مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2012) المجلد (28) ــ العدد 2 ــ الصفحات: 361-374

استخدام التحليل الإحصائي متعدد المتغيرات في دراسة الخصائص الكيميائية، الريولوجية والتصنيعية لدقيق القمح المدعم بدقيق الشوفان

هدى حبال[1] و جهاد سمعان[2]

الملخص

هدف هذا البحث إلى استخدام التحليل الإحصائي متعدد المتغيرات(التحليل العنقودي) في دراسة الخصائص الكيميائية والريولوجية والتصنيعية لدقيق القمح عالي الجودة (بنسبة استخراج 72%) والمدعم بنسبة 0%، 5%، 10% و15% من دقيق الشوفان. بيّنت نتائج التحليل الكيميائي للدقيق وجود انخفاض معنوي في كل من النسبة المئوية للرطوبة والغلوتين الرطب والغلوتين الجاف المترافق مع الزيادة المعنوية في الرماد واللون ودليل الغلوتين والبروتينات. أدّت إضافة دقيق الشوفان إلى دقيق القمح إلى ارتفاع معنوي في مؤشرات الفارينوغراف، كما ازدادت المقاومة العظمى للشد والمطاطية وانخفضت القدرة ومقاومة الشد والمرونة المقيسة بجهاز الاكستنسيوغراف. بيّن التحليل الكيميائي لعينات البسكويت المصنعة الزيادة المعنوية في نسبة الألياف والحديد مع ارتفاع نسبة دقيق الشوفان في الخلطة، وبين اختبار التحليل العنقودي درجة التشابه العالية بين العينات المضاف إليها 0%، 5% و10% دقيق شوفان في الخصائص الكيميائية والريولوجية والتصنيعية، وصنفت العوامل المدروسة إلى ثلاث مجموعات متشابهة في خصائصها.

الكلمات المفتاحية: دقيق القمح، دقيق الشوفان، الخصائص الريولوجية، التحليل العنقودي.

[1] ,[2] قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، ص.ب. 30621، جامعة دمشق، سورية.

Utilisation of Multivariate Statistical Analysis in Studying Chemical, Rheological and Processing Properties of Wheat Flour Fortified by Oat Flour

H. Habbal[(1)] and J. Samaan[(2)]

ABSTRACT

The aim of this research was to employ multivariate statistical analysis(cluster analysis) to examine the chemical, rheological and processing properties of high quality wheat flour (72% extraction rate) which fortified by 0%, 5%, 10% and 15% of oat flour.

Results of chemical analysis of flour showed that there were significant reductions in moisture content and wet and dry gluten contents accompanied with significant increase in ash content, colour and protein content as the level of oat flour increased in wheat flour. Farinograph parameters revealed a significant increase as oat flour was added to wheat flour. On the other hand, maximum resistance to extension and elasticity increased where area, resistance to extension and extensibility decreased as measured by the extensograph technique. Furthermore, chemical analysis of biscuit samples showed significant increase in fibre and iron concentrations as the oat flour increased.

Cluster analysis revealed the degree of similarity in the chemical, rheological and processing properties between the samples contain 0%, 5% and 10% oat flour, and the response variables could be classified into three groups retain the same properties.

Key words: Wheat flour, Oat flour, Rheological characteristics, Cluster Analysis.

[(1)] , [(2)] Food Science Department, Faculty of Agriculture, P.O. Box 30621, Damascus University, Syria.

