تأثير الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بنسب مختلفة من دقيق الدُخن على الخصائص الفيزوكيميائية والريولوجية لعجينة البسكويت

صلاح علي الهبيل، سمية مفتاح شنيبة
قسم علوم و تقنية الأغذية- كلية الزراعة- جامعة طرابلس

المستخلص

أضيفت نسب مختلفة من دقيق الدُخن (0، 5، 10، 15%) إلى دقيق القمح استخلاص 72%، لدراسة تأثيرها على الخصائص الكيميائية لكل من العجينة والبسكويت المُصنع منها، وكذلك الخصائص الريولوجية لعجينة البسكويت. أظهرت نتائج الاختبارات الكيميائية انخفاضاً معنوياً في النسبة المئوية لكل من الرطوبة، الجلوتين الرطب والجاف، والذي ترافق مع زيادة معنوية ملحوظة في النسبة المئوية للرماد، دليل الجلوتين، البروتين الكلي ودرجة اللون كلما زادت نسبة الخلط بدقيق الدُخن. عملية الاستبدال الجزئي بنسب مختلفة من دقيق الدُخن أدت لارتفاع معنوي لبعض الخصائص الريولوجية والمقدرة بجهاز الفارينوجراف مثل نسبة الامتصاص للماء، زمن تطور العجينة وزمن الثبات، وكذلك إزدادت قيم مقاومة الشد، والمطاطية وانخفظت القوة والمرونة المقاسة بجهاز الاكستنسوجراف مع زيادة نسبة الاستبدال بدقيق الدُخن. الاختبارات الكيميائية لعينات البسكويت المُصنعة من دقيق القمح واستبدالاته المختلفة بدقيق الدُخن سجلت ارتفاع معنوي في كل النسبة المئوية للألياف وتركيز عنصر الحديد مع زيادة نسبة الاستبدال بدقيق الدُخن.

الكلمات الدالة: دقيق القمح، دقيق الدُخن، الخصائص الريولوجية

المقدمة

نبات الدُخن (*Pennisetum americanum*) من المحاصيل الهامة في المناطق الاستوائية الجافة من أسيا وأفريقيا، ويعتبر من الأغذية الرئيسة للعديد من شعوب المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية في كل من قارة أفريقيا وآسيا(FAO، 2015)، حيث يبلغ الإنتاج من نبات الدُخن لكل من القارتين على حدا حوالي 65%، 41% على التوالي من إجمالي الإنتاج العالمي (Shahidi *et al.*, 2013). يُعد نبات الدُخن من أهم مصادر البروتين، الفيتامينات والمعادن للعديد من أفراد الشعوب الفقيرة (FAO، 1995).الدُخن من أرخص أنواع الحبوب الخالية من الجلوتين (أقل بحوالي 40%

للاتصال: صلاح علي الهبيل. قسم علوم وتقنية الأغذية - كلية الزراعة - جامعة طرابلس - طرابلس - ليبيا.
هاتف: 218944571405+. البريد الالكتروني: S.Ahebeill@uot.edy.ly

