دراسة تأثير العملية التصنيعية في خصائص جودة الخبز المحضر من أنواع الدقيق الناتج عن القمح السوري (دوما3، دوما6) ومحتواه من العناصر المعدنية الصغرى

Studying the Manufacturing Process Effect on the Quality Characteristics of Bread Prepared from Flour Types Produced from Syrian Wheat (Douma3, Douma6) and Their Microminerals Concentration

محمد فادي حبيبه [1] د. عبد الحكيم عزيزية [2] د. جهاد سمعان [2]

Mohammad Fadi Habibah [1] Abd Alhakim Azizieh [2] Jehad Samaan [2]

(1) طالب دكتوراه، قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

(1) PhD student, Food Science Department, Faculty of Agriculture, Damascus university.

(2) قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

(2) Food Science Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria..

الملخص

أُجري هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية وقسم علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، متضمناً تقييم الخصائص الكيميائية والتصنيعية للخبز العربي منفصل الشطرين والمحضر من أنواع الدقيق الناتج عن طحن نوعين من القمح المحلي ومحتواها من العناصر المعدنية الصغرى. بيَّن تحليل الخصائص الكيميائية لعينات الخبز وجود اختلافات معنوية في جميع المؤشرات المدروسة، فقد ترافق رفع نسبة استخراج الدقيق مع ارتفاع معنوي في الرماد، البروتينات، الليبيدات والألياف الخام، وانخفاض معنوي في الرطوبة والنشاء، وتميزت عينات الخبز المصنعة من أنواع الدقيق الناتجة عن طحن صنف القمح القاسي دوما3 بخصائص كيميائية أعلى من ناحية الرطوبة، الرماد، البروتينات، الليبيدات والألياف، وأقل للنشاء مقارنةً مع عينات الخبز المصنعة من أنواع الدقيق الناتجة عن طحن صنف القمح الطري دوما6، وكما بينت نتائج تحليل التباين انخفاض قطر رغيف الخبز وزيادة سماكة الرغيف ووزن الرغيف مع ارتفاع نسبة استخراج الدقيق. من جهة أخرى، كان محتوى العناصر المعدنية الصغرى بالترتيب التالي (الحديد > الزنك ≈ المنغنيز > النحاس > الكوبالت) لجميع عينات الخبز، وتباين تركيز المعادن بشكل كبير بين عينات الخبز المحضرة من أجزاء الطحن المختلفة لصنفي القمح المدروسين، وكانت عينات الخبز من دقيق القمح الكامل الأعلى بشكل عام في محتوى العناصر المعدنية الصغرى، ولوحظ أن الحديد كان العنصر الدقيق الرئيسي في الخبز، حيث أدت عملية التصنيع (تحويل الدقيق إلى خبز عربي منفصل الشطرين) إلى تباين عالي المعنوية في نسبة الفقد بالعناصر المعدنية الصغرى بين أنواع الدقيق ونوعي القمح، ووصلت نسبة الفقد إلى (57.17%) للنحاس، (52.67%) للكوبالت، (29.68%) للزنك، (17.24%) للمنغنيز و(14.38%) للحديد.

الكلمات المفتاحية: القمح الطري، القمح القاسي، الخبز منفصل الشطرين، الخصائص الكيميائية، الخصائص التصنيعية، العناصر المعدنية الصغرى.

©2023 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. **ISSN: 2305-5243; AIF-023 (p: 269 - 280)**

Abstract

This research was conducted at the laboratories of Food Science Department and Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, including evaluating the chemical and processing properties of the double-layered Arabic bread prepared from the flour types produced by grinding two types of local wheat and their microminerals content. The analysis of the chemical properties of the bread samples showed that there were significant differences in all the studied indicators. An increase in the flour extraction rate was associated with a significant increase in ash, proteins, lipids and crude fibers, and a significant decrease in moisture and starch. The bread samples manufactured from the types of flour resulting from the milling of the durum wheat variety Douma3 had higher chemical properties in terms of moisture, ash, proteins, lipids and fibers, and lower starch compared to the bread samples manufactured from the types of flour resulting from milling the soft wheat variety Douma6. Moreover, the results of the analysis of variance showed a decrease in the diameter of bread loaf and an increase in loaf thickness and loaf weight with a higher flour extraction rate. On the other hand, the content of microminerals was in the following order (Fe > Zn ≈ Mn > Cu > Co) for all bread samples, and the concentration of minerals varied significantly between bread samples prepared from different milling parts of the two studied wheat cultivars, and the bread samples from whole wheat flour were the highest in general in the content of micromineral elements, and it was noted that iron was the main flour element in bread. The manufacturing process (conversion of flour into Arabic bread) led to a highly significant variation in the percentage of losses in micromineral elements between the types of flour and the two types of wheat, and the percentage of losses reached (57.17%) for copper, (52.67%) for cobalt, (29.68%) for zinc, (17.24%) for manganese and (14.38%) for iron.

Keywords: Soft wheat, Durum wheat, Double-layered Arabic bread, chemical properties, processing properties, micromineral.

المقدمة

يُعد الخبز في تغذية الإنسان ليس فقط مصدراً للطاقة، ولكنه أيضاً مورد للعناصر الغذائية التي لا يمكن تعويضها في جسم الإنسان، فهو يوفر القليل من الدهون، وكميات عالية من النشاء والألياف الغذائية وكذلك بروتين الحبوب دون أي مشاكل صحية مصاحبة (Wandersleben وزملاؤه، 2018)، وكما يحتوي الخبز على فيتامينات من مجموعة B ومعادن معظمها المغنيزيوم والكالسيوم والحديد (Lu وزملاؤه، 2021)، وتكون هذه التركيبة أكثر اكتمالاً، بالطبع، في الخبز الذي يتم الحصول عليه من الدقيق الكامل أو أنواع الدقيق مرتفعة نسبة الاستخراج (El-Porai وزملاؤه، 2013). ومن الواضح أن الخبز يمثل غذاءً لا يمكن الاستغناء عنه للبشر دون التعرض لخطر الاستهلاك المفرط بغض النظر عن الجنس والوضع الاجتماعي لكل فرد، لذلك، يمكن أن يكون مورداً مثالياً للمغذيات الدقيقة في تلك الحالات التي يتم تدعيمه بها في النهاية (Tulchinsky وزملاؤه، 2010)، وهذا ينطبق بشكل خاص على البلدان التي يزداد فيها استهلاك الخبز مثل بلدنا (El-Haramein وAdleh، 1994).

