia-Salcedo et al., 2018).

اكتسبت الشيا والكينوا مؤخرًا قبولًا بين المستهلكين في جميع أنحاء العالم لأنها تحتوي على مجموعة متنوعة من العناصر الغذائية والمركبات النشطة بيولوجيًا (Fernández-López et al., 2021).

تنتمي الشيا (Salvia hispanica L.) إلى جنس سالفيا وعائلة لابياتي (Labiatae). تتميز بذور الشيا بإحتوائها على مكونات غذائية وعلاجية عالية. تتوقف المكونات الغذائية على العوامل الوراثية وتأثير النظم البيئية التي تزرع فيها هذة النباتات (Kulkarni et al., 2020).

تحتوي بذور الشيا على بروتين عالي الجودة وكمية عالية من أحماض أوميجا ٣ الدهنية وحمض ألفا لينولينيك الدهني الأساسي والألياف الغذائية (da Silva et al., 2015) , كما تحتوي الشيا أيضًا على معادن وفيتامينات ومضادات الأكسدة بوليفينولية تحمي البذور من الأكسدة الكيميائية والميكروبية (Ullah et al., 2016).

الكينوا (Chenopodium quinoa) هي حبوب تنتمي إلى جنس Chenopodium ، عائلة Chenopodiacea (Gomez-Pando et al., 2019). تعتبر الكينوا مصدرًا غنيًا بالبروتين , لأنها تحتوي على كمية كبيرة من الأحماض الأمينية الأساسية كالليسين والتي غالبًا ما تكون مكونًا ثانويًا لبروتينات الحبوب (Burrieza et al., 2019). ولبذور الكينوا تأثيرات مضادة للأكسدة مرتبطة بمحتواها العالي من الزيوت والأحماض الدهنية الأساسية (Gafare et al., 2016). كما أن للكينوا فوائد صحية لما لها من قيمة بيلوجية عالية ، لاحتوائها على مضادات الأكسدة وبالتالي تساعد في الحد من السمنة ومرض السكر , وكذلك إحتوائها على مواد مضادة للإلتهابات التي لها دور مهم في تقليل مخاطر الإجهاد التأكسدي في العديد من الأمراض ، مثل مرض السكر وأمراض القلب والأوعية الدموية والسرطان (Tang and Tsao, 2017).

تعد الشيا والكينوا نوعان من النباتات التي تمتلك بذورهما خصائص وظيفية وحيوية, كما أن التركيزات العالية من العناصر الغذائية والمكونات النشطة بيولوجيًا تجعل الشيا والكينوا من الحبوب الوظيفية المثالية ضد الاضطرابات الفسيولوجية (Otondi et al., 2020). المركبات النشطة بيولوجيًا الموجودة في الأطعمة النباتية من الممكن أن تعمل كمضادات للأكسدة وبالتالي تحمي الخلايا من الأمراض (Noratto et al., 2019).

مضادات الأكسدة هي المواد التي تحمي الخلايا من الأكسدة الناتجة عن زيادة الأكسجين التفاعلي. حيث يتسبب إطلاق جذور الأكسجين الحرة في حدوث إجهاد تأكسدي في

الجسم قد يؤدي الى حدوث اضطرابات، كما يحدث فى العديد من الأمراض مثل السكر والسمنة (Singh et al., 2019).

يعتبر الخبز من منتجات الحبوب الشائعة التى تحتوي على العديد من العناصر الغذائية مثل المعادن والفيتامينات، (Salehi, 2019). كما يحتوي الخبز على كمية قليلة من الأحماض الأمينية الأساسية مثل ليسين وثريونين وتريبتوفان (Shen et al., 2019).لذلك يعتبر التدعيم بأنواع أخرى من الحبوب الغذائية كالشيا و الكينوا في انتاج الخبز يحسن من قيمته الغذائية. لذلك تم تدعيم خبز القمح بدقيق الشيا والكينوا وخليطهما بمستويات مختلفة.

في هذه الدراسة ، تم تحليل الخبز المدعم باستبدال دقيق القمح بنسب مختلفة من دقيق الشيا والكينوا وخليطهما للحصول على نسبة التدعيم المثلى وخواصها الكيميائية وخصائصها الريولوجية ونشاط مضادات الأكسدة والصفات الحسية.

المواد والطرق

المواد:

- تم الحصول على جميع المواد الكيميائية المستخدمة في التحاليل من شركة الجمهورية ، مصر.
- بذور الشيا والكينوا ودقيق القمح مستخلص ٧٢٪ والسكر والملح والخميرة تم الحصول عليها من الاسواق المحلية بالاسكندرية، مصر.

الطرق:

تحضير دقيق الشيا:

تم طحن بذور الشيا باستخدام مطحنة كهربائية (مولينكس ، فرنسا) للحصول على شكل مسحوق وحفظها عند ٤ درجات مئوية في أكياس نظيفة لحين استخدامها (Demin et al., 2013).

تحضير دقيق الكينوا:

تم غسل بذور الكينوا بالمياة النظيفة وتمريرها على مناخل ذات ثقوب ضيقة. بهدف إزالة الصابونين وإجرائها حتى اختفاء الرغوة ثم تم تجفيفها وطحنها باستخدام مطحنة كهربائية (مولينكس ، فرنسا) للحصول على شكل مسحوق وتخزينها عند ٤ درجات مئوية في أكياس نظيفة لحين استخدامها (Demin et al., 2013).

تحضير الخبز:

الجدول التالي يوضح المكونات المستخدمة في تحضير خبز القمح (الكونترول) وخبز الشيا والكينوا وفقا لطريقة Juarez-Garcia et al (2006)

جدول (١): المكونات المستخدمة في تحضير خبز القمح (الكونترول) وخبز الشيا والكينوا

المكونات / العينات	دقيق الشيا	دقيق الكينوا	دقيق القمح	الخميرة	ملح	سكر	المياه
	(جم)						(مل)
خبز الكونترول (١٠٠ ٪دقيق قمح)	-	-	100	2.5	0.7	2	80
خبز (١٠٪ دقيق شيا+ ٩٠٪ دقيق قمح)	10	-	90	2.5	0.7	2	79
خبز (٢٠٪ دقيق شيا+ ٨٠٪ دقيق قمح)	20	-	80	2.5	0.7	2	81
خبز (٣٠٪ دقيق شيا+ ٧٠٪ دقيق قمح)	30	-	70	2.5	0.7	2	83
خبز (١٠٪ دقيق كينوا+ ٩٠٪ دقيق قمح)	-	10	90	2.5	0.7	2	77
خبز (٢٠٪ دقيق كينوا+ ٨٠٪ دقيق قمح)	-	20	80	2.5	0.7	2	73
خبز (٣٠٪ دقيق كينوا+ ٧٠٪ دقيق قمح)	-	30	70	2.5	0.7	2	70
خبز الخليط ١٠٪ (٥٪ دقيق شيا+٥٪ دقيق كينوا+ ٩٠٪ دقيق قمح)	5	5	90	2.5	0.7	2	78
خبز الخليط ٢٠٪ (١٠٪ دقيق شيا+١٠٪ دقيق كينوا+ ٨٠٪ دقيق قمح)	10	10	80	2.5	0.7	2	74
خبز الخليط ٣٠٪ (١٥٪ دقيق شيا+١٥٪ دقيق كينوا+ ٧٠٪ دقيق قمح)	15	15	70	2.5	0.7	2	75

خطوات عمل الخبز:

تم خلط دقيق القمح بالملح والخميرة وكمية مناسبة من الماء. تم خلط المكونات لمدة ٧ دقائق ، وتركها لمدة ١٠ دقائق ، وتقسيمها (١٠٠ جم) ، وعجنها ، ثم تركها مرة أخرى (١٥ دقيقة). تم لف العجين يدويًا وخبزه على حرارة ٢٠٠ درجة مئوية لمدة ٢٩ دقيقة. تمت مراقبة درجة حرارة العجين وزيادة حجمه على فترات منتظمة أثناء التخمير. بعد التخمير يُخبز العجين في فرن كهربائي ويُبرد في درجة حرارة الغرفة لمدة ٦٠ دقيقة للتحليلات الكميائية لمكوناتة **(American Association of Cereal Chemists [AACC], 2000)**.

التركيب الكيميائي لعينات خبز الشيا والكينوا:

تم تقدير محتوى البروتين والدهون والرماد والألياف الغذائية والرطوبة تبعا لطريقة **(Thiex, 2009)**. كما تم تقدير محتوى الكربوهيدرات تبعا لطريقة**(AACC, 2000)** على النحو التالي:

كربوهيدرات٪ = ١٠٠- (بروتين٪ + رماد٪ + دهون٪ + ألياف٪).