استلمت بتاريخ: 2017/3/26 أجيزت بتاريخ: 2017/7/1

من سعر الذرة)، ويمكن أن ينمو في أنواع التربة الفقيرة في المصادر الغذائية (Prasil *et al.*, 2015). دقيق الدُخن يمكن استخدامه في صناعة البطاطس المهروسة أو المجروشة ذات الطعم اللذيذ والتي لا تحتوي على الجلوتين ولذلك يمكن استخدامها كغذاء للأشخاص الذين يعانون من حساسية الجلوتين (Rajiv *et al.*, 2011) ، كذلك يمكن استخدام دقيق الدُخن في إنتاج خبز مسطح متخمر أو غير متخمر ويمكن خلطه مع دقيق القمح الصلب لإنتاج مكرونة، وكذلك يمكن استخدامه في أغذية الإفطار. عمليات التقشير لحبوب الدُخن تؤدي لفقد بعض العناصر الغذائية الهامة إلا أن القيمة الهضمية و درجة الامتصاصية ودرجة الاحتفاظ بالكالسيوم تزداد وذلك لارتكاز حمض الفيتيك في الطبقات الخارجية المزالة إثناء عملية التقشير (Hulse *et al.*, 1980). يحتوي الدُخن على 7.3% بروتين، 1.3% دهن، 2.7% أملاح معدنية، 344 ملجم كالسيوم (لكل 100جم دُخن)، 283 ملجم فوسفور، 3.9 ملجم حديد، 11.5% الألياف الغذائية (Gopalan *et al.*, 2007). يعتبر دقيق القمح في الدول النامية المكون الرئيس للمخبوزات والتي في مجملها تكون مستوردة وأسعارها عالية نوعاً ما (Akubor, 2007)، حبوب الأنواع الأخرى تستخدم بشكل جزئي مع حبوب القمح في تحضير بعض أنواع المخبوزات وخصوصاً عندما تكون كميات القمح منخفضة. يعتبر البسكويت من الأغذية الشعبية لمختلف الشرائح العمرية وهو واسع الانتشار بأشكال ونكهات مختلفة، هذا بغض النظر عن تكلفة صناعته المنخفضة نسبياً وكذلك مدة صلاحيته العالية مقارنة بالمنتجات الأخرى، وبسبب التنافس العالي في الأسواق والطلب المتزايد على المنتجات الصحية وذات المحتوى العالي من العناصر الغذائية كان من الضروري والحتمي إجراء الدراسات لتحسين القيمة الغذائية للبسكويت من خلال تعديل تركيبه برفع نسبة الاستخلاص للحبوب أو من خلال تدعيمه بأنواع من الحبوب الغنية بالعناصر المهمة والتي يحتاجها الجسم كالفيتامينات والبروتين (Hooda *et al.*, 2005 ؛ Tyagi *et al.*, 2007). العديد من الدراسات حول استخدام أنواع مختلفة من الحبوب كبدائل لدقيق القمح قد تم إجراءها في إنتاج بعض أنواع البسكويت وأغذية الإفطار المختلفة (Hulse *et al.*, 1980). أشار Jyotsna (2004) إلى أن دقيق الذرة ذو نسبة الاستخلاص 75 – 80% تم استخدامه بنسبة 15% مع دقيق القمح لإنتاج الخبز، حيث أكد أن استخدام دقيق الذرة لإنتاج الخبز والبسكويت مع إضافة 60 جزء في المليون من الحامض الأميني Cysteineأعطى خبزاً ذا جودة عالية، ومن جهة أخرى ذكر Anu (2007) أن دقيق الدُخن حتى استخلاص 60% يمكن أن يستخدم مع مسحوق الحمص لإنتاج بسكويت بقيمة غذائية عالية، وحيث أن البسكويت من الأغذية الجاهزة للأكل والمريحة فإن استخدام دقيق الدُخن لا يزيد من القيمة الغذائية فقط، بل ويضمن الاستفادة القصوى منها. بناء على ما ذكر سالفاً، فأن الهدف الرئيس لهذه الدراسة هو التعرف على تأثير الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بنسب مختلفة من دقيق الدُخن على بعض الخصائص الكيميائية والريولوجية لعجينة البسكويت، وكذلك على التغيرات في بعض الخصائص الكيميائية لعينات البسكويت المُصنعة.

المواد وطرائق البحث

أجريت هذه الدراسة بمعامل شركة Greggs plc. Newcastle upon tyne, UK، حيث استخدم صنف الدقيق ذو العلامة التجارية Sovereign والمستخلص من صنف الأقماح الطرية (*Triticum asteivum*) بنسبة 72%، تم الحصول على دقيق الدُخن من شركة المخبوزات الإنجليزية (Greggs plc. Newcastle upon tyne, UK)، وتمت إضافته لدقيق القمح عن طريق الاستبدال الجزئي بنسبة 5، 10 و 15% من الوزن الكلي للدقيق.