1- المقدمة

يُعدُّ الشوفان Avend sativa من الحبوب الغنية بالمركبات الطبيعية ذات القيمة الغذائية العالية مثل الألياف الذوابة والبروتينات والأحماض الدهنية غير المشبعة والفيتامينات والمعادن (Flander *et al*., 2008)، ويمكن عدّه غذاءً وظيفياً لاحتوائه على مواد تساعد على منع أمراض القلب عند الإنسان (Bureau, 2007)، لذلك ازداد استهلاكه كغذاء وخصوصاً في ألمانيا، وايرلندا، واسكوتلندا والدول الاسكندنافية (Small, 1999). لايُعدُّ الشوفان مادة مناسبة لصناعة الخبز بسبب خلوه من بروتين الغلوتين، إذ يُعدُّ القمح من أكثر المحاصيل أهمية في صناعة الخبز بسبب خواصه الخبيزية العالية مقارنة ببقية الأصناف والأنواع الأخرى من محاصيل الحبوب (Dewettnick *et al*., 2008). لذلك فإن الاستخدام الشائع للشوفان يكون في أغذية الإفطار Breakfast cereals، وكمادة مدعمة لدقيق القمح في صناعة الخبز والبسكويت. على الرغم من ذلك، هناك اهتمام عالمي متزايد في البحث عن حبوب بديلة لصناعة الخبز ترضي المستهلكين من الناحية الصحية (Zhou *et al*., 1998). أظهرت الدراسات أن الخبز المصنع من الشوفان لا يبدي قيمة تغذوية عالية فحسب بل يحسن من خواص الخبز الناتج من حيث الرائحة (Flander *et al*., 2007)، ويزيد من خاصية حفظ الماء التي تؤخر من بيات الخبز (McKechnie, 1983)، ويمكن استهلاكه من قبل الأشخاص المصابين بمرض الداء الزلاقي Celiac disease الذي يعاني منه الأشخاص المصابون بتحمل الغلوتين (Hoffenberg *et al*., 2000; Garsed and Scott 2007; Janatuinen *et al*., 2002; Kupper, 2005; Peräaho *et al*., 2004; Thompson, 2005)، وذلك لفقر محتواه البروتيني من الغلوتين (Webster, 1986). توصي العديد من البحوث باستخدام دقيق الشوفان كمصدر للألياف الغذائية في منتجات القمح المتنوعة مثل الخبز والبسكويت (Laurikainen *et al*., 1998; Leelavathi and Haridas Rao, 1993; Saunders, 1990; Sidhu *et al*., 1999).

يعد البسكويت غذاءً شعبياً واسع الانتشار بأشكال ونكهات متنوعة، فضلاً عن مدة صلاحيته العالية وانخفاض تكلفته وسعره.

وبسبب المنافسة العالية في الأسواق وزيادة الطلب على منتجات صحية وطبيعية ووظيفية، كان هناك عدة محاولات لتحسين القيمة الغذائية والوظيفية للبسكويت من خلال تعديل تركيبه، وذلك برفع نسبة دقيق الحبة الكاملة Whole-meal grain في الخلطة الأساسية لتصنيع البسكويت بهدف زيادة نسبة البروتين والعناصر المعدنية وتحسين الجودة الكلية (Hooda and Jood, 2005; Tyagi *et al*., 2007)، ورفع كمية الألياف الغذائية ومن ثمّ تحسين الخصائص الصحية للمنتج النهائي (Gallagher *et al*., 2003)، وزيادة

نسبة مضادات الأكسدة لمنع حدوث أمراض مختلفة مثل مرض السرطان وأمراض القلب (Marnett, 2000; Slaga *et al*., 1987).

ونظراً إلى ندرة البحوث المحلية باستخدام حبوب الشوفان في صناعة البسكويت هدف البحث إلى:

1. دراسة الخصائص الكيميائية والريولوجية لدقيق القمح والمدعم بنسب مختلفة من دقيق الشوفان.
2. التقييم الغذائي للبسكويت المنتج من دقيق القمح والمدعم بنسب مختلفة من دقيق الشوفان.
3. استخدام التحليل العنقودي (التحليل الإحصائي متعدد المتغيرات) لتحديد درجة تشابه تأثير النسب المختلفة من دقيق الشوفان في خواص الدقيق والبسكويت.

2- مواد البحث وطرائقه:

2-1- تحضير العينات للدراسة:

استخدم صنف القمح السوري الطري (*Triticum aestivum*) شام-8 في الدراسة.