تعد حبوب القمح هي المحصول الغذائي الرئيسي المنتج في جميع أنحاء العالم، وتستخدم الغالبية لإنتاج الخبز المخمر (Mitiku وملاؤه، 2018)، حيث تتكون بنية حبة القمح من ثلاثة أجزاء رئيسية هي الاندوسبيرم، الجنين، والنخالة بتركيبة فيزيوكيميائية مختلفة (Gutiérrez-Alamo وزملاؤه، 2008)، ولإنتاج الخبز الأبيض، يتم استخدام الاندوسبيرم فقط ويكون ذو جودة تصنيعية أعلى مقارنةً بخبز القمح الكامل، على الرغم من الاعتراف بأن خبز القمح الكامل له فوائد صحية غذائية أفضل من الخبز الأبيض (Heshe وزملاؤه، 2016).

فيما يتعلق بالمعادن، يشكل الخبز أيضاً مصدراً مهماً للعناصر المعدنية الكبرى والصغرى (Rybicka وGliszczyńska-Świgło، 2017)، حيث تلعب المعادن في جسم الإنسان وظائف هيكلية وتحفيزية وتنظيمية، فهي تنشط الأنزيمات وتنظم درجة pH السوائل للتفاعلات الأيضية والتبادلات التناضحية الخلوية (Gharibzahedi وJafari، 2017). حتى وقتنا الحاضر، لا يزال نقص المعادن

شائعاً في البلدان النامية، ويعد نقص الحديد هو النقص الغذائي الأكثر شيوعاً في العالم، لكن نقص الزنك شائع جداً أيضاً، ومن المحتمل أن يكون التوافر الحيوي المعدني للأنظمة الغذائية القائمة على الحبوب في البلدان النامية هو السبب الرئيسي لأوجه النقص هذه (Abebe وزملاؤه، 2007).

تم إدخال خلائط الدقيق (الدقيق المركب) المحتوية على أنواع متعددة من الحبوب (Cereals) و / أو الحبوب الكاذبة (Pseudocereal)، وهي الحبوب التي لا تتبع العائلة النجيلية ولكن تستخدم بنفس الطريقة مثل القطيفة والكينوا والحنطة السوداء، بشكل متزايد في صناعة المخبوزات، وبشكل أساسي في إنتاج الخبز لزيادة قيمته الغذائية (Sayed وزملاؤه، 2016)، وقد أفاد العديد من الباحثين أن الاستبدال الجزئي للقمح و / أو تدعيمه بحبوب أخرى و / أو الحبوب الكاذبة زاد بشدة من القيمة الغذائية للخبز، ولا سيما البروتينات والمعادن والدهون الصحية ومضادات الأكسدة ومحتوى الألياف (Iglesias-Puig وزملاؤه، 2015).

تمَّ دراسة المحتوى المعدني (بشكل أساسي العناصر المعدنية الكبرى والصغرى) في خبز القمح الأبيض ومن مناطق جغرافية متنوعة بشكلٍ واسع (Bilgiçli وİbanoğlu، 2015)، وقد أثبت أن متوسط المحتوى المعدني لحبوب صنف قمح معينة يختلف اختلافاً كبيراً من جزء من العالم إلى آخر، ويبدو أن هذا المحتوى المعدني تابع لعدد من العوامل، بما في ذلك نوع وصنف القمح، وظروف النمو والتربة، واستخدام الأسمدة، كما وجد أن التركيب المعدني للقمح له علاقة أكبر بالظروف البيئية منه بالعوامل الوراثية (Marles، 2017).

يُعد القمح هو المادة الخام الأساسية المستخدمة في إنتاج الدقيق للخبز العربي، ويكون محتوى العناصر الغذائية الهامة في الدقيق أقل من محتوى القمح، فأثناء عملية الطحن، يتم نزع الاندوسبيرم النشوي فقط، حيث لا تشتمل منتجات الحبوب المكررة، مثل الدقيق الأبيض، على النخالة الغنية بالألياف الغذائية، ولا على الجنين الذي يحتوي على وفرة من المعادن مثل الحديد، المغنيزيوم، الزنك والكالسيوم والمركبات المضادة للأكسدة، وبالتالي ينتج عن إزالة النخالة والجنين خسارة كبيرة في العناصر الغذائية الهامة (Heshe وزملاؤه، 2015). بناءً على ما سبق، هدف هذا البحث، والذي هو متابعة لأبحاثنا السابقة والتي أهتمت بدراسة خصائص الجودة لحبوب أنواع القمح السوري وأنواع الدقيق الناتجة عنها بالإضافة إلى محتواها من العناصر المعدنية الصغرى، إلى دراسة خصائص الجودة للخبز العربي المصنع من أنواع الدقيق الناتج عن طحن أنواع القمح المحلي ومحتواه من العناصر المعدنية الصغرى.

مواد البحث وطرائقه

1- مواد البحث

أ- دقيق القمح: تم استخدام ثلاثة أنواع من الدقيق، الدقيق عالي الجودة (دقيق الزيرو) بنسبة استخراج 72%، والدقيق القياسي (الدقيق التمويني الموحد) بنسبة استخراج 80%، ودقيق القمح الكامل (Graham flour) بنسبة استخراج 100%، والناتجة عن طحن صنف القمح الطري السوري (*Triticum aestivum*) دوما6، وصنف القمح القاسي السوري (*Triticum durum*) دوما3.

ب- الخميرة الطرية.

ت- الملح.

ث- الماء.

2- تصنيع الخبز العربي منفصل الشطرين

تمَّ تصنيع عينات الخبز العربي منفصل الشطرين تبعاً للطريقة المتبعة في (Aleid وزملاؤه، 2014)، وذلك في أحد الأفران الخاصة في محافظة دمشق:

أ- خلط الدقيق والخميرة (2%) والملح (1.5%) والماء حتى الوصول إلى القوام المطلوب للعجين، حيث تستغرق مدة العجن (10-18 دقيقة).

ب- وضع العجين ضمن أوعية مناسبة في غرفة التخمر الخاصة بدرجة حرارة 27 °م ورطوبة 80% لمدة (30-40 دقيقة).

ت- بعد وصول العجين إلى مرحلة الاختمار المثلى، تقطع كتلة العجين يدوياً إلى قطع مكورة، ثم تترك كي تستريح لمدة (5-10 دقيقة).

ث- تمَّ رق كرات العجين باتجاهين متعامدين لإعطاء الشكل النهائي للرغيف، ثم تتبع بفترة التخمر النهائي لمدة تتراوح بين (10-20 دقيقة).