الطرق الكيميائية:

قُدرت الاختبارات الكيميائية بالنسبة لعينات الدقيق وكذلك البسكويت باستخدام الطرق المعتمدة من قبل الجمعية الأميريكية لكيميائي الحبوب (AACC، 2000). النسبة المئوية للرطوبة باستخدام الطريقة رقم 44-A15، النسبة المئوية للرماد باستخدام الطريقة رقم 08-01، النسبة المئوية للبروتين الكلي بواسطة طريقة كلداهل (Crud-Protein-Improved Kjeidahl) رقم 46-10، النسبة المئوية للدهون كانت باستخدام الطريقة رقم 10-40، أما النسبة المئوية للألياف في عينات البسكويت فقدرت باستخدام الطريقة المتبعة وفق AOAC رقم 7.054 (AOAC، 2000). العناصر المعدنية (الحديد، الصوديوم والزنك) في عينات البسكويت قُدرت باستخدام جهاز المطياف الذري وفق الطريقة المعتمدة من فبل AOAC رقم 33.092 (AOAC، 2000). الجلوتين الرطب، الجلوتين الجاف ودليل الجلوتين تم تقديرهم وفق AACC رقم 38-12A (AACC، 2000). درجة اللون للدقيق قُدرت باستخدام جهاز Satake colour grader PGGA ser.4، رقم الإسقاط أُجري وفق AACC رقم 56-81B (AACC، 2000) باستخدام جهاز Hagberg FN (System Perten).

الاختبارات الريولوجية لدقيق القمح واستبدالاته المختلفة:

استخدم جهاز الاكستنسوجراف لتقدير خاصية مقاومة الشد، خاصية المرونة والمطاطية وفق الطريقة المعتمدة من قبل AACC رقم 10-45 (AACC، 2000). أما جهاز الفارينوجراف فقد تم استخدامه لتقدير نسبة الامتصاص، زمن تطور العجينة، زمن الثبات والضعف وفق الطريقة المعتمدة من قبل AACC رقم 22-54 (AACC، 2000) باستخدام حوض الخلط سعة 300 جرام.

صناعة البسكويت:

صُنعت عينات البسكويت وفق الطريقة المذكورة بالمرجع (Vitali *et al.*, 2009).

التحليل الإحصائي:

استخدم التصميم العشوائي الكامل باستخدام General Linear Model (GLM) ثم اتبعت باختبار Tukey لتحديد الفروق المعنوية ما بين المتوسطات عند مستوى معنوية 5%، تلك الاختبارات أجريت عن طريق البرنامج الإحصائي Minitab 16.

النتائج والمناقشة

أظهرت نتائج الاختبارات الكيميائية لعينات دقيق القمح والمستبدل جزئياً بنسب مختلفة من دقيق الدُخن (0، 5، 10 و 15%) والموضحة بالجدول (1) أن هناك انخفاضاً معنوياً ملحوظاً ($P \leq 0.05$) في كل من النسبة المئوية للرطوبة وكذلك في نسبة كلاً من الجلوتين الرطب والجاف، حيث انخفضت النسبة المئوية للرطوبة من 14.8% لدقيق القمح فقط (الشاهد) لتصل إلى 12.27% للدقيق المستبدل بنسبة 15% دقيق الدُخن، كما انخفظت النسبة المئوية للجلوتين الرطب من 32.9% للدقيق الشاهد لتصل إلى 17.9% ، وكذلك انخفظت النسبة المئوية للجلوتين الجاف من 10.7% إلى 7.9% لكل من الدقيق الشاهد ودقيق الاستبدال بنسبة 15 % دخن على التوالي. الانخفاض المعنوي الملحوظ لكل من النسبة المئوية للجلوتين الرطب والجاف يرجع أساساً لافتقار دقيق الدُخن للبروتينيات المكونة لبروتين الجلوتين وهي الجليادين والجلوتينين (Webster, 1986). الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بدقيق الدُخن أدى لارتفاع في النسبة المئوية للرماد من 1.08% سجلها دقيق الشاهد ليصل إلى 2.04% سجلها دقيق الاستبدال 15% دخن وهذا يرجع لارتفاع نسبة الألياف غير قابلة للهظم والتي تصعب إزالتها بطرق الطحن التقليدية، لأن البذور تكون مغمورة في القشرة