تقدير نشاط مضادات الأكسدة ومحتوى الفينولات الكلية

تقدير نشاط مضادات الأكسدة DPPH:

تم قياس القدرة على مسك الجذور الحرة في مستخلصات العينة باستخدام مركب ٢ ، ٢ ثنائي فينيل - ١- بيكريل هيدرازيل (DPPH) وفقاً لـ**Wronkowska et al. (2010)** مع بعض التعديلات. تم خلط المستخلص (١٠٠ ميكرولتر) بمحلول DPPH الميثانولي المحضرحديثًا

(٢٥٠ ميكرولتر ، ١٠ مجم DPPH / 25 مل ٨٠ ٪ ميثانول) و ٨٠ ٪ ميثانول (٢ مل). يُترك الخليط في الظلام لمدة ٢٠ دقيقة عند درجة حرارة الغرفة. ثم تم قياس الامتصاصية عند طول موجة ٥١٧ نانومتر مقابل عينة المقارنة التي تحتوي على ٨٠٪ ميثانول ومحلول الجوهر بدون إضافة ٨٠٪ من الميثانول وتم حساب النشاط من المعادلة التاليه:

$$\text{DPPH}\cdot \text{ scavenging activity (\%)} = [(A0 - A1)/A0] \times 100$$

حيث ، A0 هو الامتصاصية لعينة المقارنة ، و A1 هو الامتصاصية للمستخلص. وقد تم استخدام ثلاث مكررات .

تقدير محتوى الفينولات الكلية:

تم تقدير محتوى الفينولات الكلية للمستخلصات الميثانولية باستخدام كاشف Folin-Ciocalteu تبعا لطريقة **Wronkowska et al. (2010)** حيث تم خلط ٠,١ مل من مستخلص العينة مع ٠,٩ مل من الماء غير المتأين ، ٢ مل من كربونات الصوديوم (١٠٪ وزن / حجم) و ١ مل من Folin Ciocalteu reagent–(90% v/v). تم تحضين الخليط في الظلام لمدة ساعة عند درجة حرارة الغرفة. تم قياس الامتصاصية بعد ذلك عند طول موجه ٧٦٥ نانومتر باستخدام مقياس الطيف الضوئي كما هو موضح:

(Mecasys Optizen Pop UV-Vis Single Beams Spectrophotometer, 10F, 640-3, Banseok-dong, Yuseong-gu, Daejeon, Korea).

تم التعبير عن النتائج بالميكروجرام من مكافئ حمض الجاليك (GAE) لكل جرام من الوزن الجاف.

تقدير الخصائص الريولوجية:

- **اختبار Farinograph:** تم إجراء اختبار Farinograph لتحديد امتصاص الماء ، ووقت الوصول ، وثبات العجين ، مطاطية العجين بعد ١٢,٠٠ دقيقة ، وفقاً لطريقة **AACC, (2000)**
- **اختبار Extensograph:** تم إجراء اختبار Extensograph من خلال المنحنى بإستخدام مقياس مساحة السطح (سم ^{٢}) والتمدد (مم) ، وأقصى مقاومة للتمدد والعدد النسبي وفقاً للطريقة **(2000) [AACC]** American Association of Cereal Chemists.

التقييم الحسي لخبز القمح المدعم بدقيق الشيا والكينوا:

تم تقييم الخصائص الحسية تبعا لطريقة **Hooda and Jood (2005)** من قبل ٥٠ شخصًا من أعضاء هيئة التدريس وطلاب كلية التربية النوعية بجامعة الإسكندرية وشملت الخصائص كل من التذوق واللون والملمس والرائحة والتقبل العام والتي تم تقديرها من خلال متوسط مجموع الدرجات لجميع الخصائص الحسية. تم استخدام مقياس hedonic scale المكون

من ١٠ نقاط بمقياس يتراوح من ١ (يمثل عدم التقبل) إلى ١٠ (يمثل التقبل الشديد) للخصائص الحسية .

التحليل الأحصائي:

تم تحليل النتائج باستخدام حزمة برامج IBM SPSS الإصدار ٢٠,٠. (Armonk, NY: IBM Corp) تم وصف النتائج الكمية باستخدام متوسط الانحراف المعياري. تم الحكم على معنوية النتائج المتحصل عليها عند مستوى احتمالية ٥٪. اختبار F-test (ANOVA) يستخدم للمقارنة بين أكثر من مجموعتين ، واختبار Post Hoc test(LSD) لمقارنة ازواج المعاملات **(Kirkpatrick, 2015).**

النتائج والمناقشة:

التركيب الكيميائي لدقيق القمح والشيا والكينوا:

تم تحليل التركيب الكيميائي لدقيق الشيا والكينوا ومقارنتهما بدقيق القمح (الكونترول) مستخلص بنسبة ٧٢٪. أظهرت النتائج في **الجدول (٢)** إختلافات معنوية في كمية البروتين والدهون والألياف والرماد والكربوهيدرات بين دقيق الشيا و الكينوا ودقيق القمح على أساس الوزن الجاف.

أظهرت النتائج أن أعلى محتوى للبروتين في دقيق الشيا ١٧,٧٨ جم/ ١٠٠ جم, يليه الكينوا ١٥,١ جم/ ١٠٠ جم, ثم دقيق القمح ٩,٤٥ جم / ١٠٠ جم. احتوى دقيق القمح (الكونترول) على نسبة منخفضة من البروتين مقارنة بالشيا والكينوا.

كما أظهرت النتائج فروق معنوية في نسبة الدهون بين دقيق الشيا و الكينوا ودقيق القمح. حيث تم تقدير أعلى نسبة دهون في دقيق الشيا ٣٢,٥٥ جم/ ١٠٠ جم تليها الكينوا ٧,١١ جم/ ١٠٠ جم ثم دقيق القمح ١,٢٨ جم/ ١٠٠ جم.

أظهرت النتائج أيضا فروق معنوية في نسبة الألياف الكلية بين دقيق الشيا و الكينوا ودقيق القمح. حيث إحتوى دقيق القمح (الكونترول) على نسبة منخفضة من الألياف مقارنة بالشيا والكينوا. كما تم تقدير أعلى محتوى من الألياف في دقيق الشيا ٣٠,٠٩ جم/ ١٠٠ جم, يليه الكينوا ٤,٩٧ جم/ ١٠٠ جم, ثم دقيق القمح ٠,٧٣ جم/ ١٠٠ جم.

أظهرت النتائج فروقا معنويا في نسبة الرماد بين دقيق الشيا و الكينوا و القمح. بينما سجلت أعلى نسبة رماد في دقيق الشيا ٤,٣٢ جم / ١٠٠ جم, تليها الكينوا ٣,٠٧ جم / ١٠٠ جم, ودقيق القمح ٠,٧٩ جم / ١٠٠ جم.

من ناحية أخرى ، أظهرت النتائج فروق معنوية في محتوى الكربوهيدرات بين دقيق الشيا و الكينوا ودقيق القمح. سجلت أعلى نسبة كربوهيدرات في دقيق القمح ٨٧,٧٥ جم / ١٠٠ جم تليها الكينوا ٦٩,٧٤ جم / ١٠٠ جم ودقيق الشيا ١٥,٢٦ جم / ١٠٠ جم. إحتوى دقيق القمح على أعلى نسبة من الكربوهيدرات بينما إحتوى دقيق الشيا على أقل نسبة من الكربوهيدرات.

أظهرت نتائج المحتوى الرطوبي فروق معنوية بين دقيق الشيا و الكينوا ، بينما لوحظت فروق غير معنوية بين دقيق القمح ودقيق الشيا و الكينوا في النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي.

تتماشى هذه النتائج مع **Miranda-Ramos and Haros, (2020)** حيث احتوى مستخلص دقيق القمح (٧٢٪) على ١١,٥٤٪ بروتين و ١٪ دهون و ٠,٥٨٪ رماد و ٨٣,٣٪ كربوهيدرات.

كما كانت نتائج البحث متوافقة مع **Iglesias-Puig and Haros, (2013)** الذين أفادوا أن كمية الألياف الغذائية في بذور الشيا تتراوح بين ٣٠,٩٪ و ٣٦,٢٪ اعتمادًا على نوع الشيا.

تتفق النتائج التي تم الحصول عليها أيضًا مع تلك التي أبلغ عنها **Fernandes et al. (2017)** الذين وجدوا أن الشيا تحتوي على ١٩,٥٥٪ بروتين, و ٣٥,٢٪ دهون, و ٤,٩٣٪ رماد.

كما أفادوا **Elbasyouny et al. (2019)** أن الكينوا تحتوي على ١٥,٠٦٪ بروتين, و ٥,٩٦٪ ألياف, و ٥,٦٢٪ دهون, و ٢,٤٧٪ رماد.

علاوة على ذلك ، أوضح **Preedy and Watson (2019)** أن محتوى الحمض الاميني اللايسين كان عالياً في حبوب الكينوا والشيا بينما كان منخفض في الحبوب الأخرى.

أوضحت أيضا دراسات أخرى ، إحتواء بذور الشيا والدقيق منزوع الدهن على أحماض أمينية مثل ثريونين وليسين وليوسين **(Ziemichód et al., 2019).**

وأشار **Lazaro et al. (2018)** أن معظم الألياف الموجودة في بذور الشيا هي ألياف قابلة للذوبان ، وذلك بسبب ارتفاع نسبة السكريات المتعددة التي تمتص ما يقرب من ٣٥,٢ ضعف وزنها من الماء. مما يُبطئ حركة الطعام داخل الجهاز الهضمي ويزيد من وقت هضم العناصر الغذائية وامتصاصها داخل الجسم. وزيادة اللزوجة تساعد في الشعور بالامتلاء والشبع لمدة أطول، بالإضافة إلى كبح الشهية مثل الجلوكوز.