ج- خَبز أرغفة الخبز على درجة حرارة تقدر بحوالي (500-550 ºم) ولفترة زمنية تتراوح بين (10-40 ثانية).
ح- التبريد والتعبئة.

3- اختبارات جودة الخبز

- الخصائص الكيميائية: قُدِّرت الرطوبة، الرماد والبروتين اعتماداً على الطريقة المتبعة في AOAC (AOAC، 2005)، كما تمَّ تقدير اللبيدات باستخدام جهاز سوكسليت (Soxhlet) تبعاً للطريقة المعتمدة في AACC رقم 25-30 (AACC، 2000)، وتمَّ تقدير الألياف الكلية بجهاز تقدير الألياف ماركة سيلكتا الإسباني حسب الطريقة المعتمدة في AACC رقم 45-32 (AACC، 2000)، بينما تم تحديد كمية النشاء الكلي بالفرق بطرح 100 غ مطروحاً منه مجموع البروتين والرماد واللبيدات والألياف (FAO، 2003).
- الخصائص التصنيعية: تمَّ تحديد خصائص الرغيف حسب الطريقة المتبعة في (Aleid وزملاؤه، 2014) وهي:
  - القطر: تم قياس متوسط طول خطين متعامدين على رغيف الخبز مقدرة بالسنتيمتر وذلك لعشر عينات.
  - السماكة: تم قياس متوسط السماكة مقدرة بالميليمتر لعشر عينات من خبز باستخدام جهاز البياكوليس.
  - الوزن: تم قياس متوسط الوزن مقدراً بالغرام وذلك لعشر عينات من الخبز.

4- تقدير العناصر المعدنية الصغرى في الخبز

تمَّ تقدير العناصر المعدنية الصغرى (الزنك، الحديد، المنغنيز، النحاس والكوبالت) في أنواع عينات الخبز باستخدام تقانة الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectroscopy) حسب الطريقة المُتبعة في (AOAC، 2005) بجهاز الامتصاص الذري (نوع Varian، استرالي الصنع، موديل (AA880 Spectra)، بوحدة اللهب (استلين-هواء) وبالطريقة الامتصاصية الضوئية (AAS)، يُضاف إلى ذلك وجود مرمدة وساحبة زجاجية عاملة بصورة جيدة ومحاليل معيارية للعناصر المراد الكشف عنها.

5- التحليل الإحصائي

أُجريت 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

1- تقدير الخصائص الكيميائية لعينات الخبز

تمَّ تقييم الخصائص الكيميائية (النسبة المئوية للرطوبة، النسبة المئوية للرماد، النسبة المئوية للبروتينات، النسبة المئوية لليبيدات، النسبة المئوية للألياف والنسبة المئوية للنشاء) لعينات الخبز منفصل الشطرين المحضر من أنواع الدقيق الناتج عن طحن حبوب صنف القمح القاسي المحلي دوما3 (الجدول 1) وعينات الخبز المحضر من أنواع الدقيق الناتج عن طحن حبوب صنف القمح الطري المحلي دوما6 (الجدول 2).

الجدول (1) الخصائص الكيميائية لعينات الخبز المحضرة من أنواع دقيق القمح القاسي

	خبز دقيق الزيرو	خبز الدقيق الموحد	خبز دقيق القمح الكامل
الرطوبة (%)	38.76 ± 0.66^{a}	35.25 ± 0.23^{b}	33.20 ± 0.11^{c}
الرماد (%)	1.22 ± 0.04^{a}	1.88 ± 0.09^{b}	2.25 ± 0.12^{c}
البروتين (%)	12.20 ± 0.43^{a}	12.91 ± 0.05^{b}	13.68 ± 0.10^{c}
الليبيدات (%)	0.55 ± 0.01^{a}	0.61 ± 0.11^{a}	0.74 ± 0.05^{b}
الألياف (%)	0.60 ± 0.01^{a}	0.86 ± 0.05^{b}	1.22 ± 0.11^{c}
النشاء (%)	85.43 ± 0.33^{a}	83.74 ± 0.67^{b}	82.11 ± 0.54^{c}

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

الجدول (2) الخصائص الكيميائية لعينات الخبز المحضرة من أنواع دقيق القمح الطري

	خبز دقيق الزيرو	خبز الدقيق الموحد	خبز دقيق القمح الكامل
الرطوبة (%)	32.22 ± 0.54^{a}	30.91 ± 0.44^{b}	28.15 ± 0.10^{c}
الرماد (%)	0.87 ± 0.02^{a}	1.02 ± 0.11^{b}	1.88 ± 0.02^{c}
البروتين (%)	10.25 ± 0.12^{a}	10.92 ± 0.33^{b}	11.74 ± 0.15^{c}
الليبيدات (%)	0.51 ± 0.02^{a}	0.58 ± 0.05^{a}	0.66 ± 0.01^{b}
الألياف (%)	0.56 ± 0.05^{a}	0.68 ± 0.02^{b}	0.98 ± 0.04^{c}
النشاء (%)	87.81 ± 0.21^{a}	86.80 ± 0.44^{b}	84.74 ± 0.63^{c}