Hulse *et al.*, 1980))، كذلك من خلال الجدول (1) نلاحظ التأثير المعنوي لإضافة دقيق الدُخن على درجة اللون، دليل الجلوتين والنسبة المئوية للبروتين الكلي، فقد إزداد مؤشر درجة اللون لحوالي ثلاثة أضعاف من 5.53 سجلها دقيق الشاهد إلى 14.31 سجلها دقيق الاستبدال 15% دقيق الدُخن، تطابقت هذه النتائج مع نتائج (2007) Anu *et al.*, ، وكذلك تطابقت مع كل من(2010) Shahedi and Salehifar والسمعان (2012) مع الاختلاف في نوع دقيق الاستبدال حيث كان الدقيق المستخدم خلال دراستهم هو دقيق الشوفان، بالنسبة لدليل الجلوتين فقد ازداد بشكل طردي مع زيادة نسبة الاستبدال بدقيق الدُخن حيث كان 71.89% في حالة الدقيق الشاهد وسجل 96.68% عندما كانت نسبة الاستبدال 15% بدقيق الدُخن، وازدادت النسبة المئوية للبروتين الكلي من 12.1% لدقيق الشاهد لتصل إلى 12.43% لدقيق الاستبدال 15% دقيق الدُخن، في حين لم تحدث زيادة تذكر بالنسبة لرقم الاسقاط والذي يعتبر مؤشر على نشاط أنزيم α أميليز، وهذا يدل على أن عينات القمح المستخدمة لم تحتوي على حبوب منبتة (Rajiv *et al.*, 2011).

تأثير الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بدقيق الدُخن على الخصائص الريولوجية للعجين:

نتائج الاختبارات الريولوجية باستخدام جهاز الفارينوجراف والموضحة بالجدول (2)، أظهرت أن الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بنسب مختلفة من دقيق الدُخن كان له تأثير معنوي على بعض الخصائص المدروسة، فقد ارتفعت نسبة الامتصاص بشكل طردي مع زيادة نسبة الاستبدال بدقيق الدُخن، حيث كانت 62.03% لدقيق الشاهد لتصل إلى 69.89% عندما كانت نسبة الاستبدال بدقيق الدُخن 15%، وهذا يرجع لارتفاع نسبة البروتين بارتفاع نسبة الخلط مع دقيق الدُخن وكذلك لوجود مركبات بيتا- جلوكان في طبقات القشرة الخارجية لكل من حبوب القمح والدُخن والتي يتبقى منها أجزاء حتى بعد عملية الاستخلاص والتي بدورها تلعب دوراً مهماً صحبة مجاميع الكربوكسيل من خلال ارتباطهم بالماء بواسطة الروابط الهيدروجينية مما يزيد من كمية الماء الممتص، (Rajiv *et al.*, 2001 ؛ السمعان، 2012).

مؤشر أو زمن تطور العجينة، هو عبارة عن الزمن منذ الإضافة الأولى للماء حتى وصول االعجينة إلى درجة الثبات معبر عنه بالدقائق ازداد من 3.1 إلى 5.1 دقيقة مقارنة بزمن الثبات الذي اختلف بشكل معنوي فقط في حالة عينة الدقيق الشاهد، حيث تراوح ما بين 2.29 دقيقة سجلها دقيق الشاهد إلى 3.36 دقيقة سجلها دقيق الاستبدال 15% دقيق الدُخن، بالنسبة للرقم الفالوريمتري لم يسجل أي فروق معنوية مابين العينة الشاهد و نسب الاستبدال المختلفة بدقيق الدُخن كما هو مُبين بالجدول (2) حيث تراوح ما بين 50 للعينة الشاهد و 54 لعينة الاستبدال 15% دقيق الدُخن، هذه النتائج كانت متوافقة مع (Sudha *et al.*, 2007) عند دراسة الخصائص الريولوجية لدقيق القمح المدعم بأنواع مختلفة من ألياف الحبوب المختلفة، وكذلك توافقت مع نتائج (السمعان، 2012) عند دراستهم لتأثير التدعيم لدقيق القمح بنسب مختلفة من الشوفان على الخصائص التصنيعية والريولجية للبسكويت، بالنسبة لدرجة ضعف العجينة فقد إزداد من 105 BU لعينة الشاهد إلى 125 BU لعينة الاستبدال 10% دقيق الدُخن، وهذا توافق مع نتائج (السمعان، 2012) وكذلك دراسة (Sudha *et al.*, 2007) واللذان أكدا أن إضافة نخالة الشعير والشوفان إلى دقيق القمح يُضعف العجينة في حال استخدامها لصناعة البسكويت، في حين أن ردة الدقيق والأرز يجعلها أكثر صلابة ومقاومة بسبب التداخل ما بين كل من السكريات العديدة والبروتين. الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بدقيق