جدول (٢): التركيب الكيميائي الإجمالي للشيا والكينوا ودقيق القمح (جرام / ١٠٠ جرام على أساس الوزن الجاف)

محتوى العينة / العينات	بروتين	دهون	ألياف	رماد	كربوهيدرات	رطوبة
	(جم /١٠٠ جم على أساس الوزن الجاف)					
دقيق القمح	9.45c ± 0.05	1.28c ± 0.03	0.73c ± 0.04	0.79c ± 0.02	87.75a ± 0.03	5.06ab ± 0.12
دقيق الشيا	17.78a ± 0.02	32.55a ± 0.05	30.09a ± 0.09	4.32a ± 0.03	15.26c ± 0.09	4.81b ± 0.01
دقيق الكينوا	15.10b ± 0.02	7.11b ± 0.02	4.97b ± 0.02	3.07b ± 0.03	69.74b ± 0.04	5.43a ± 0.50
F	652.17*	858.069*	109.61*	163.358*	117.704*	3.307
P	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.108
LSD 5%	0.058	0.062	0.052	0.049	0.121	0.597

تم التعبير عن البيانات باستخدام يعني ± SD.

F: F لاختبار ANOVA ، تم عمل كل مجموعتين باستخدام اختبار Post Hoc ((LSD)

الوسائل الموجودة في نفس العمود بأحرف مشتركة ليست ذات أهمية (بمعنى أن الوسائل ذات الأحرف المختلفة مهمة)

قيمة p :p للمقارنة بين المجموعات المدروسة ❖ : ذات دلالة إحصائية عند $(P \leq 0.05)$

التركيب الكيميائي للخبز المدعم بمستويات مختلفة من دقيق الشيا والكينوا وخليطهما

أظهرت النتائج في **الجدول (٣)** التركيب الكيميائي لخبز القمح (الكونترول) والخبز المدعم بنسب ١٠ و ٢٠ و ٣٠٪ دقيق الشيا و الكينوا وخليطهما.

كان متوسط قيم البروتين والدهون والألياف والرماد والكربوهيدرات والرطوبة في خبز القمح (الكونترول) ٩,٩٣ و ١,٢٨ و ٠,٥٤ و ٠,٩٦ و ٨٧,٢٩ و ٤,٤٥ جم / ١٠٠ جم, على التوالي. أظهرت النتائج وجود فروق معنوية $(P \leq 0.05)$ بين خبز القمح والخبز المدعم بدقيق الشيا و الكينوا وخليطهما. زادت نسبة البروتين بزيادة نسبة الشيا والكينوا. تراوح محتوى البروتين من ١٠,٣٨ إلى ١١,٩٧جم/١٠٠جم في الخبز المدعم بنسب ١٠ - ٣٠٪ دقيق الشيا ، بينما تراوح محتوى البروتين من ١٠,٢ إلى ١١,٦٣ جم / ١٠٠ جم في الخبز المدعم بنسب ١٠ و ٣٠٪ من دقيق الكينوا. علاوة على ذلك ، كان محتوى البروتين ١١,٤٧ و ١٢,٥٢ جم / ١٠٠ جم في الخبز المدعم بخليط من (٥٪ شيا + ٥٪ كينوا) و خليط من (١٥٪ شيا + ١٥٪ كينوا), على التوالي.

ومن خلال النتائج الموضحة في **الجدول (٣)** اختلافات معنوية في محتوى الدهون بين خبز القمح (الكونترول) والخبز المدعم بدقيق الشيا و الكينوا وخليطهما ، ما عدا الخبز المدعم بنسبة ١٠٪ كينوا. تراوح محتوى الدهون من ٣,٣٠ إلى ٧,٨٩ جم / ١٠٠ جم في الخبز المدعم بنسب ١٠ - ٣٠٪ من دقيق الشيا ، بينما تراوح محتوى الدهون من ١,٥٦ الى ٣,٠٣ جم / ١٠٠ جم في الخبز المدعم بنسب ١٠ و ٣٠٪ من دقيق الكينوا. كما كان مدى محتوى الدهون ١,٧٤ و ٤,٧٤ جم / ١٠٠ جم في الخبز المدعم بخليط من (٥٪ شيا + ٥٪ كينوا) وخليط من (١٥٪ شيا + ١٥٪ كينوا), على التوالي.

كما اظهرت النتائج فروق معنوية في نسبة الألياف بين خبز القمح (الكونترول) والخبز المدعم بدقيق الشيا ودقيق الكينوا وخليطهما. زادت نسبة الألياف مع زيادة مستويات الشيا أو الكينوا أو خليطهما. زاد محتوى الألياف من ٢,٩٣ إلى ٧,٤٨ جم / ١٠٠ جم في الخبز المدعم بنسب ١٠ و ٣٠٪ من دقيق الشيا. بينما زاد من ١,٢٥ إلى ٢,١٠ جم / ١٠٠ جم في الخبز المدعم بنسب ١٠ و ٣٠٪ من دقيق الكينوا. كما زادت من ١,٣١ إلى ٣,١٠ جم / ١٠٠ جم في الخبز المدعم بخليط من (٥٪ شيا + ٥٪ كينوا) وخليط من (١٥٪ شيا + ١٥٪ كينوا), على التوالي مقارنة مع خبز الكونترول ٠,٥٤ جم / ١٠٠ جم. وفيما يخص قيم الرماد تبين وجود فروق معنوية بين خبز القمح والخبز المدعم بدقيق الشيا و الكينوا وخليطهما ما عدا الخبز المدعم بنسبة ١٠٪ شيا.

كما أظهرت النتائج أيضا زيادة معنوية في محتوى الكربوهيدرات في خبز القمح (الكونترول) مقارنة مع الخبز المدعم بمستويات مختلفة من دقيق الشيا و الكينوا و خليطهما.

انخفضت نسبة الكربوهيدرات من ٨٧,٢٩ في خبز الكونترول إلى ٨٢,٣٣ و ٧٠,٨٩ جم / ١٠٠ جم في الخبز المدعم بنسب ١٠ و ٣٠٪ شيا، على التوالي. كما انخفض محتوى الكربوهيدرات إلى ٨٦,٠٢ و ٨١,٩١ جم / ١٠٠ جم في الخبز المدعم ١٠ و ٣٠٪ كينوا. علاوة على ذلك ، كان محتوى الكربوهيدرات ٨٤,٥٠ و ٧٨,٠٣ جم / ١٠٠ جم في الخبز المدعم بخليط من (٥٪ شيا + ٥٪ كينوا) وخليط من (١٥٪ شيا + ١٥٪ كينوا)، على التوالي.

فيما يتعلق بالمحتوى الرطوبي ومن خلال النتائج الموضحة في **الجدول (٣)** لوحظ انخفاض مستويات المحتوى الرطوبي في الخبز المدعم بالشيا مقارنة بخبز الكونترول وخبز الكينوا وخبز الخليط. كانت النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي ٢,٦٣ و ٢,٤٧ جرام / ١٠٠ جرام في الخبز المدعم بدقيق الشيا بنسب ١٠ و ٣٠٪، بينما كانت ٤,٤٥ جرام / ١٠٠ جرام في خبز الكونترول. كان المحتوى الرطوبي ٣,٥٢ و ٤,٤٢ جم / ١٠٠ جم في الخبز المدعم بدقيق الكينوا بنسب ١٠ و ٣٠٪. علاوة على ذلك ، كان المحتوى الرطوبي ٣,٥٩ و ٣,٧٩ جم / ١٠٠ جم في الخبز المدعم بخليط من (٥٪ شيا + ٥٪ كينوا) وخليط من (١٥٪ شيا + ١٥٪ كينوا) ، على التوالي. وبذلك أظهرت النتائج أن البروتين والرماد زاد تدريجياً مع زيادة مستوى الشيا والكينوا في الخبز ، بينما انخفضت الكربوهيدرات تدريجياً.

وهذه النتائج تتماشى مع تلك التي وضحها **Ali et al.(2012)** و **Levent(2018)** الذين وجدوا أن دقيق الشيا والكينوا المستخدم في تحضير الكعك الخالي من الجلوتين يحتوي على ٤,٢١٪ و ٣,٤٧٪ رماد و ١٩,٥٦٪ و ١٢,٣٦٪ بروتين و ٣١,٨٧٪ و ٥,٦٥٪ دهون على التوالي.

كما وجد **Miranda-Ramos and Haros (2020)** أن إضافة الكينوا والشيا وخليطهما أدى إلى زيادة محتوى الألياف بشكل كبير في الخبز مقارنة بخبز الكونترول. قد تكون هذه الزيادة بسبب درجة استخلاص الدقيق وازالة طبقات الحبوب الخارجية.

علاوة على ذلك، أكد **Câmara et al.(2020)** علي أن دقيق الشيا ومنتجاته أظهرت زيادة كبيرة في مستويات الرماد والألياف الغذائية الكلية والدهون والبروتينات. بينما انخفض محتوى النشا معنويا مقارنة بدقيق القمح.

وجد **Guiotto et al. (2020)** أن منتجات المخابز المدعمة بدقيق الشيا تحتوي على كميات أقل من الأحماض الدهنية المشبعة وكميات كبيرة من الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة أعلى من تلك التي تحتوى علي دقيق القمح فقط.

كما ذكر **Contreras et al. (2019)** أن انخفاض نسبة الكولسترول في الدم ربما يرجع لتأثير بذورالكينوا الغنية بالألياف والصابونين والسكوالين. بشكل رئيسي ، يبدو أن عمل هذه المكونات يؤدي إلى امتصاص الكوليسترول الغذائي وتقليل تخليق الكوليسترول في الكبد.