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

إن أهم ما يميز الجدولين (1 و2) هو الاختلاف المعنوي في جميع المؤشرات الكيميائية المدروسة بين عينات الخبز المصنعة من أنواع الدقيق الثلاثة، فقد ترافق رفع نسبة استخراج الدقيق مع ارتفاع معنوي في النسبة المئوية للرماد (1.22-2.25% و0.87-1.88%)، النسبة المئوية للبروتينات (12.20-13.68% و10.25-11.74%)، النسبة المئوية لليبيدات (0.55-0.74% و0.51-0.66%) والنسبة المئوية للألياف الخام (0.60-1.22% و0.56-0.98%)، وانخفاض معنوي في النسبة المئوية للرطوبة (38.76-33.20% و32.22-28.15%) والنسبة المئوية للنشاء (85.43-82.11% و87.81-84.74%) لعينات الخبز الناتجة عن طحن حبوب القمح القاسي والطري على التوالي، وقد توافقت هذه النتائج مع أبحاث سابقة أهتمت بدراسة تأثير نسبة استخراج الدقيق في خصائص الدقيق الناتج وجودة المنتجات النهائية (Inas، 2020)، وقد بينت دراسة سابقة أن انخفاض رطوبة الدقيق مع زيادة معدل استخراج الدقيق يرجع إلى وجود المزيد من نخالة القمح في الدقيق التي تحتوي على نسبة رطوبة أقل مقارنةً بجزيئات الاندوسبيرم (Majzoobi وزملاؤه، 2013)، بالإضافة إلى ذلك، من خلال زيادة معدل استخراج الدقيق، سيزداد محتوى الدقيق من البروتين والألياف الخام وهذا مهم جداً لقضايا التغذية والتأثير الفزيولوجي للسليلوز في الجهاز الهضمي (Heshe وزملاؤه، 2016). على الرغم من أن زيادة معدل استخراج الدقيق، ستزداد معها كمية البروتين، إلا أن جودة الغلوتين ستنخفض بسبب ارتفاع نسبة الألياف التي تعمل على تقطيع الشبكة الغلوتينية، وهذا يؤدي إلى ضعف جودة الخبز المصنع من دقيق مرتفع معدل الاستخراج مقارنةً بمعدلات الاستخراج المنخفضة للدقيق (Milani، 2018). من جهة أخرى، تميزت عينات الخبز المصنعة من أنواع الدقيق الناتجة عن طحن صنف القمح القاسي بخصائص كيميائية أعلى من ناحية، الرطوبة، الرماد، البروتينات، الليبيدات والألياف، وأقل للنشاء مقارنةً مع عينات الخبز المصنعة من أنواع الدقيق الناتجة عن طحن صنف القمح الطري، ويعود ذلك بشكل عام إلى تميز حبوب القمح الرباعية (*Triticum durum*) بمؤشرات كيميائية أعلى من حبوب القمح السداسية (*Triticum aestivum*) والتي بدورها تؤثر في خصائص الدقيق والمنتج النهائي (Brankovic وزملاؤه، 2018).

2- تقدير الخصائص التصنيعية لعينات الخبز

تمَّ عرض نتائج تقييم الخصائص التصنيعية (القطر، السماكة والوزن) لعينات الخبز المحضر من أنواع الدقيق الناتج عن طحن صنف القمح القاسي وصنف القمح الطري في الجدولين (3 و4) على التوالي.

الجدول (3) الخصائص التصنيعية لعينات الخبز المحضرة من أنواع دقيق القمح القاسي

	خبز دقيق الزيرو	خبز الدقيق الموحد	خبز دقيق القمح الكامل
القطر (سم)	20.45 ± 0.44^{a}	18.65 ± 0.33^{b}	15.50 ± 0.66^{c}
السماكة (مم)	5.10 ± 0.86^{a}	7.25 ± 0.56^{b}	9.10 ± 0.45^{c}
الوزن (غ)	95.70 ± 1.10^{a}	$97.76 \pm 2.44^{a,b}$	99.34 ± 2.15^{b}

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

الجدول (4) الخصائص التصنيعية لعينات الخبز المحضرة من أنواع دقيق القمح الطري

	خبز دقيق الزيرو	خبز الدقيق الموحد	خبز دقيق القمح الكامل
القطر (سم)	15.22 ± 0.15^{a}	14.20 ± 0.21^{b}	12.15 ± 0.32^{c}
السماكة (مم)	4.25 ± 0.21^{a}	4.51 ± 0.54^{a}	5.32 ± 0.15^{b}
الوزن (غ)	81.10 ± 2.22^{a}	83.20 ± 3.24^{b}	86.12 ± 1.22^{c}

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

بينت نتائج تحليل التباين (ANOVA) انخفاض قطر رغيف الخبز مع ارتفاع نسبة استخراج الدقيق، حيث تراوح بين (15.50-20.45 سم) لخبز الدقيق القاسي و(12.15-15.22 سم) لخبز الدقيق الطري. على النقيض من ذلك، أدت عملية رفع نسبة استخراج الدقيق إلى زيادة معنوية سماكة الرغيف ووزن الرغيف، ازدادت السماكة من (5.10 مم و4.25 مم) في الخبز المحضر من دقيق الزيرو إلى (9.10 مم و5.32 مم) في الخبز المحضر من دقيق القمح الكامل للقمح القاسي والطري على التوالي، بينما ازداد وزن رغيف الخبز لدقيق القمح القاسي من (95.70 غ) إلى (99.34 غ) ولدقيق القمح الطري من (81.10 غ) إلى (86.12 غ) للدقيق الزيرو ودقيق القمح الكامل على التوالي، ويعود ذلك لازدياد امتصاصية الدقيق للماء بسبب ارتفاع نسبة البروتينات والألياف (Azizi وزملاؤه، 2006).

أثبتت العديد من الأبحاث المتعلقة بدراسة تأثير نسبة استخراج الدقيق في جودة الخبز الناتج أن أحد الخصائص الفيزيائية التي تعتمد على معدل الاستخراج هو درجة تحبب الدقيق (Flour granulation)، حيث تؤثر هذه الخاصية في الخصائص الريولوجية للعجين، مثل امتصاص الماء، وبالتالي في جودة الخبز الناتج، فعند رفع معدل استخراج الدقيق تزداد نسبة الجزيئات الخشنة في الدقيق، والتي بدورها يمكن أن تؤثر في شبكة الغلوتين في العجين، جلتنة النشاء، حجم وبنية الخبز، العمر الافتراضي للخبز والجودة العامة للخبز، وبالتالي إن الدقيق بمعدلات استخراج مختلفة له جودة مختلفة (Azizi وزملاؤه، 2006؛ Sakhare وزملاؤه، 2013)، وهذا ما يفسر الاختلافات في الصفات التصنيعية لعينات الخبز المدروسة، أما الاختلافات في خصائص الخبز المحضر من أنواع الدقيق الناتج عن طحن صنف القمح القاسي مقارنةً مع خصائص الخبز المحضر من أنواع الدقيق الناتج عن طحن صنف القمح الطري فهي تعود إلى الاختلافات في الخصائص الكمية والنوعية للغلوتين (Dhaka وKhatkar، 2015).

3- تقدير محتوى العناصر المعدنية الصغرى في عينات الخبز

يبين الجدول (5) والجدول (6) متوسطات تركيز العناصر المعدنية الصغرى (الزنك، الحديد، المنغنيز، النحاس والكوبالت) في عينات الخبز منفصل الشطرين والمحضر من أنواع الدقيق الناتجة عن طحن حبوب صنف القمح القاسي وحبوب صنف القمح الطري المحلي على التوالي.

الجدول (5) محتوى العناصر المعدنية الصغرى لعينات الخبز المحضرة من أنواع دقيق القمح القاسي.