نظفت عينة القمح من الشوائب والأجرام باستخدام منخلين الأول قطر فتحاته 2×20 مم، والثاني قطر فتحاته 1×20 مم. رطبت الحبوب النظيفة في الخلطة إلى درجة رطوبة 15.5% مدة 24 ساعة بدرجة حرارة الغرفة 19مْ ورطوبة جوية 70% حيث حسبت كمية الماء المضاف بحسب طريقة AACC رقم 95-26 (AACC, 2000). طحنت الحبوب النظيفة والمكيفة باستخدام مطحنة Brabender بحسب AACC رقم 50-26 (AACC, 2000) لإنتاج دقيق عالي الجودة (دقيق زيرو) وبنسبة استخراج 72%، أمّا دقيق الشوفان (*Avend sativa*) فاشتري من السوق المحلية لمحافظة دمشق، ودعم دقيق القمح بدقيق الشوفان بالنسب الآتية 0%، 5%، 10% و15%.

2-2- الاختبارات الكيميائية:

قدرت النسبة المئوية للرطوبة لعينات الدقيق والبسكويت وفق (AACC, 2000) رقم 44-15A، والنسبة المئوية للرماد بحسب AACC رقم 01-08 (AACC, 2000)، والنسبة المئوية للبروتين الكلي في الدقيق والبسكويت بطريقة كلداهل Crude Protein-Improved Kjeldahl بحسب (AACC, 2000) رقم 10-46. قدرت النسبة المئوية للبيدات في عينات البسكويت بواسطة طريقة سوكسليت بحسب AACC رقم 10-46 (AACC, 2000). قدرت النسبة المئوية للألياف في البسكويت بحسب الطريقة المتبعة في AOAC رقم 7.054 (AOAC, 2000).

قدرت كمية الحديد والزنك والصوديوم في البسكويت باستخدام جهاز الامتصاص الذري بحسب الطريقة المتبعة في AOAC رقم 33.092 (AOAC, 2000). قُدّرت كمية الغلوتين الرطب والجاف ودليل الغلوتين بحسب AACC رقم 38-A12 (AACC, 2000) باستخدام غسالة الغلوتين. قدرت درجة لون الدقيق باستخدام جهاز (Satake Colour Grader PCGA Series 4)، وقدر رقم السقوط بحسب الطريقة المعتمدة في AACC رقم 56-81B (AACC, 2000) باستخدام جهاز Hagber Falling Number.

2-3- الاختبارات الريولوجية للدقيق:

أجري اختبار الفارينوغراف بحسب طريقة AACC رقم 54-21 (AACC, 2000) باستخدام جهاز الفارينوغراف ذي الحوض سعة 300غ.

أجري اختبار الإكستنسوغراف بحسب طريقة AACC رقم 54-10 (AACC, 2000) باستخدام جهاز الإكستنسوغراف.

2-4- تصنيع البسكويت:

صنعت عينات البسكويت في هذا البحث بحسب الطريقة المتبعة في (Vitali *et al.*, 2009).

2-5- التحليل الإحصائي:

أُجري اختبار تحليل التباين ANOVA كتجربة عاملية بتصميم قطاعات عشوائية كاملة 5×2 باستخدام طريقة General Linear Model (GLM)، ثم اتبعت باختبار Tukey لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات على مستوى ثقة 5% ($P \leq 0.05$). وأُجري اختبار التحليل العنقودي Cluster Analysis بنوعيه Observations & Cluster Variables Cluster على عينات الدقيق وذلك بهدف تجميع العينات المدروسة وخصائصها الناتجة ضمن مجموعات لها خصائص متقاربة. استخدام برنامج Minitab 14 (Minitab Inc., USA) لإجراء التحاليل الإحصائية جميعها.

3- النتائج والمناقشة:

3-1- الخصائص الكيميائية لدقيق القمح المدعم بدقيق الشوفان:

بيّنت دراسة الخصائص الكيميائية لدقيق القمح عالي الجودة والمدعم بنسبة 0%، 5%، 10% و15% دقيق شوفان (الجدول 1) وجود انخفاض معنوي ($P \leq 0.05$) في كل من المؤشرات الكيميائية والنسبة المئوية للرطوبة والغلوتين على أساس الوزن الجاف والرطب، إذْ انخفضت الرطوبة من 14.15% لدقيق الشاهد إلى 12.32% للدقيق المضاف إليه 15% دقيق شوفان، وانخفضت النسبة المئوية للغلوتين الرطب من