جدول (٣): التركيب الكيميائي الإجمالي للخبز المدعم بمستويات مختلفة من دقيق الشيا والكينوا وخليطهما مقارنة بخبز الكونترول

محتوى العينة / العينات	بروتين	دهون	ألياف	رماد	كربوهيدرات	رطوبة
	(جم /١٠٠ جم على أساس الوزن الجاف)					
خبز الكونترول	9.93f ± 0.06	1.28g ± 0.03	0.54i ± 0.04	0.96e ± 0.03	87.29a ± 0.09	4.45b ± 0.04
خبز مدعم ١٠٪ شيا	10.38e ± 0.02	3.30d ± 0.03	2.93d ± 0.03	1.06e ± 0.03	82.33e ± 0.09	2.63g ± 0.03
خبز مدعم ٢٠٪ شيا	10.86d ± 0.02	5.86b ± 0.02	3.68b ± 0.02	1.64b ± 0.03	77.96g ± 0.05	2.48h ± 0.03
خبز مدعم ٣٠٪ شيا	11.97b ± 0.02	7.89a ± 0.01	7.48a ± 0.03	1.77a ± 0.02	70.89h ± 0.01	2.47h ± 0.03
خبز مدعم ١٠٪ كينوا	10.20e ± 0.02	1.56fg ± 0.66	1.25h ± 0.05	0.97f ± 0.08	86.02b ± 1.12	3.52f ± 0.02
خبز مدعم ٢٠٪ كينوا	11.58c ± 0.03	2.48e ± 0.03	1.77f ± 0.03	1.18d ± 0.03	82.99d ± 0.06	5.63a ± 0.03
خبز مدعم ٣٠٪ كينوا	11.63c ± 0.03	3.03d ± 0.03	2.10e ± 0.02	1.33c ± 0.03	81.91e ± 0.07	4.42b ± 0.02
خبز مدعم بخليط (٥٪شيا+٥٪ كينوا)	11.47c ± 0.43	1.74f ± 0.03	1.31g ± 0.02	0.98f ± 0.02	84.50c ± 0.04	3.59e ± 0.01
خبز مدعم بخليط (١٠٪شيا+١٠٪ كينوا)	12.14b ± 0.04	3.16d ± 0.02	2.15e ± 0.03	1.36c ± 0.03	81.19f ± 0.03	3.86c ± 0.02
خبز مدعم بخليط (١٥٪شيا+١٥٪ كينوا)	12.52a ± 0.02	4.74c ± 0.03	3.10c ± 0.02	1.61b ± 0.03	78.03g ± 0.07	3.79d ± 0.02
F	122.38*	29.56*	14.72 *	21.57*	645.778*	50.21*
P	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
LSD 5%	0.235	0.360	0.047	0.061	0.551	0.042

تم التعبير عن البيانات باستخدام يعني ± SD.

F: F لاختبار ANOVA ، تم عمل كل مجموعتين باستخدام اختبار Post Hoc ((LSD)

الوسائل الموجودة في نفس العمود بأحرف مشتركة ليست ذات أهمية (بمعنى أن الوسائل ذات الأحرف المختلفة مهمة)

قيمة p: p للمقارنة بين المجموعات المدروسة ❖: ذات دلالة إحصائية عند ($P \leq 0.05$)

نشاط مضادات الأكسدة ومحتوى الفينولات الكلية للخبز المدعم بمستويات مختلفة من دقيق الشيا والكينوا وخليطهما مقارنة بخبز الكونترول

أظهرت النتائج في **الجدول (٤)** نشاط مضادات الأكسدة والمحتوى الفينولي الكلي للخبز المدعم بمستويات مختلفة من دقيق الشيا والكينوا وخليطهما مقارنة بخبز الكونترول. أظهرت النتائج اختلافات معنوية في نشاط مضادات الأكسدة بين خبز الكونترول من جانب ومعاملات الشيا

والكينوا وخليطهما من الجانب الآخر. لوحظ أقل نشاط مضاد للأكسدة في خبز الكونترول ٢٣,٤٧٪ , بينما سجلت أعلى نسبة في الخبز المدعم بخليط (١٥٪ شيا + ١٥٪ كينوا) حيث كانت ٤٩,٣٣٪. أظهرت النتائج أن نشاط مضادات الأكسدة في الخبز المدعم بدقيق الشيا بنسب ١٠ و ٢٠ و ٣٠٪ كان كالتالي ٢٥ و ٢٩,٧٣ و ٣٠,٢٧٪, على التوالي. بينما كان نشاط مضادات الاكسدة في الخبز المدعم بدقيق الكينوا بنسب ١٠ و ٢٠ و ٣٠٪ كالتالي ٣٣,١٧ و ٣٧,٥٣ و ٣٨,٣٣٪, على التوالي. سجل نشاط مضادات الأكسدة في الخبز المدعم بمستويات الكينوا أعلى قيمة مقارنةً بالشيا وخبز الكونترول. علاوة على ذلك ، زاد نشاط مضادات الأكسدة أيضا في الخبز المدعم بخليط من الشيا والكينوا حيث سجل٣٩,٢٠ و ٤٣,٥٧ و ٤٩,٣٣٪ في النسب الأتية (٥٪ شيا + ٥٪ كينوا) و (١٠٪ شيا + ١٠٪ كينوا) و (١٥٪ شيا + ١٥٪ كينوا), على التوالي.

ولوحظ نفس الاتجاه في محتوى الفينولات الكلية في **الجدول (٤)** حيث كان لخبز الكونترول أدنى مستوى ١١٢,١٧ ملجم / ١٠٠ جم , بينما سجل أعلى محتوى فينولي في مجموعات الخبز المدعم بخليط من دقيق الشيا والكينوا. زاد إجمالي محتوى الفينولات بزيادة مستويات الشيا والكينوا وخليطهما. بينما بلغ إجمالي محتوي الفينولات في الخبز المدعم بدقيق الشيا بنسب ١٠ و ٢٠ و ٣٠٪ كالتالي ١٩٦,٣٠ و ٢٤٨,٥٧ و ٢٨٥,١٧ ملجم / ١٠٠ جم, على التوالي. بينما كانت قيم محتوى الفينولات في الخبز المدعم بنسب ١٠ و ٢٠ و ٣٠٪ من دقيق الكينوا كالتالي ٢١٨,٢ و ٢٨١,٣٧ و ٢٩٠,٢ ملجم / ١٠٠جرام, على التوالي. كما سجلت النتائج أعلى قيمة لمحتوى الفينولات الكلية في الخبز المدعم بخليط من الشيا والكينوا كالتالي ٢٩٥,١٧ و ٣١١,٤٣ و ٣٢١,٥٣ ملجم / ١٠٠ جم بنسب (٥٪ شيا + ٥٪ كينوا) و (١٠٪ شيا + ١٠٪ كينوا) و (١٥٪ شيا + ١٥٪ كينوا), على التوالي.

النتائج الحالية تتوافق مع **Repo-Carrasco et al. (2011)** الذين ذكروا أن الكينوا يمكن اعتبارها مصدرًا جيدًا للبوليفينول ومركبات مضادات الأكسدة الأخرى.

أكد أيضًا ، **Costantini et al.(2014)** أن استخدام دقيق الشيا عند مستوى ١٠٪ أدى إلى زيادة كبيرة في المحتوى الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة لعينات الخبز.

تتفق النتائج مع **Levent (2018)** الذي وجد أن المحتوى الفينولي الكلي لعينات الكيك كان ٢١٨,٧٤ مجم / ١٠٠ جرام في خليط ١٠٪ من دقيق الشيا والكينوا و ٣٠١,٣٣ مجم / ١٠٠ جرام في خليط ٢٠٪. أيضًا ، كما أفادت دراسة أخرى أن مستخلص بذور الكينوا تحتوي على محتوى الفينولي الكلي أعلى من مستخلص بذور الشيا **(Scapin et al., 2016).**

كما وجد **Hernández-Ledesma (2019)** أن الكينوا هي غذاء وظيفي أكثر فعالية من حيث مصدره للفلافونيدات النشطة بيولوجيا من الحبوب التقليدية.

علاوة على ذلك ،أوضح **Tang et al., (2015)** أن أنواع الكينوا تحتوي على إجمالي محتوى الفينولات حوالي ٤٦٦,٩٩ و ٦٣٤,٦٦ و ٦٨٢,٠٥ ملجم / كجم في الكينوا البيضاء والأحمر والأسود ، على التوالي.

كما أظهر **Mbikay (2012)** أن المركبات الفينولية لها خصائص لتقليل السمنة و مكملاتها الغذائية تقلل بشكل كبير من مستوى الدهون الثلاثية و الكوليسترول فى الدم.

Razzeto et al., (2019) ذكروا أن الكينوا تحتوي على مستوى أعلى من مضادات الأكسدة مقارنة بالحبوب الأخرى واقترحوا أن الكينوا تمتلك مركبات قوية لإزالة الجذور الحرة.