	خبز دقيق الزيرو	خبز الدقيق الموحد	خبز دقيق القمح الكامل
الزنك (مغ/كغ)	4.35 ± 0.15^{a}	9.44 ± 0.24^{b}	15.78 ± 0.33^{c}
الحديد (مغ/كغ)	16.36 ± 0.45^{a}	20.55 ± 0.65^{b}	26.98 ± 0.11^{c}
المنغنيز (مغ/كغ)	4.45 ± 0.14^{a}	12.52 ± 0.51^{b}	23.10 ± 0.34^{c}
النحاس (مغ/كغ)	2.12 ± 0.10^{a}	4.62 ± 0.01^{b}	5.88 ± 0.11^{c}
الكوبالت (نانوغرام/كغ)	1.35 ± 0.02^{a}	3.82 ± 0.05^{b}	6.40 ± 0.10^{c}

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

الجدول (6) محتوى العناصر المعدنية الصغرى لعينات الخبز المحضرة من أنواع دقيق القمح الطري.

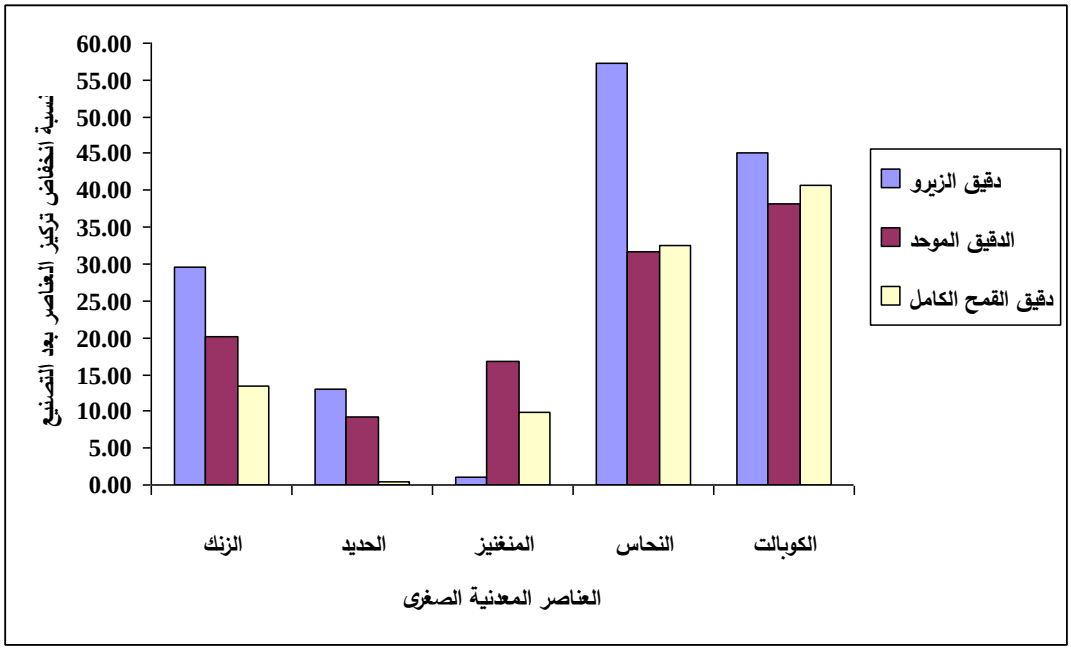
	خبز دقيق الزيرو	خبز الدقيق الموحد	خبز دقيق القمح الكامل
الزنك (مغ/كغ)	4.52 ± 0.05^{a}	10.15 ± 0.11^{b}	16.33 ± 0.41^{c}
الحديد (مغ/كغ)	19.45 ± 0.20^{a}	21.36 ± 0.12^{b}	28.55 ± 0.10^{c}
المنغنيز (مغ/كغ)	4.15 ± 0.15^{a}	12.25 ± 0.10^{b}	22.40 ± 0.42^{c}
النحاس (مغ/كغ)	2.05 ± 0.32^{a}	3.91 ± 0.05^{b}	5.22 ± 0.45^{c}
الكوبالت (نانوغرام/كغ)	1.42 ± 0.10^{a}	4.02 ± 0.06^{b}	6.33 ± 0.01^{c}