الدُخن أدى لخفض قيم القوة (سم^2) كما هو مُبين بالجدول (2) والتي هي عبارة عن المساحة تحت منحنى الأكستنسوجرام، هذه النتيجة توافقت مع كل من (السمعان، 2012) و (Sudha *et al.*, 2007)، وكذلك أظهرت النتائج انخفاض معنوي ($P \leq 0.05$) لكل من مقاومة الشد والمرونة، وهذا يرجع تفسيره وفق ما ذكر (Jones *et al.*, 1967) لتأثير التداخل المتبادل ما بين السكريات العديدة والبروتينات، ومن جهة أخرى فقد ازدادت قيمة كل من المقاومة العظمى للشد التي هي عبارة عن أعلى ارتفاع لمنحى الاكستنسوجرام والمطاطية التي هي عبارة عن النسبة ما بين المقاومة العظمى للشد والمرونة، حيث أظهرت النتائج بالجدول (2) والمسجلة لدقيق الشاهد (غير محتوي على دقيق الدُخن) من منحنى الاكستنسوجرام 41 سم^2، 258 BU ، 150 ملم، 1.74 لكل من القوة، مقاومة الشد، المرونة والمطاطية على التوالي، والتي انخفظت معنوياً ($P \leq 0.05$) لتصل إلى 33 سم^2، 183 BU ، 68 ملم و 3,23 عندما كانت نسبة الاستبدال بدقيق الدُخن 15%.

جدول 1. الخصائص الفيزوكيميائية لدقيق القمح الصافي و المستبدل جزئياً بدقيق الدُخن.

الخصائص الكيميائية والفيزيائية	الشاهد (0 %)	5 % دقيق الدُخن	10 % دقيق الدُخن	15% دقيق الدُخن
الرطوبة %	^{a} 0.57 ± 14.18	^{ab} 0.33 ± 13.50	^{b} 0.33 ± 13.09	^{c} 0.24 ± 12.27
الرماد %	^{d} 0.05 ± 1.08	^{c} 0.05 ± 1.34	^{b} 0.05 ± 1.66	^{a} 0.15 ± 2.04
اللون (درجة)	^{d} 0.26 ± 5.53	^{c} 0.43 ± 7.64	^{b} 0.33 ± 12.31	^{a} 0.24 ± 14.31
الجلوتين الرطب %	^{a} 0.32 ± 32.94	^{b} 0.52 ± 30.26	^{c} 0.74 ± 25.81	^{d} 0.18 ± 17.96
الجلوتين الجاف %	^{b} 0.26 ± 10.68	^{a} 0.18 ± 11.71	^{c} 0.44 ± 9.35	^{d} 0.13 ± 7.96
دليل الجلوتين %	^{c} 0.24 ± 71.89	^{b} 3.31 ± 87.79	^{a} 0.48 ± 95.30	^{a} 4.37 ± 96.68
البروتين %	^{a} 0.20 ± 12.11	^{a} 0.15 ± 12.20	^{a} 0.16 ± 12.26	^{a} 0.41 ± 12.43
رقم الاسقاط (ث)	^{a} 10.43 ± 411	^{a} 13.10 ± 399	^{a} 12.58 ± 402	^{a} 9.68 ± 409

abcd: المتوسطات التي تشترك في حرف واحد في كل صف لا يوجد بينها فروق معنوية ($P \leq 0.05$)

جدول 2. الخصائص الريولوجية لدقيق القمح الصافي ودقيق القمح المستبدل جزئياً بدقيق الدُخن