جدول (٤): نشاط مضادات الأكسدة ومحتوى الفينولات الكلية للخبز المدعم بمستويات مختلفة من دقيق الشيا والكينوا وخليطهما مقارنة بخبز الكونترول

العينات / محتوى العينة	نشاط مضادات الاكسدة (%)	الفينولات الكلية (ملجم/١٠٠جم)
خبز الكونترول	$23.47^{h} \pm 0.25$	$112.17^{j} \pm 0.76$
خبز مدعم ١٠٪ شيا	$25.0^{g} \pm 0.10$	$196.30^{i} \pm 0.20$
خبز مدعم ٢٠٪ شيا	$29.73^{f} \pm 1.62$	$248.57^{g} \pm 0.31$
خبز مدعم ٣٠٪ شيا	$30.27^{f} \pm 0.12$	$285.17^{e} \pm 0.21$
خبز مدعم ١٠٪ كينوا	$33.17^{e} \pm 0.21$	$218.20^{h} \pm 0.20$
خبز مدعم ٢٠٪ كينوا	$37.53^{d} \pm 0.31$	$281.37^{f} \pm 0.32$
خبز مدعم ٣٠٪ كينوا	$38.33^{cd} \pm 0.15$	$290.20^{d} \pm 0.20$
خبز مدعم بخليط (٥٪شيا+٥٪كينوا)	$39.20^{c} \pm 0.20$	$295.17^{c} \pm 0.15$
خبز مدعم بخليط (١٠٪شيا+١٠٪كينوا)	$43.57^{b} \pm 0.31$	$311.43^{b} \pm 0.40$
خبز مدعم بخليط (١٥٪شيا+١٥٪كينوا)	$49.33^{a} \pm 0.49$	$321.53^{a} \pm 0.45$
F	618.441^{*}	932.54^{*}
P	$<0.001^{*}$	$<0.001^{*}$
LSD 5%	0.969	0.622

تم التعبير عن البيانات باستخدام يعني ± SD.

F: F لاختبار ANOVA ، تم عمل كل مجموعتين باستخدام اختبار Post Hoc ((LSD)

الوسائل الموجودة في نفس العمود بأحرف مشتركة ليست ذات أهمية (بمعنى أن الوسائل ذات الأحرف المختلفة مهمة)

قيمة p: p للمقارنة بين المجموعات المدروسة ❖ : ذات دلالة إحصائية عند ($P \leq 0.05$)

الخصائص الريولوجية للعجين

اختبار Farinograph:

يستخدم اختبار الفارينوجراف لتقييم الخصائص الريولوجية للعجين مثل امتصاص الماء وخصائص أخرى للعجين أثناء الخلط وتحديد تطور الدقيق أثناء عملية الخبز.

أظهرت النتائج الواردة في **الجدول (٥)** أن إضافة دقيق الشيا ودقيق الكينوا وخليطهما إلى دقيق القمح بنسب ١٠ و ٢٠ و ٣٠٪ أدى إلى زيادة تدريجية في نسبة امتصاص الماء. كانت نسبة امتصاص الماء في العجين المدعم بدقيق الشيا بنسب ١٠و ٢٠ و ٣٠ ٪ كالتالي ٨٠,١٪ و ٨٣,٥٪ و ٨٥,٣٪ , على التوالي. بينما كانت نسبة امتصاص الماء في الخبز المدعم بثلاث مستويات الكينوا كالتالي ٦٨ و ٦٩,٨ و ٧٠٪, على التوالي. كانت نسب الثلاث مستويات من خليط الشيا والكينوا هي ٧٦ و ٧٧,٦ و ٧٨,٣٪, على التوالي. كما سجلت نسبة امتصاص الماء في دقيق القمح (الكونترول) ٥٨,٢٪ ، وأظهرت التحليلات الإحصائية وجود فروق معنوية في نسبة امتصاص الماء بين عجين دقيق القمح والشيا و الكينوا و خليطهما.

من ناحية أخرى ، أظهرت النتائج في **الجدول (٥)** عدم وجود زيادة ملحوظة في وقت تطور العجين بإضافة الشيا ودقيق الكينوا وخليطهما إلى دقيق القمح. في حين أن وقت تطور دقيق القمح (الكونترول) كان حوالي ١,٥ دقيقة بينما وصل الى دقيقتين لخلطات الشيا والكينوا. تراوحت مدة تطور العجين لمستويات الشيا و الكينوا بين ٢,٥ و ٣,٥ دقيقة. أظهرت التحليلات الإحصائية وجود فروق معنوية في زمن تطور عجين دقيق القمح والشيا والكينوا وخليطهما.

كما أشارت النتائج ثبات العجين في **الجدول (٥)** إلى أن التدعيم بدقيق الشيا ودقيق الكينوا وخليطهما مع دقيق القمح بنسب ١٠ و ٢٠ و ٣٠٪ أدى إلى زيادة ثبات العجين. كانت القيم ٧,٨ و ٨,٢ و ٨,٥ دقيقة لدقيق الشيا, على التوالي. وكانت ٦,٢ و ٦,٩ و ٧,٣ دقيقة لدقيق الكينوا, على التوالي. كانت قيم الخليط هي ٦,٠ و ٦,١ و ٦,٥ دقيقة, على التوالي. بينما سجل الكونترول (دقيق القمح) ٧,٥ دقيقة. و يمكن ملاحظة أن القيم زادت بزيادة نسبة دقيق الشيا ودقيق الكينوا وخليطهم.

بينما كانت أوقات الوصول للتخمر في الثلاث نسب من دقيق الشيا هي ٥,٥ و ٦,٠ و ٦,٦ دقيقة, على التوالي. بينما كانت ٢,٣ و ٢,٧ و ٣,١ دقيقة لدقيق الكينوا, على التوالي. كانت قيم وقت الوصول للتخمر في الثلاث نسب من خليط الشيا والكينوا هي ٣,٨ و ٤,١ و ٤,٣ دقيقة مقارنة بدقيق القمح (الكونترول) الذي سجل ١,٥ دقيقة.

انخفضت درجة ليونة (نعومة) العجين بإضافة نسب دقيق الشيا ودقيق الكينوا وخليطهما. حيث كانت درجة ليونة العجينة المدعمة بدقيق الشيا عند نسب ١٠ و ٢٠ و ٣٠٪ هي ٣٥,٠ و ٣١,٠ و ٢٩ B.U , على التوالي بينما كانت قيم الليونة في العجينة المدعمة بدقيق الكينوا هي ٣٧ و ٣٤ و ٣٢ B.U, على التوالي بينما وصلت القيم إلى ٤٥ و ٤٣ و ٤٠ B.U, على التوالي في الثلاث نسب من خليط الشيا والكينوا مقارنة بدقيق القمح والتي سجل ٥٠ B.U.

تتطابق النتائج الحالية مع تلك التي ذكرها **Kurek and Sokolova (2019)** والتي أظهرت تأثير الكينوا على خصائص خلط العجين ، مثل امتصاص الماء ووقت وصول العجين للتخمر كما لم يحدث انخفاض في وقت تطورالعجين.

أيضا ذكر **Drakos et al. (2017)** أن الاختلافات في امتصاص الماء بين المجموعة الضابطة والخليط المحتوي على دقيق الكينوا قد تكون بسبب الاختلاف في محتويات البروتين والألياف الغذائية , كما اشاروا أن المحتوى العالي من البروتين والألياف الغذائية في دقيق الكينوا أدى الى ارتفاع معدل امتصاص الماء للعجين.

كما افاد **Contreras et al. (2019)** أن الاختلافات في وقت تطور العجين بين المجموعة الضابطة وخلطات دقيق الكينوا قد تكون بسبب الاختلافات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية بين مكونات الكينوا ودقيق القمح ، وكما أن ارتفاع معدل امتصاص الماء في دقيق الكينوا قد يرجع إلى زيادة كمية البروتين القابل للذوبان في دقيق الكينوا والذي ينتج عنه وقتًا أطول لتطور العجين.

Fernandes et al. (2017) وجدوا أن بذور الشيا تحتوي على الكثير من الألياف الغذائية والسكريات العديدة والتي تتحد مع الماء الحر وتمنع تبخره أثناء عملية الخبز.

جدول (٥): تأثير دقيق الشيا والكينوا وخليطهما على مؤشرات Farinograph للعجين مقارنة بالكونترول

المكونات / العينات	الامتصاصية ٪	تطور العجينة/ دقيقة	الثباتية/ دقيقة	وقت الوصول للتخمر / دقيقة	النعومة (B.U)**
الكونترول دقيق قمح ١٠٠٪	58.2e ± 1.51	1.5e ± 0.14	7.5cd ±0.48	1.5i ±0.08	50.0a ±1.34
١٠٪ دقيق شيا	80.1b ±1.74	3.0b ± 0.11	7.8bc ±0.14	5.5b ±0.10	35.0de ±1.22
٢٠٪ دقيق شيا	83.5a ± 1.28	3.0 b ±0.13	8.2ab ±0.61	6.0a ±0.11	31.0gh ±1.18
٣٠٪ دقيق شيا	85.3a ±1.68	3.0 b ±0.10	8.5a ±0.25	6.6 a ±0.14	29.0h ±1.16
١٠٪ دقيق كينوا	68.0d ±1.56	2.5c ±0.09	6.2f ±0.21	2.3h ±0.12	37.0d ±1.23
٢٠٪ دقيق كينوا	69.8 d ±1.73	3.5a ±0.14	6.9de ±0.52	2.7g ±0.11	34.0ef ±1.21
٣٠٪ دقيق كينوا	70.0 d ±1.0	3.5 a ±0.11	7.3cd ±0.20	3.1f ±0.10	32.0fg ±1.19
١٠٪ خليط (٥٪ دقيق شيا+٥٪ دقيق كينوا	76.0 c ±1.50	2.0d ±0.14	6.0f ±0.41	3.8e ±0.12	45.0b ±1.31
٢٠٪ خليط (١٠٪ دقيق شيا+١٠٪ دقيق كينوا	77.6bc ±1.72	2.0 d ±0.12	6.1f ±0.12	4.1d ±0.14	43.0b ±1.29
٣٠٪ خليط (١٥٪ دقيق شيا+١٥٪ دقيق كينوا	78.3 bc ±1.64	2.0 d ±0.13	6.5ef ±0.37	4.3c ±0.11	40.0c ±1.26

**B.U (Brabender unite)

تم التعبير عن البيانات باستخدام يعني ± SD.