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

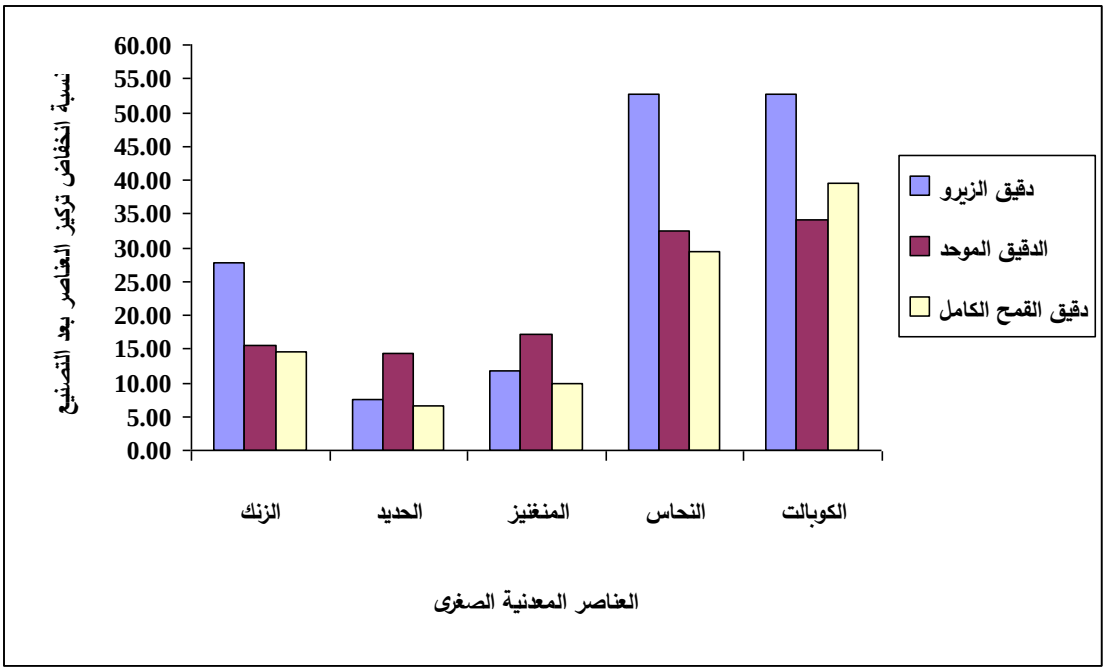
إن محتوى العناصر مطلوبة بكميات صغيرة من قبل جسم الإنسان، ولكنها مع ذلك ضرورية ومصنفه كعناصر دقيقة (Microelements)، كانت بالترتيب التالي (الحديد > الزنك ≈ المنغنيز > النحاس > الكوبالت) لجميع عينات الخبز، حيث تباين تركيز المعادن بشكل كبير بين عينات الخبز المحضرة من أجزاء الطحن المختلفة لصنفي القمح المدروسين، وكانت عينات الخبز من دقيق القمح الكامل الأعلى بشكل عام في محتوى العناصر المعدنية الصغرى، لوحظ أن الحديد كان العنصر الدقيق الرئيسي في الخبز، بقيم تتراوح بين (16.36-26.98 مغ/كغ) للخبز المحضر من أنواع دقيق القمح القاسي وبين (19.45-28.55 مغ/كغ) للخبز المحضر من أنواع دقيق القمح الطري، وكانت النتائج التي تم الحصول عليها متوافقة مع تلك التي أبلغ عنها باحثون آخرون في القمح القاسي (Cubadda وزملاؤه، 2009) والقمح الطري (Vignola وزملاؤه، 2016). بينت دراسة سابقة عن تقييم التوافر الحيوي للحديد من عمليات صنع الخبز بطرائق مختلفة بأن الطريقة التقليدية في صناعة الخبز كانت الأقل تأثيراً في انخفاض كمية الحديد (Rodriguez-Ramiro وزملاؤه، 2017). من جهة أخرى، كان تركيز العناصر الدقيقة الأخرى التي تم تحليلها في هذه الدراسة بين (4.35-15.78 مغ/كغ و4.52-16.33 مغ/كغ) للزنك، (4.45-23.10 مغ/كغ و4.15-22.40 مغ/كغ) للمنغنيز، (2.12-5.88 مغ/كغ و2.05-5.22 مغ/كغ) للنحاس و(1.35-6.40 نانوغرام/كغ و1.42-6.33 نانوغرام/كغ) للكوبالت لعينات خبز دقيق القمح القاسي والطري على التوالي. بالمقارنة مع أبحاث سابقة، لوحظ أن Anjum وزملاؤه (2002) قد ذكروا قيماً مماثلةً تقريباً للنحاس (2.9-5.3 مغ/كغ) وأقل للمنغنيز (6.8-9.7 مغ/كغ)، بينما كانت القيم المحسوبة للزنك أعلى من تلك التي أبلغ عنها Wang وزملاؤه (2020) الذي أشار إلى أن متوسط محتوى الزنك قد تراوح من (0.24-1.6 مغ/كغ)، وتعود هذه الاختلافات بين الدراسات السابقة إلى تأثير التركيب الوراثي والظروف البيئية في التركيب المعدني للقمح (Ciudad-Mulero وزملاؤه، 2021).

4- تأثير عملية التصنيع في تركيز العناصر المعدنية الصغرى

تمَّ التحري عن تأثير العملية التصنيعية في تراكيز العناصر المعدنية الصغرى لعينات الخبز المحضرة من أنواع الدقيق الناتجة عن طحن نوعي القمح المحلي (القاسي والطري) المدروسين دوما3 ودوما6، حيث تمَّ حساب النسبة المئوية للفرق في تركيز العناصر بين الدقيق (النتائج غير معروضة في هذا البحث، حيث نُشِّرت في بحثٍ سابقٍ) والخبز، وعرضت النتائج في الشكلين (1 و2)، ويهدف هذا الاختبار إلى تحديد مقدار النقص في العناصر المعدنية الصغرى بعد عملية تحويل الدقيق إلى خبز، وبالتالي إعطاء فكرة إلى برامج تدعيم الدقيق بالكميات الواجب إضافتها من العناصر المعدنية الصغرى لكل نوع دقيق لتغطية الاحتياجات اليومية للأفراد من هذه العناصر (Kamal-Eldin، 2008).



الشكل (1) نسبة انخفاض تركيز العناصر المعدنية الصغرى في عينات الخبز المحضرة من أنواع دقيق القمح القاسي.



الشكل (2) نسبة انخفاض تركيز العناصر المعدنية الصغرى في عينات الخبز المحضرة من أنواع دقيق القمح الطري.

إن أهم ما يميز النتائج المتعلقة بنسبة الفقد في العناصر المعدنية الصغرى المدروسة هو التباين العالي المعنوية في نسبة الفقد بين أنواع الدقيق ونوعي القمح، فقد وصلت نسبة الفقد في النحاس لعينات الخبز المحضر من دقيق زيرو القمح القاسي إلى (57.17%) مقارنةً بـ (52.69%) لعينات الخبز المحضر من دقيق زيرو القمح الطري، بينما كانت نسبة فقد النحاس في الخبز المحضر من الدقيق الموحد (31.78% و32.57%) وفي الخبز المحضر من دقيق القمح الكامل (32.41% و29.46%) للقمح القاسي والطري على التوالي. على النقيض من ذلك، أظهر الحديد أقل نسبة فقد مقارنةً ببقية العناصر، حيث تراوحت نسبة الفقد في الحديد في الخبز المحضر من أنواع الدقيق القاسي بين (0.52-13.01%) وفي الخبز المحضر من أنواع الدقيق الطري بين (6.64-14.38%). بالنسبة لعنصر الزنك، وصلت نسبة الفقد إلى (29.68% و27.84%) في خبز دقيق الزيرو، وانخفضت إلى (20.14% و15.56%) في خبز الدقيق الموحد، وإلى (13.39% و14.55%) في خبز القمح الكامل للقاسي والطري على التوالي، بينما أظهر عنصر المنغنيز اختلافات

كبيرة بين عينات الخبز المحضرة من أنواع دقيق نوعي القمح، حيث كانت الفقد أعلى في أنواع دقيق القمح الطري (9.97-17.24%) مقارنةً مع (1.09-16.83%) في أنواع دقيق القمح القاسي. وأخيراً، أدت عملية تحويل الدقيق إلى خبز إلى فقد أكثر من (30%) من عنصر الكوبالت، ووصلت نسبة الفقد إلى (52.67%) في عينات خبز دقيق زيرو القمح الطري.