الخصائص الريولوجية	الشاهد (0 %)	5 % دقيق الدُخن	10 % دقيق الدُخن	15% دقيق الدُخن
الامتصاصية %	^{b} 0.33 ± 62.03	^{b} 0.38 ± 63.84	^{a}4.23 ± 68.84	^{a} 0.36 ± 69.89
زمن التطور (دقيقة)	^{c} 0.18 ± 3.1	^{c} 0.08 ± 3.38	^{b} 0.13 ± 4.14	^{a} 0.32 ± 5.07
زمن الثبات (دقيقة)	^{b} 0.19 ± 2.29	^{a} 0.11 ± 3.28	^{a} 0.08 ± 3.44	^{a} 0.13 ± 3.36
الضعف (BU)	^{b} 4.12 ± 105	^{c} 4.12 ± 90	^{a} 8.26 ± 125	^{b} 5.7 ± 107
الرقم الفالوريمتري	^{a} 4.30 ± 50	^{a}1.92 ± 52	^{a} 2.61 ± 53	^{a} 1.58 ± 54
القوة (سم2)	^{a} 1.64 ± 41	^{b} 1.48 ± 38	^{ab} 1.92 ± 39	^{c} 1.92 ± 33
مقاومة الشد (BU)	^{b} 7.35 ± 258	^{c} 7.31 ± 227	^{a} 15.9 ± 284	^{d} 13.2 ± 183
المرونة (ملم)	^{a} 9.99 ± 150	^{a} 11.4 ± 139	^{b} 6.18 ± 111	^{c} 5.27 ± 68
المطاطية	^{c} 0.13 ± 1.74	^{c} 0.08 ± 1.72	^{b}0.06 ± 2.82	^{a} 0.16 ± 3.23

abc: المتوسطات التي تشترك في حرف واحد في كل صف لا يوجد بينها فروق معنوية ($P \leq 0.05$) .

خصائص البسكويت المُصنع من دقيق القمح المستبدل جزئياً بدقيق الدُخن:

عينات البسكويت المحتوية على نسب مختلفة من دقيق الدُخن أظهرت تباين فيما بينها، حيث سجلت كل من عينات البسكويت ذات نسبة الاستبدال 15% بدقيق الدُخن أعلى نسبة رطوبة ويليها عينات الاستبدال 10%، إلا أن الأخيرة لم تكن مختلفة معنوياً ($P \leq 0.05$) مع كل من عينة الشاهد وعينة الاستبدال 5% دقيق الدُخن كما هو مبين بالجدول (3).

جدول (3) الخصائص الكيميائية لعينات البسكويت المُصنعة من دقيق القمح الصافي والمستبدل جزئياً بدقيق الدُخن.

الخصائص الكيميائية	الشاهد (0 %)	5 % دقيق الدُخن	10 % دقيق الدُخن	15% دقيق الدُخن
الرطوبة %	^{b} 0.06 ± 3.26	^{b} 0.28 ± 3.50	^{ab} 0.25 ± 3.58	^{a} 0.22 ± 3.94
الرماد %	^{c} 0.03 ± 1.79	^{bc} 0.05 ± 1.92	^{b} 0.09 ± 1.99	^{a} 0.12 ± 2.15
البروتين %	^{d} 0.23 ± 9.25	^{c} 0.20 ± 10.74	^{b} 0.25 ± 12.23	^{a} 0.39 ± 13.40
الدهون %	^{a} 0.29 ± 12.53	^{a} 0.29 ± 12.53	^{a} 0.12 ± 12.51	^{a} 0.33 ± 12.59
الألياف %	^{d} 0.43 ± 1.40	^{c} 0.13 ± 2.19	^{b} 0.12 ± 3.11	^{a} 0.15 ± 3.91
الصوديوم %	^{a} 0.06 ± 0.21	^{a} 0.06 ± 0.22	^{a} 0.03 ± 0.22	^{a} 0.04 ± 0.23
الحديد (ج.ف.م)*	^{d} 2.07 ± 33.4	^{c} 2.3 ± 41.6	^{b} 4.15 ± 53.2	^{a} 3.49 ± 63.8
الزنك (ج.ف.م)	^{d} 0.21 ± 5.11	^{c} 0.28 ± 6.35	^{b} 0.37 ± 7.53	^{a} 0.37 ± 8.48

المتوسطات التي تشترك في حرف واحد في كل صف لا يوجد بينها فروق معنوية ($P \leq 0.05$)