F: F لاختبار ANOVA ، تم عمل كل مجموعتين باستخدام اختبار Post Hoc ((LSD)

الوسائل الموجودة في نفس العمود بأحرف مشتركة ليست ذات أهمية (بمعنى أن الوسائل ذات الأحرف المختلفة مهمة)

قيمة p: p للمقارنة بين المجموعات المدروسة ❖ : ذات دلالة إحصائية عند $(P \leq 0.05)$

اختبار Extensograph:

يوفر جهاز Extensograph قياس قابلية التمدد والمرونة للعجين. أظهرت النتائج في **الجدول (٦)** علاقة عكسية بين المرونة وقابلية التمدد حيث أظهرت الزيادة في المرونة انخفاضًا في القابلية للتمدد.

كما أظهرت النتائج أن قابلية التمدد لدقيق القمح (الكونترول) كانت ٢٣٠ ملم وانخفضت إلى ١٩٥ و ١٧٣ و ١٦٠ ملم في العجينة التي تحتوي على نسب ١٠ و ٢٠ و ٣٠٪ من دقيق الشيا، على التوالي. كانت مرونة عجينة دقيق القمح ٢٦٥ B.U وزادت إلى ٤٣٠ و ٥٨٥ و ٧٥٠ B.U في العجينة التي تحتوي على مستويات مختلفة من دقيق الشيا بنسب ١٠ و ٢٠ و ٣٠ ٪ ، على التوالي.

كما لوحظ أن قابلية التمدد للعجين انخفضت إلى ٢٢٠ و ٢١٠ و ١٩٠ ملم في العجين المحتوي على دقيق الكينوا بنسب ١٠ و ٢٠ و ٣٠٪، على التوالي. علاوة على ذلك ، زادت المرونة في العجين الذي يحتوي على ثلاث نسب من دقيق الكينوا إلى ٣٤٣ و ٤٧٢ و ٥٣٣ B.U، على التوالي. بينما سجلت القابلية للتمدد في العجينة التي تحتوي على ثلاث نسب من خليط الشيا والكينوا ٢١٥ و ٢٠٠ و ١٨٣ ملم، على التوالي. بينما زادت المرونة في العجين الذي يحتوي على ثلاث نسب خليط من الشيا والكينوا إلى ٣٧٠ و ٥١٥ و ٦٢٠ B.U، على التوالي. من النتائج المعروضة في **الجدول (٦)** يمكن ملاحظة أن قابلية التمدد للعجين المحتوي على ١٠٪ خليط من الشيا والكينوا انخفضت مقارنة بالكونترول ، وزادت نسبة الانخفاض عند إضافة نسبة ٢٠٪ و ٣٠٪ من الخليط.بينما زادت مرونة العجين المحتوي على ١٠ و٢٠ و٣٠٪ من خليط الشيا والكينوا.

تطابقت النتائج مع تلك التي ذكرها **Muñoz et al. (2012)** حيث أدت زيادة مستويات الألياف الغذائية إلى تقليل قابلية التمدد للعجين مع زيادة المرونة لجميع العينات.

تتفق أيضًا النتائج مع **Wolter et al. (2013)** الذي أفاد بأن إضافة دقيق الكينوا والشيا إلى دقيق القمح قلل من قابلية التمدد بشكل كبير.

علاوة على ذلك ، ذكر **El-Sohaimy et al. (2019)** أن المرونة انخفضت مع زيادة دقيق الكينوا بسبب ندرة وجود الجلوتين فيه. قد تُعزى الاختلافات في الخصائص الريولوجية بين دقيق القمح ودقيق الكينوا إلى الاختلاف في التركيب الكيميائي واختلاف مكوناتهما من البروتين

والنشا. بشكل عام ، الغرض الرئيسي من خلط دقيق القمح مع دقيق الشيا أو الكينوا أو أي حبوب أخرى هو تحسين القيمة الغذائية للمنتج النهائي.

جدول (٦): تأثير دقيق الشيا والكينوا وخليطهما على خواص Extensograph للعجين مقارنة بالكونترول

المكونات / العينات	قابلية التمدد (mm)	المرونة (B.U)
الكونترول ١٠٠٪ دقيق قمح	230a ± 3.36	265j ± 3.16
١٠٪ دقيق شيا	195de ± 3.04	430g ± 2.96
٢٠٪ دقيق شيا	173g ± 3.59	585c ± 4.23
٣٠٪ دقيق شيا	160h ± 2.90	750a ± 4.04
١٠٪ دقيق كينوا	220b ± 3.09	343i ± 2.37
٢٠٪ دقيق كينوا	210c ± 2.10	472f ± 3.30
٣٠٪ دقيق كينوا	190e ± 2.10	533d ± 3.53
١٠٪ خليط (٥٪ دقيق شيا+٥٪ دقيق كينوا)	215bc ± 3.27	370h ± 2.30
٢٠٪ خليط (١٠٪ دقيق شيا+١٠٪ دقيق كينوا)	200d ± 3.22	515e ± 3.22
٣٠٪ خليط (١٥٪ دقيق شيا+١٥٪ دقيق كينوا)	183f ± 2.55	620b ± 3.77

**B.U (Brabender unite)

تم التعبير عن البيانات باستخدام يعني ± SD.

F: F لاختبار ANOVA ، تم عمل كل مجموعتين باستخدام اختبار Post Hoc ((LSD)

الوسائل الموجودة في نفس العمود بأحرف مشتركة ليست ذات أهمية (بمعنى أن الوسائل ذات الأحرف المختلفة مهمة)

قيمة p :p للمقارنة بين المجموعات المدروسة ❖ : ذات دلالة إحصائية عند ($P \leq 0.05$)

التقييم الحسي للخبز المدعم بمستويات مختلفة من دقيق الشيا و الكينوا وخليطهما مقارنة مع خبز الكونترول

أظهرت النتائج الموجودة في **الجدول (٧)** مقارنة الخصائص الحسية للخبز المدعم بمستويات مختلفة من دقيق الشيا والكينوا وخليطهما مع خبز دقيق القمح (الكونترول). أظهرت القيم المتوسطة أن خبز الكونترول سجل أعلى درجة تقبل للون ٩,٤٨ يليه الخبز المدعم بنسبة ١٠٪ و ٢٠٪ كينوا ٩,٤ و ٩,٢٨ على التوالي ، بينما أظهر الخبز المدعم بنسبة ٣٠٪ شيا أقل قيمة في تقبل اللون. كما أن الخبز المدعم بنسبة ٢٠٪ و ٣٠٪ من دقيق الشيا كان له قيم منخفضة في تقبل اللون حيث

كانت نسبهم ٣,٥٨ و ٥,٣٤, على التوالي. أظهر التحليل الإحصائي فروقاً غير معنوية بين قيم تقبل لون خبز الكونترول والخبز المدعم بنسبة ١٠٪ و ٢٠٪ كينوا.

أما بالنسبة للتذوق ، أظهرت القيم المتوسطة للقبول أن خبز الكونترول سجل أعلى قيمة قبول من حيث الطعم ٩,٥٢ يليه الخبز المدعم بنسبة ١٠٪ كينوا و ١٠٪ شيا ٩,٤ و ٩,٢٦ ، بينما الخبز المدعم بنسبة ٣٠٪ كينوا و ٣٠٪ خليط من الشيا والكينوا كان له أقل قيم قبول من حيث الطعم ٣,٢٠ و ٣,٢٦, على التوالي. علاوة على ذلك ، لوحظت فروق غير معنوية بين قيم قبول الطعم لخبز الكونترول والخبز المدعم بنسبة ١٠٪ شيا أو كينوا ، بينما لوحظ فرق معنوي بين قبول الطعم لخبز الكونترول والخبز المدعم بخليط من الشيا والكينوا. أظهرت النتائج أيضًا وجود اختلافات غير معنوية بين خبز الكونترول والخبز المدعم بـ ١٠٪ شيا أو كينوا من حيث الملمس والقبول العام. بشكل عام ، اظهرت نتائج التقبل العام أن الخبز المدعم بدقيق الشيا والكينوا كان مقبولاً من قبل المحكمين وكانت أفضل تقبل للخبز المدعم بنسبة ١٠٪ شيا و١٠٪ كينوا.

تمت مطابقة النتائج الحالية مع تلك التي ذكرها **Pizarro et al. (2015)** حيث أظهرت كعكة الباوند المدعمة بنسبة ١٥٪ من دقيق الشيا مع دقيق القمح تقبلا حسيا جيدا.