32.22% لدقيق الشاهد إلى 18.05% للدقيق المدعم ب 15% شوفان، وانخفضت النسبة المئوية للغلوتين الجاف من 10.55% إلى 7.80% للشاهد والدقيق المضاف إليه 15% دقيق شوفان على التوالي. إن الانخفاض المعنوي لكل من النسبة المئوية للغلوتين الرطب والجاف يعود إلى فقر دقيق الشوفان بالبروتينات المشكلة للغلوتين (الغليادين والغلوتينين)، وهذا ما أشار اليه (Webester,1986).

الجدول (1) الخصائص الكيميائية لدقيق القمح المدعم بنسب مختلفة من دقيق الشوفان.

الخصائص الكيميائية	دقيق الشاهد	5% دقيق شوفان	10% دقيق شوفان	15% دقيق شوفان
الرطوبة%	14.10 ± 0.42^{a}	$13.55 \pm 0.38^{a,b}$	$13.01 \pm 0.16^{a,b,c}$	12.32 ± 0.12^{b}
الرماد%	1.06 ± 0.05^{a}	1.37 ± 0.14^{b}	1.65 ± 0.08^{c}	2.00 ± 0.14^{d}
اللون/ درجة	5.59 ± 0.30^{a}	7.87 ± 0.11^{b}	12.63 ± 0.41^{c}	14.35 ± 0.21^{d}
الغلوتين الرطب%	32.22 ± 0.68^{a}	30.10 ± 0.85^{b}	26.62 ± 0.37^{c}	18.05 ± 0.08^{d}
الغلوتين الجاف%	$10.55 \pm 0.33^{a,c}$	11.49 ± 0.49^{a}	$9.46 \pm 0.21^{a,c}$	$7.80 \pm 0.14^{b,c}$
دليل الغلوتين%	72.00 ± 1.41^{a}	88.00 ± 2.83^{b}	$95.00 \pm 2.62^{b,c}$	99.00 ± 2.14^{c}
البروتين%	12.02 ± 0.48^{a}	12.14 ± 0.68^{b}	12.26 ± 0.69^{c}	12.39 ± 0.69^{d}
رقم السقوط ثا	405 ± 0.10^{a}	399 ± 0.15^{a}	400 ± 0.20^{a}	410 ± 0.10^{a}

تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

بينما أدّت زيادة نسبة دقيق الشوفان في الخلطات إلى حدوث ارتفاع معنوي في النسبة المئوية للرماد على أساس الوزن الجاف من 1.06% في دقيق الشاهد إلى 2.00% في دقيق القمح المضاف إليه 15% دقيق شوفان، وهذا عائد إلى ارتفاع نسبة الأليـاف في دقيق الشوفان (Sidhu *et al.*, 1999). كما يظهر الجدول (1) أيضاً التأثير المعنوي لإضافة دقيق الشوفان في كل من درجة اللون ودليل الغلوتين والنسبة المئوية للبروتينات على أساس الوزن الجاف، فقد ازداد مؤشر اللون ثلاثة أضعاف تقريباً من 5.59 إلى 14.35 درجة وهذا ما أكده (Salehifar and Shahedi, 2007). وازداد دليل الغلوتين من 72% في الشاهد إلى 99% في دقيق القمح المضاف إليه 15% دقيق الشوفان، وازدادت النسبة المئوية للبروتينات من 12.0% في الشاهد إلى 12.39% في دقيق القمح المضاف إليه 15% دقيق الشوفان، في حين لم يبدِ رقم السقوط الذي يعدُّ كمؤشر على نشاط أنزيم α-أميلاز أي اختلافات معنوية بين العينات، وهذا يدلُّ على أن عينات القمح المستخدمة سليمة وخالية من الحبوب المنبتة.