***ج.ف.م = جزء في المليون (ppm)**

النسبة المئوية للرماد على أساس الوزن الجاف سجلت ارتفاع معنوي ملحوظ وطردي مع زيادة نسبة الاستبدال بدقيق الدُخن، وهذا عائد لارتفاع نسبة العناصر المعدنية في دقيق الدُخن (Abdelrahaman *et al.*, 2007) النسبة المئوية للبروتين الكلي سجلت ـأيضاَ ارتفاع من 9.25% في حالة البسكويت المُصنع من الدقيق الشاهد إلى 13.40% سجلتها عينات البسكويت المُصنع من دقيق الاستبدال 15% دقيق الدُخن، هذا الارتفاع فى نسبة البروتين الكلي يرجع لارتفاع محتوى دقيق الدُخن من البروتين (Barbeau and Hilu,1993). العناصر المعدنية كالحديد والألياف سجلت ارتفاع معنوي ملحوظ مع زيادة نسبة الاستبدال بدقيق الدُخن، حيث سجلت عينات البسكويت المُصنعة من دقيق الشاهد نسبة الياف 1.4% وازدادت هذه النسبة لتصل إلى 3.91% عندما كانت نسبة الاستبدال 15% دقيق الدُخن، أما بالنسبة لعنصر الحديد فقد تضاعفت نسبته ليصل إلى 63.8 جزء من المليون، فقد أوضح (Vitali *et al.*, 2009) أن إضافة كل من دقيق الشوفان والدُخن لعجينة البسكويت تزيد من محتواه من الحديد من 2.21 إلى 3.70 ملغ/ 100جم، كذلك لوحظ ارتفاع نسبة عنصر الزنك بشكل ملحوظ ومعنوي مع ارتفاع نسبة الاستبدال بدقيق الدُخن. النسبة المئوية لكل من الدهون وعنصر الصوديوم لم تسجل أي فروق معنوية ما بين عينات البسكويت ذات نسب الاستبدال المختلفة بدقيق الدُخن.

الاستنتاج

من خلال دراسة الخصائص الكيميائية لدقيق القمح الصافي والمستبدل بنسب مختلفة من دقيق الدُخن تبين الانخفاض التدريجي والمعنوي في كل من النسبة المئوية للرطوبة، الجلوتين الرطب والجاف والذي ترافق مع زيادة معنوية ملحوظة في كل من النسبة المئوية للرماد، درجة اللون، دليل الجلوتين والنسبة المئوية للبروتين الكلي مع ارتفاع نسبة الاستبدال بدقيق الدُخن. الخصائص الريولوجية للعجينة والمقُدرة باستخدام جهازي الاكستنسوجراف والفارينوجراف، حيث أوضح منحنى الفارينوجرام وجود زيادة معنوية في كل من نسبة الامتصاص للماء والقوة كلما زادت نسبة الاستبدال بدقيق الدُخن، أما منحنى الأكستنسوجرام فقد أظهر أن أضافة دقيق الدُخن لدقيق القمح بنسب مختلفة أدت لانخفاض معنوي في كل من قوة الدقيق والمرونة كلما زادت نسبة الاستبدال، أما بالنسبة للمرونة والمطاطية فقد أزدادت بشكل معنوي بزيادة نسبة دقيق الدُخن. الخصائص الكيميائية للبسكويت المُصنع من الدقيق المستبدل جزئياً بدقيق الدُخن سجلت اختلافات معنوية بارتفاع نسبة الاستبدال بدقيق الدُخن و خصوصاً في كل من النسبة المئوية للألياف وعنصر الحديد.

المراجع

1. السمعان، ا. هـ. و. ج. 2012. استخدام التحليل الاحصائي متعدد المتغيرات في دراسة الخواص الكيميائية، الريولوجية والتصنيعية لدقيق الشوفان. جامعة دمشق للعلوم الزراعية, 28-2, 361-374.
2. AACC. 2000. Approved Methods of the AACC, 10th ed. Methods 38-12A, 08-01, 26-95, 26-50, 54 - 21, 30-10, 56-81B, 54-10, 44-15A, 46-10. St Paul, MN. AACC
3. Abdelrahaman, S. M.; Elmaki, H. B.; Idris, W. H.; Hassan, A. B.; Babiker, E. E. and EL Tinay, A. H. 2007. Anti-nutritional factor content and hydrochloric acid extractability of minerals in pearl millet cultivars as affected by germination. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 58, 6-17.
4. Akubor, P. I. 2007. Chemical, functional and cookie baking properties of soybean/maize flour blends. Journal of Food Science and Technology-Mysore, 44, 619-622.
5. Anu, Sehgal, S. and Kawatar, A. 2007. Use of pearl millet and green gram flours in biscuits and their sensory and nutritional quality. Journal of Food Science and Technology-Mysore, 44, 536-538.
6. Barbeau, W. and Hilu, K.W. 1993. Protein, calcium, iron, and amino acid content of selected wild and domesticated cultivars of finger millet. Plant Foods for Human Nutrition, 43, 97-104.
7. Brasil, T. A.; Capitani, C. D.; Takeuchi, K. P. and. Ferreira, T. A. P. P. 2015. Physical, chemical and sensory properties of gluten-free kibbeh formulated with millet flour (Pennisetum glaucum (L.) R. Br.). Food Science and Technology (Campinas), 35, 361-367.
8. Food and Agriculture Organization – FAO. 1995. (Sorghum and millets in human nutrition) Rome. http://www.fao.org, Rome: FAO.
9. Food and Agriculture Organization – FAO.2015. FAO Statistical Databases. http://www.fao.org.
10. Gopalan, C.; Rama Sastri, B. V. and Balasubramanian, S. C. 2007. Nutritive Value