كما أفاد **Romankiewicz et al.(2017)** أن إضافة بذور الشيا تسببت في احداث اللون الداكن للخبز ، ولكن لم يتم رفضها بشكل عام من قبل المحكمين, واظهر ايضا ان خلط دقيق بذور الشيا بنسبة ٨٪ أظهر فروق طفيفة في اللون مقارنةً بخبز الكونترول.

أكد **Levent (2018)** أن إستخدام دقيق الشيا ودقيق الكينوا أدى إلى تحسن درجة التذوق ورائحة الكعك الخالي من الجلوتين مقارنةً بالكونترول, كما أظهرت نتائج الكيك الذي يحتوي على ١٠٪ من دقيق الشيا و ١٠٪ من دقيق الكينوا على أعلى مظهر وملمس وتذوق ودرجة التقبل العام في جميع عينات الكيك, كما قلل استخدام دقيق الشيا بنسبة ٢٥٪ ودقيق الكينوا بنسبة ٢٥٪ من مظهر الكعك الخالي من الجلوتين والتذوق والتقبل العام.

Turkut et al. (2016) ذكر أنه يمكن استخدام دقيق الكينوا بنجاح في عمل الخبز الخالي من الجلوتين وأن ٢٥٪ من خبز الكينوا حصل على درجات أعلى من حيث الخصائص الحسية.

علاوة على ذلك, وجد **Steffolani et al. (2014)** أن استخدام دقيق الشيا بنسبة ١٥ ٪ في اعداد البسكويت الخالي من الجلوتين لم يقلل من التقبل الحسي لهذه المنتجات.

جدول (٧): التقييم الحسي للخبزالمدعم بمستويات مختلفة من دقيق الشيا و الكينوا وخليطهما مقارنة بخبز الكونترول

الصفة / العينات	اللون	الطعم	الرائحة	الملمس	التقبل العام
خبز الكونترول	9.48 a ±0.61	9.52a±0.74	9.46a±0.91	9.46a±0.86	9.36a±0.53
خبز مدعم ١٠٪ شيا	7.22b±0.89	9.26a±0.92	7.58b±0.50	7.20b±1.07	9.14a±1.16
خبز مدعم ٢٠٪ شيا	5.34c±0.89	7.32b±0.74	7.48bc±0.61	5.64c±0.90	7.24b±1.10
خبز مدعم ٣٠٪ شيا	3.58d±0.73	5.18d±0.80	7.30c±0.46	5.46c±1.07	5.38c±0.92
خبز مدعم ١٠٪ كينوا	9.40 a ±0.57	9.40a±0.53	9.40a±0.49	9.12a±1.53	9.16a±1.17
خبز مدعم ٢٠٪ كينوا	9.28a±0.90	7.22b±0.62	7.48bc±0.50	7.18b±1.44	7.46b±0.89
خبز مدعم ٣٠٪ كينوا	7.42b±0.61	3.20e±0.73	5.42d±0.50	5.48c±0.86	3.42d±0.86
خبز مدعم بخليط (٥٪شيا+٥٪كينوا)	7.34b±1.06	7.14b±0.73	7.26c±0.83	7.44b±1.25	7.46b±0.81
خبز مدعم بخليط (١٠٪شيا+١٠٪كينوا)	5.42c±0.73	5.50c±0.91	7.34bc±0.89	5.46c±1.01	5.52c±0.74
خبز مدعم بخليط (١٥٪شيا+١٥٪كينوا)	5.34c±0.85	3.26e±0.90	7.48bc±0.93	5.46c±1.15	3.60d±0.86
F	322.750*	472.081*	137.123*	93.138*	287.315*
P	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
LSD 5%	0.314	0.303	0.271	0.447	0.362

تم التعبير عن البيانات باستخدام يعني ± SD.

F: F لاختبار ANOVA ، تم عمل كل مجموعتين باستخدام اختبار Post Hoc ((LSD)

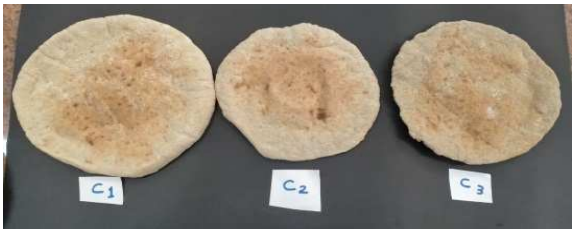
الوسائل الموجودة في نفس العمود بأحرف مشتركة ليست ذات أهمية (بمعنى أن الوسائل ذات الأحرف المختلفة مهمة)

قيمة p: p للمقارنة بين المجموعات المدروسة ❖ : ذات دلالة إحصائية عند ($P \leq 0.05$)

خبز الكونترول (١٠٠٪ دقيق قمح)

خبز مدعم بنسبة ١٠و٢٠و٣٠٪ من دقيق الشيا

خبز مدعم بنسبة ١٠و٢٠و٣٠٪ من دقيق الكينوا



خبز مدعم بنسبة ١٠و٢٠و٣٠٪ خليط من دقيق الشيا و الكينوا

صورة (١): خبز مدعم بمستويات مختلفة من دقيق الشيا والكينوا وخليطهما مقارنة بخبز الكونترول

الإستنتاج :

تحتوي بذور الشيا والكينوا على نسبة عالية من الألياف الغذائية ، وغنية بالعديد من الأحماض الأمينية الاساسية ، ومحتويات عالية من الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة ، ومصدر جيد للعديد من المعادن والفيتامينات ، فضلاً عن المركبات النشطة بيولوجيًا ذات النشاط العالي المضاد للأكسدة. وبالتالي ، فإن الجمع بين المكونات الصحية للشيا و الكينوا ساعد في تطور إعداد الخبز للحصول على معايير جودة أفضل ومقبولة بخصائص حسية مميزة.

المراجع:

- Ali, N. M., Yeap, S. K., Ho, W. Y., Beh, B. K., Tan, S. W., and Tan, S. G. (2012). The promising future of chia, Salvia hispanica L. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 171956, 1-9.
- American Association of Cereal Chemists [AACC]. (2000). *Approved methods of the American association of cereal chemists* (10th ed.). St. Paul: AACC.

- Burrieza, H. P., Rizzo, A. J., Vale, E. M., Silveira, V., and Maldonado, S. (2019). Shotgun proteomic analysis of quinoa seeds reveals novel lysine-rich seed storage globulins. *Food Chemistry, 293*, 299-306.
- Câmara, A. K. F. I., Okuro, P. K., da Cunha, R. L., Herrero, A. M., Ruiz-Capillas, C., and Pollonio, M. A. R. (2020). Chia (Salvia hispanica L.) mucilage as a new fat substitute in emulsified meat products: Technological, physicochemical, and rheological characterization. *Lebensmittel-Wissenschaft Technologie, 1 - 20 of 63*.
- Contreras-Jiménez, B., Torres-Vargas, O. L., and Rodríguez-García, M. E. (2019). Physicochemical characterization of quinoa (Chenopodium quinoa) flour and isolated starch. *Food Chemistry, 15;147:997-1007*.
- Costantini, L., Lukšič, L., Molinari, R., Kreft, I., Bonafaccia, G., Manzi, L., and Merendino, N. (2014). Development of gluten-free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients. *Food Chemistry, 165*, 232-240.
- da Silva Marineli, R., Moura, C. S., Moraes, E. A., Lenquiste, S. A., Lollo, P. C. B., Morato, P. N., and Maróstica Jr, M. R. (2015). Chia (Salvia hispanica L.) enhances HSP, PGC-1α expressions and improves glucose tolerance in diet-induced obese rats. *Nutrition, 31*(5), 740-748.
- Demin, M. A., Vucelić-Radović, B. V., Banjac, N. R., Tipsina, N. N., and Milovanović, M. M. (2013). Buckwheat and quinoa seeds as supplements in wheat bread production. *Hemijska industrija, 67*(1), 115-121.
- Drakos, A., Kyriakakis, G., Evageliou, V., Protonotariou, S., Mandala, I., and Ritzoulis, C. (2017). Influence of jet milling and particle size on the composition, physicochemical and mechanical properties of barley and rye flours. *Food Chemistry, 215*, 326-332.
- El-Sohaimy, S., Shehata, M., Mehany, T., and Zeitoun, M. (2019). Nutritional, physicochemical, and sensorial evaluation of flat bread supplemented with quinoa flour. *International journal of food science*, Article ID 4686727, 15 pages.
- Elbasyouny, M., Kamar, M., and Abdalla, A. E. (2019). Quality Characteristics of Biscuits Prepared from Wheat Flour and Biscuit Scrap Powder. *Journal of the Advances in Agricultural Researches, 24*(2), 146-163.