تبعاً للدراسات المرجعية السابقة، تمَّ تفسير تنوع النتائج بطريقة ما من خلال عوامل خارجية (Extrinsic) وعوامل داخلية (Intrinsic)، حيث تعتمد كمية المعادن الموجودة في خبز القمح بطريقة ما على النسبة المئوية للاستخراج في إنتاج الخبز الأبيض (أو الدقيق المكرر)، ويحدث تسمية الخبز الأبيض عندما يصل الاستخراج إلى 75% أو أقل، ويؤدي انخفاض نسبة الاستخراج إلى انخفاض مستويات المعادن في الخبز (Dewettinck وزملاؤه، 2008)، بالإضافة إلى ذلك، إن تكوين التربة واستخدام الأسمدة والموقع الجغرافي للأصناف قد يؤثر في المحتوى المعدني في الحبوب (Ekholm وزملاؤه، 2007)، وتبعاً لذلك، في بعض البلدان، فإن إضافة العناصر الغذائية، مثل الحديد، أصبح مطلوب بموجب القانون لاستعادة المحتوى المفقود في عملية الطحن والتصنيع (O'Connor، 2012)، وسبب آخر للتدعيم هو حقيقة أن الخبز المحضر من الحبوب، وخاصةً القمح، يحتوي على نسبة منخفضة من المعادن (Vieira وزملاؤه، 2012)، وكما أنه في النظم الغذائية النباتية، يوجد الحديد على شكل حديد غير عضوي غير هيمي، وهو متوفر بيولوجياً بشكل أقل من الحديد الهيمي من مصادر الأطعمة الحيوانية، وبشكل خاص، يوجد معظم الحديد الموجود في دقيق القمح الكامل على هيئة فيتات، وهي ملح حمض الفايتك ميو-إينوزيتول هيكساكيسفوسفات (IP6)، وهذا يؤدي إلى انخفاض إجمالي امتصاص الحديد من النظم الغذائية النباتية (Hurrell وEgli ، 2010؛ Davidsson، 2003).

الاستنتاجات

1. بيَّن تحليل الخصائص الكيميائية لعينات الخبز المصنعة من أنواع الدقيق الثلاثة لنوعي القمح المحلي (القاسي والطري) دوما3 ودوما6 وجود اختلافات معنوية في جميع المؤشرات المدروسة، فقد ترافق رفع نسبة استخراج الدقيق مع ارتفاع معنوي في النسبة المئوية للرماد، النسبة المئوية للبروتينات، النسبة المئوية لليبيدات والنسبة المئوية للألياف الخام، وانخفاض معنوي في النسبة المئوية للرطوبة والنسبة المئوية للنشاء.
2. تميزت عينات الخبز المصنعة من أنواع الدقيق الناتجة عن طحن صنف القمح القاسي بخصائص كيميائية أعلى من ناحية، الرطوبة، الرماد، البروتينات، الليبيدات والألياف، وأقل للنشاء مقارنةً مع عينات الخبز المصنعة من أنواع الدقيق الناتجة عن طحن صنف القمح الطري.
3. بينت نتائج تحليل التباين انخفاض قطر رغيف الخبز وزيادة سماكة الرغيف ووزن الرغيف مع ارتفاع نسبة استخراج الدقيق.
4. كان محتوى العناصر المعدنية الصغرى بالترتيب التالي (الحديد > الزنك ≈ المنغنيز > النحاس > الكوبالت) لجميع عينات الخبز.
5. تباين تركيز المعادن بشكل كبير بين عينات الخبز المحضرة من أجزاء الطحن المختلفة لصنفي القمح المدروسين، وكانت عينات الخبز من دقيق القمح الكامل الأعلى بشكل عام في محتوى العناصر المعدنية الصغرى، ولوحظ أن الحديد كان العنصر الدقيق الرئيسي في الخبز.
6. أدت عملية التصنيع (تحويل الدقيق إلى خبز عربي منفصل الشطرين) إلى تباين عالي المعنوية في نسبة الفقد بالعناصر المعدنية الصغرى بين أنواع الدقيق ونوعي القمح، ووصلت نسبة الفقد إلى (57.17%) للنحاس، (52.67%) للكوبالت، (29.68%) للزنك، (17.24%) للمنغنيز و(14.38%) للحديد.

التوصيات

1. متابعة الدراسة لتحديد نسبة العناصر المعدنية الصغرى في منتجات المخابز الأخرى.
2. تحديد أسباب الفقد في العناصر المعدنية الصغرى خلال عمليات التصنيع والعمل على الحد منها.
3. تحديد علاقة تركيز العناصر المعدنية الصغرى في خصائص الغلوتين النوعية.