of Indian Foods, p. 47. National Institute of Nutrition, Indian Council of Medical Research.

11. 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.
12. Hulse, J. H., Laing, E. M. and Pearson, O. E. 1980. Sorghum and the millets: their composition and nutritive value, Academic Press, London.
13. Jones, R. and Erlaner, S. 1967. Interactions between wheat proteins and dextrans. Cereal Chem., 44, 447-453.
14. Jyotsna, R., Prabhasankar, P., Indrani, D. and Rao, G. V. 2004. Improvement of rheological and baking properties of cake batters with emulsifier gels. Journal of Food Science, 69, SNQ16-SNQ19.
15. Rajiv, J., Soumya, C., Indrani, D. and Venkateswararao, G.2011. Effect of replacement of wheat flour with finger millet flour (Eleusine corcana) on the batter microscopy, rheology and quality characteristics of muffins. Journal of Texture Studies, 42, 478-489.
16. Salehifar, M. and Shahedi, M. 2010. Effects of oat flour on dough rheology, texture and organoleptic properties of taftoon bread. Journal of Agricultural Science and Technology, 9, 227-234.
17. Shaidi and Chandrasekara, A. 2013. Millet grain phenolic and their role in disease risk reduction and health promotion: A review. Journal of Functional Foods, 5, 570-581.
18. Sudha, M.; Vetrimani, R. and Leelavathi, K. 2007. Influence of fiber from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. Food Chemistry, 100, 1365-1370.
19. Tyagi, S.; Manikantan, M.; Oberoi, H. S. and Kaur, G. 2007. Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits. Journal of Food Engineering, 80, 1043-1050.
20. Vitali, D.; Dragojevic, I. V. and Šebecic, B. 2009. Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fiber on the selected nutritional and functional properties of biscuits. Food Chemistry, 114, 1462-1469.
21. Webster, F. H. 1986. Oats: Chemistry and Technology. AACC, St. Paul, MN, USA.

THE LIBYAN JOURNAL OF AGRICULTURE
Volume (22), No. (2), 2017: 1- 9

Effect of partial replacement of wheat flour with millet flour on the physicochemical and rheological properties of biscuit dough

Salah Ali Alhebeil, Sumaia M. Shniba

Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tripoli

ABSTRACT

Different ratios of millet flour (0, 5, 10 and 15%) were added to flour wheat extracted 72%, to study their effect on chemical attributes for both dough and biscuit prepared form those ratios. Results of chemical analysis of flour showed significant decrease in moisture content and wet and dry gluten contents which was accompanied with an increase in the percentage of ash, colour and protein content as the ratio of millet flour increased in wheat flour. The replacement process of millet flour showed a significant increase in some farinograph and extensograph parameters such as water absorption, dough developing time and stability. Furthermore maximum resistance to extension and elasticity increased, while the area under curve (energy), resistance to extension and energy were decreased. On the other hand, chemical analysis of biscuit samples prepared from wheat flour and its replacement with millet flour showed significant increase in the percentage of fibre and iron concentrations as the millet flour increased

Key words: Wheat flour, Millet flour, Rheological characteristics.

***Corresponding Author: Salah Ali Alhebeil. Food Science and Technology Dep., Fac. of Agric., Univ. of Tripoli.**

Phone. +**218944571405**. e-mail: S.Ahebeill@uot.edy.ly

Received: 26/3/2017 Accepted: 01/7/2017