- Fernandes, S. S., and de las Mercedes Salas-Mellado, M. (2017). Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. *Food Chemistry, 227*, 237-244.
- Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., and Pérez-Alvarez, J. A. (2021). Quinoa and chia products as ingredients for healthier processed meat products: Technological strategies for their application and effects on the final product. *Current Opinion in Food Science, 40*, 26-32.
- Gafare, C. E., Serafini, M., Lorenzoni, G., and Gregori, D. (2016). Integration of functional and traditional food in emerging markets: regulatory and substantive aspects of yerba mate and quinoa. *The Open Agriculture Journal, 10*(1), 75-80.
- García-Salcedo, Á. J., Torres-Vargas, O. L., and Ariza-Calderón, H. (2018). Physical-chemical characterization of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.), amaranth (Amaranthus caudatus L.), and chia (Salvia hispanica L.) flours and seeds. *Acta Agronómica, 67*(2), 215-222.
- Gomez-Pando, L. R., Aguilar-Castellanos, E., and Ibañez-Tremolada, M. (2019). Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) breeding *Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals* (pp. 259-316): Springer.
- Guiotto, E. N., Tomás, M. C., and Haros, C. M. (2020). Development of highly nutritional breads with by-products of chia (Salvia hispanica L.) seeds. *Foods, 9*(6), 819.
- Hernández-Ledesma, B. (2019). Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) as source of bioactive compounds: a review. *Bioactive Compounds in Health and Disease, 2*(3), 27-47.
- Hooda, S., and Jood, S. (2005). Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour. *Food Chemistry, 90*(3), 427-435.
- Iglesias-Puig, E., and Haros, M. (2013). Evaluation of performance of dough and bread incorporating chia (Salvia hispanica L.). *European Food Research and Technology, 237*(6), 865-874.
- Juarez-Garcia, E., Agama-Acevedo, E., Sáyago-Ayerdi, S., Rodriguez-Ambriz, S., and Bello-Perez, L. A. (2006). Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. *Plant foods for human nutrition, 61*(3), 131-137.

- Kirkpatrick, L. A. (2015). *A Simple Guide to IBM SPSS Statistics-Version 23.0*: Cengage Learning.
- Kulkarni, A., Agarkar, B., Sawate, A., and Kshirsagar, R. (2020). Determination of physicochemical properties of chia seeds (Salvia hispanica L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *9*(2), 1858-1861.
- Kurek, M. A., and Sokolova, N. (2019). Optimization of bread quality with quinoa flour of different particle size and degree of wheat flour replacement. *Food Science and Technology, 40*, 307-314.
- Lazaro, H., Puente, L., Zúñiga, M. C., and Muñoz, L. A. (2018). Assessment of rheological and microstructural changes of soluble fiber from chia seeds during an in vitro micro-digestion. *LWT, 95*, 58-64.
- Levent, H. (2018). The effects of chia (Salvia hispanica L.) And quinoa flours on the quality of rice flour and starch based-cakes. *Gıda, 43*(4), 644-654.
- Mbikay, M. (2012). Therapeutic potential of Moringa oleifera leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: a review. *Frontiers in pharmacology, 3*- 24.
- Miranda-Ramos, K. C., and Haros, C. M. (2020). Combined Effect of Chia, Quinoa and Amaranth Incorporation on the Physico-Chemical, Nutritional and Functional Quality of Fresh Bread. *Foods*, *9*(12), 1859.
- Muñoz, L., Cobos, A., Diaz, O., and Aguilera, J. (2012). Chia seeds: microstructure, mucilage extraction and hydration. *Journal of Food Engineering, 108*(1), 216-224.
- Noratto, G. D., Murphy, K., and Chew, B. P. (2019). Quinoa intake reduces plasma and liver cholesterol, lessens obesity-associated inflammation, and helps to prevent hepatic steatosis in obese db/db mouse. *Food Chemistry, 287*, 107-114.
- Otondi, E. A., Nduko, J. M., and Omwamba, M. (2020). Physico-chemical properties of extruded cassava-chia seed instant flour. *Journal of Agriculture and Food Research, 2*, 100058,1-5.
- Pizarro, P. L., Almeida, E. L., Coelho, A. S., Sammán, N. C., Hubinger, M. D., and Chang, Y. K. (2015). Functional bread with n-3 alpha linolenic acid from whole chia (Salvia hispanica L.) flour. *Journal of food science and technology, 52*(7), 4475-4482.

- Preedy, V. R., and Watson, R. R. (2019). *Flour and breads and their fortification in health and disease prevention*: Academic press.
- Razzeto, G. S., Uñates, M. A., Moreno, J. E. R., López, R. V. L., Aguilar, E. G., Sturniolo, H., and Escudero, N. L. (2019). Evaluation and comparative study of the nutritional profile and antioxidant potential of new quinoa varieties. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research*, 1-11.
- Repo-Carrasco-Valencia, R. A.-M., and Serna, L. A. (2011). Quinoa (Chenopodium quinoa, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Food Science and Technology, 31*, 225-230.
- Romankiewicz, D., Hassoon, W. H., Cacak-Pietrzak, G., Sobczyk, M., Wirkowska-Wojdyła, M., Ceglińska, A., and Dziki, D. (2017). The effect of chia seeds (Salvia hispanica L.) addition on quality and nutritional value of wheat bread. *Journal of Food Quality, Article ID 7352631, 7 pages*.
- Salehi, F. (2019). Characterization of different mushrooms powder and its application in bakery products: A review. *International Journal of Food Properties, 22*(1), 1375-1385.
- Scapin, G., Schmidt, M., Prestes, R., and Rosa, C. (2016). Phenolics compounds, flavonoids and antioxidant activity of chia seed extracts (Salvia hispanica) obtained by different extraction conditions. *International Food Research Journal, 23*(6), 2341-2346.
- Shen, Y., Tebben, L., Chen, G., and Li, Y. (2019). Effect of amino acids on Maillard reaction product formation and total antioxidant capacity in white pan bread. *International Journal of Food Science and Technology, 54*(4), 1372-1380.
- Singh, A., Kukreti, R., Saso, L., and Kukreti, S. (2019). Oxidative stress: a key modulator in neurodegenerative diseases. *Molecules, 24*(8), 1583.
- Steffolani, E., De la Hera, E., Pérez, G., and Gómez, M. (2014). Effect of Chia (S alvia hispanica L) Addition on the Quality of Gluten-Free Bread. *Journal of Food Quality, 37*(5), 309-317.
- Tang, Y., Li, X., Chen, P. X., Zhang, B., Hernandez, M., Zhang, H., and Tsao, R. (2015). Characterisation of fatty acid, carotenoid, tocopherol/tocotrienol compositions and antioxidant activities in seeds of three Chenopodium quinoa Willd. genotypes. *Food Chemistry, 174*, 502-508.

- Tang, Y., and Tsao, R. (2017). Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: a review. *Molecular Nutrition & Food Research, 61*(7), 1600767.
- Thiex, N. (2009). Evaluation of analytical methods for the determination of moisture, crude protein, crude fat, and crude fiber in distillers dried grains with solubles. *Association of Official Chemists (AOAC)Int, 92*(1), 61-73.
- Turkut, G. M., Cakmak, H., Kumcuoglu, S., and Tavman, S. (2016). Effect of quinoa flour on gluten-free bread batter rheology and bread quality. *Journal of Cereal Science, 69*, 174-181.
- Ullah, R., Nadeem, M., Khalique, A., Imran, M., Mehmood, S., Javid, A., and Hussain, J. (2016). Nutritional and therapeutic perspectives of Chia (Salvia hispanica L.): a review. *Journal of food science and technology, 53*(4), 1750-1758.
- Wolter, A., Hager, A.-S., Zannini, E., and Arendt, E. K. (2013). In vitro starch digestibility and predicted glycaemic indexes of buckwheat, oat, quinoa, sorghum, teff and commercial gluten-free bread. *Journal of Cereal Science, 58*(3), 431-436.
- Wronkowska, M., Zielińska, D., Szawara-Nowak, D., Troszyńska, A., and Soral-Śmietana, M. (2010). Antioxidative and reducing capacity, macroelements content and sensorial properties of buckwheat-enhanced gluten-free bread. *International Journal of Food Science & Technology, 45*(10), 1993-2000.
- Ziemichód, A., Wójcik, M., and Różyło, R. (2019). Ocimum tenuiflorum seeds and Salvia hispanica seeds: mineral and amino acid composition, physical properties, and use in gluten-free bread. *CyTA-Journal of Food, 17*(1), 804-813.

Chemical composition, antioxidant activity, rheological properties and sensory evaluation of bread supplemented with chia and quinoa flour

Tesby M. R. Lotfy*, Asteer V. Abd Elnoor*, Asmaa Kh. Shafiq*

Abstract

Chia and quinoa flours recently received a scientific attention amongst consumers due to their potential health promoting effects. Chemical composition, antioxidant activity, rheological properties and sensory evaluation of bread supplemented with different levels of chia, quinoa flour and their mixtures were studied. The results of gross chemical composition of quinoa and chia flours showed that chia flour contained high levels of protein, fat and fiber, while quinoa contained higher carbohydrates compared with chia, and also lower than wheat flour. The protein contents of quinoa and chia bread increased with increasing the levels of chia, quinoa and their mixtures compared with control bread. The results showed significant differences in antioxidant activity between control bread from one side and the other treatments of chia, quinoa and their mixtures in another side. Rheological properties of dough referred that there was an increase in water absorption, dough stability and elasticity of dough in all blends compared to the control sample, on the other hand there was a decrease in the degree of softening of dough and extensibility. It could be concluded that addition of quinoa and chia flour improved the nutritional value of wheat flour. Moreover, the overall acceptability revealed that bread supplemented with chia and quinoa flour was acceptable for the panelists mostly bread supplemented with 10% chia and 10% quinoa. So we recommend to use chia and quinoa flour as a partial replacement of wheat flour in bread formulations, to increase the nutritional and functional value of the products.

Key words: Chia, Quinoa, Chemical composition, Antioxidant activity, Rheological and sensory properties.

* Home Economics Department, Faculty of Specific Education, Alexandria University, Alexandria, Egypt.