المراجع

- AACC. 2000. Approved Methods of the AACC, 10th edn. Methods 30-25, 32-45. St Paul, MN. AACC.
- Abebe, Y., A. Bogale, K. M. Hambidge, B. J. Stoecker, K. Bailey, and R. S. Gibson. 2007. Phytate, zinc, iron and calcium content of selected raw and prepared foods consumed in rural Sidama, Southern Ethiopia, and implications for bioavailability. J. Food Compos. Anal., 20: 161-168.
- Aleid, S. M., A. A. AL-Hulaibi, M. A. Ghoush, and A. A. Al-Shathri. 2014. Enhancing arabic bread quality and shelf life stability using bread improvers. Journal of Food Science and Technology, 52: 4761-4772.
- Anjum, F. M., M. S. Butt, N. Ahmad, and I. Ahmad. 2002. Phytate and mineral content in different milling fractions of some Pakistani spring wheats. Int. J. Food Sci. Technol., 37: 13-17.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis of AOAC International, 16th edition. Volume 1. Arlington, USA.
- Azizi, M., S. Sayeddin, and S. Payghambardoost. 2006. Effect of flour extraction rate on flour composition, dough rheological characteristics and quality of flat bread. J. Agric. Sci. Technol., 8: 323-330.
- Bilgiçli, N. and Ş. İbanoğlu. 2015. Effect of pseudo cereal flours on some physical, chemical and sensory properties of bread. J. Food Sci. Tech., 52: 7525-7529.
- Brankovic, G., D. Dodig, V. Pajić, V. Kandic, D. Knezevic, N. Djuric, and T. Zivanovic. 2018. Genetic parameters of *Triticum aestivum* and *Triticum durum* for technological quality properties in Serbia. Zemdirbyste-Agriculture, 105: 39-48.
- Ciudad-Mulero, M., M. Matallana-González, M. Callejo, J. Carrillo, P. Morales, and V. Fernández-Ruiz. 2021. Durum and bread wheat flours. Preliminary Mineral Characterization And Its Potential Health Claims. Agronomy, 11: 108-121.
- Cubadda, F., F. Aureli, A. Raggi, and M. Carcea. 2009. Effect of milling, pasta making and cooking on minerals in durum wheat. J. Cereal Sci., 49: 92-97.
- Davidsson, L. 2003. Approaches to improve iron bioavailability from complementary foods. Journal of Nutrition, 133: 1560S-1562S.
- Dewettinck, K., F. Van Bockstaele, B. Kühne, D. Van de Walle, T. M. Courtens, and X. Gellynck 2008. Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. J. Cereal. Sci., 48: 243-257.
- Dhaka, V. and B. S. Khatkar. 2015. Effects of gliadin/glutenin and HMW-GS/LMW-GS ratio on dough rheological properties and bread-making potential of wheat varieties: Gluten proteins, dough rheology and bread quality. Journal of Food Quality, 38; 71-82.
- Ekholm, P., H. Reinivuo, P. Mattila, H. Pakkala, J. Koponen, A. Happonen, J. Hellström, and M. L. Ovaskainen. 2007. Changes in the mineral and trace element contents of cereals, fruits and vegetables in Finland. J. Food Compos. Anal., 20: 487-495.
- El-Haramein, J. F. and B. Adleh. 1994. Bread in Syria. Food Reviews International, 10: 419-436.
- El-Porai, E. S., A. E. Salama, A. M. Sharaf, A. I. Hegazy, and M. G. E. Gadallah. 2013. Effect of different milling processes on Egyptian wheat flour properties and pan bread quality. Annals of Agricultural Sciences, 58; 51-59.
- FAO. 2003 Food energy-methods of analysis and conversion factors, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Gharibzahedi, S. M. T. and S. M. Jafari. 2017. The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. Trends Food Sci. Technol., 62: 119-132.
- Gutiérrez-Alamo, P., M. W. A. Pérez De Ayala, L. A. Verstegen, H. Den, and M. J. Villamide. 2008. Variability in wheat: Factors affecting its nutritional value. World's Poultry Science Journal, 64: 1, 20-39.
- Heshe, G. G., G. D. Haki, A. Woldegiorgis, and H. F. Gemede. 2016. Effect of conventional milling on the nutritional value and antioxidant capacity of wheat types common in Ethiopia and a recovery attempt with bran supplementation in bread. Food Science \& Nutrition, 4: 534-543.
- Heshe, G. G., G. D. Haki, A. Z. Woldegiorgis, and H. F. Gemede. 2015. Effect of conventional milling on the nutritional value and antioxidant capacity of wheat types common in Ethiopia and a recovery attempt with bran supplementation in bread. Food science & nutrition, 4: 534-543.
- Hurrell, R. and I. Egli. 2010. Iron bioavailability and dietary reference values. American Journal of Clinical Nutrition, 91: 1461S-1467S.
- Iglesias-Puig, E., V. Monedero, and M. Haros. 2015. Bread with whole quinoa flour and bifidobacterial phytases increases dietary mineral intake and bioavailability. Lwt-Food Sci. Technol., 60: 71-77.
- Inas, A. 2020. The effect of changing the milling extraction rate on the flour properties. Technology Reports of Kansai University, 62: 1121-1129.
- Kamal-Eldin, A. 2008. Micronutrients in cereal products: their bioactivities and effects on health. Technology of Functional Cereal Products, 86–111.
- Lu, X., M. A. Brennan, W. Guan, J. Zhang, L. Yuan, and C. S. Brennan. 2021. Enhancing the nutritional properties of bread by incorporating mushroom bioactive compounds: The manipulation of the pre-dictive glycaemic response and the phenolic properties. Foods, 10: 731-746.
- Majzoobi, M., A. Farahnaky, Z. Nematolahi, M. M. Hashemi, and M. Taghipour. 2013. Effect of different levels and particle sizes of wheat bran on the quality of flat bread. Journal of Agricultural Science and Technology, 15: 115-123.
- Marles, R. J. 2017. Mineral nutrient composition of vegetables, fruits and grains: The context of reports of apparent historical declines. Journal of Food Composition and Analysis, 56; 93-103.
- Milani, J. 2018. Application of coated wheat bran to producing barbari bread with increased nutritional value and improved bread texture and shelf life. Acta Alimentaria, 47: 259-266.
- Mitiku, D., S. Abera, and N. Bussa. 2018. Evaluation of physicochemical properties and sensory attributes of leavened bread produced from composite flours of wheat (*Triticum aestivum* L.) and sweet potato (Ipomoea batatas L.). Science, Technology and Arts Research Journal, 5: 95-103.
- O'Connor, A. 2012. An overview of the role of bread in the UK diet. Nutr. Bull., 37: 193-212.
- Rodriguez-Ramiro, I., C. A. Brearley, S. F. Bruggraber, A. Perfecto, P. Shewry, and S. Fairweather-Tait. 2017. Assessment of iron bioavailability from different bread making processes using an in vitro intestinal cell model. Food chemistry, 228: 91-98.
- Rybicka, I. and A. Gliszczyńska-Świgło. 2017. Minerals in grain gluten-free products. The content of calcium, potassium, magnesium, sodium, copper, iron, manganese, and zinc. J. Food Compos. Anal., 59: 61-67.
- Sakhare, S. D., A. A. Inamdar, C. Soumya, D. Indrani, and G. V. Rao. 2013. Effect of flour particle size on microstructural, rheological and physico-sensory characteristics of bread and south Indian parotta. Journal of Food Science and Technology, 51: 4108-4113.

- Sayed, H. S., A. M. Sakr, and N. M. M. Hassan. 2016. Effect of pseudo cereal flours on technological, chemical and sensory properties of pan bread. World J. Dairy Food Sci., 11: 10-17.
- Tulchinsky, T. 2010. Micronutrient deficiency conditions: Global health issues. Public Health Reviews, 32: 243-255.
- Vieira, E., M. E. Soares, I. M. P. L. V. O. Ferreira, and O. Pinho. 2012. Validation of a fast sample preparation procedure for quantification of sodium in bread by flame photometry. Food Anal. Method., 5: 430-434.
- Vignola, M. B., M. Moiraghi, E. Salvucci, M. Baroni, and G. T. Perez, 2016. Whole meal and white flour from Argentine wheat genotypes: Mineral and arabinoxylan differences. J. Cereal Sci., 71: 217-223.
- Wandersleben, T., E. Morales, C. Burgos-Díaz, T. Barahona, E. Labra, M. Rubilar, and H. Salvo-Garrido. 2018. Enhancement of functional and nutritional properties of bread using a mix of natural ingredients from novel varieties of flaxseed and lupine. LWT, 91: 48-54.
- Wang, M., F. Kong, R. Liu, Q. Fan, and X. Zhang. 2020. Zinc in wheat grain, processing, and food. Front. Nutr., 7: 124-131.

N° Ref: 1085