3-2- تأثير دقيق الشوفان في الخصائص الريولوجية للعجين:

أظهر تحليل الفارينوغراف (الجدول 2) أن تدعيم دقيق القمح بدقيق الشوفان أدى إلى زيادة معنوية في مؤشرات الفارينوغراف، إذ ارتفعت نسبة امتصاص الدقيق للماء من 62.30% لدقيق الشاهد إلى 69.60% للدقيق القمح المضاف إليه 15% دقيق شوفان، وهذا عائد إلى مركب β-غلوكان الذي يلعب الدور الهام في زيادة امتصاص الماء، ومن

ثم تزيد من امتصاص الماء ومقاومة الخلط Mixing tolerate بسبب زيادة مجموعات الهيدروكسيل الموجودة في بنية الألياف التي تسمح بربط كمية أكبر من الماء بروابط هيدروجينية، وهذا كما أشار (Rosell *et al*., 2001). كما ارتفع أيضاً زمن تطور العجينة إذ راوح بين 3-5 دقائق، مقارنة بزمن ثبات العجينة الذي راوح بين 2.30-3.45 دقائق. كذلك ازداد الرقم الفالومتري، كمؤشر عام للخواص الريولوجية للعجينة بشكل معنوي من 48 إلى 53، وهذا ما وجده أيضاً (Sudha *et al*., 2007) عند دراسة تأثير إضافة أنواع مختلفة من ألياف الحبوب إلى دقيق القمح في الخصائص الريولوجية للعجينة. أمّا درجة ضعف العجينة فقد ازدادت من 100 BU للشاهد إلى 110 BU للدقيق المضاف إليه 15% دقيق شوفان. وهذه النتيجة موافقة لما لاحظه (Sudha 2007 *et al*.,) بأن إضافة نخالة الشوفان والشعير إلى الدقيق يضعف العجينة المعدة لصناعة البسكويت، في حين أن نخالة الدقيق والرز تجعلها صلبة أكثر بسبب التداخل بين السكريات المتعددة والبروتين.

الجدول (2) نتائج الفارينوغراف لدقيق القمح المدعم بنسب مختلفة من دقيق الشوفان.

مؤشرات الفارينوغراف	دقيق الشاهد	5% دقيق شوفان	10% دقيق شوفان	15% دقيق شوفان
الامتصاصية%	62.30 ± 0.57^{a}	64.00 ± 0.71^{b}	67.90 ± 1.32^{c}	69.60 ± 0.17^{d}
زمن التطور/ دقيقة	3.00 ± 0.28^{a}	3.30 ± 0.42^{a}	4.00 ± 0.28^{b}	5.00 ± 0.57^{c}
زمن الثبات/ دقيقة	2.30 ± 0.71^{a}	$3.30 \pm 0.57^{a,b}$	$3.30 \pm 0.16^{a,b}$	3.45 ± 0.23^{b}
الضعف/ BU	$100.00 \pm 7.07^{a,b}$	$90.00 \pm 5.66^{a,c}$	120.00 ± 3.01^{b}	$110.00 \pm 2.25^{a,b}$
الرقم الفالوريمتري	48.00 ± 2.60^{a}	$49.00 \pm 2.12^{a,b}$	51.00 ± 1.14a,c	53.00 ± 2.45^{c}

تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

أظهرت إضافة دقيق الشوفان إلى دقيق القمح تأثيراً واضحاً في الخصائص الريولوجية للعجينة مقيسة بجهاز الاكستينسوغراف. إذ لوحظ من الجدول (3) أن إضافة دقيق الشوفان إلى دقيق القمح ترافق مع انخفاض القدرة، وهي المساحة تحت المنحنى، وهذا ما توافق مع ما وجده (Sudha *et al*., 2007). كما لوحظ أيضاً انخفاض في كل من مقاومة الشد والمرونة، وهذا يعود تفسيره بحسب (Jones and Erlander, 1967) إلى التأثير المتبادل بين السكريات المتعددة والبروتينات. ومن جهة أخرى، ازدادت قيمة المقاومة العظمى للشد، وهي الارتفاع الأعظم للمنحنى، والمطاطية، وهي النسبة بين المقاومة العظمى للشد والمرونة. أعطى اختبار الاكستينسوغراف القيم التالية لدقيق الشاهد (وهو دقيق القمح الذي لايحتوي على دقيق الشوفان) 41 سم2، 250 BU، 140 BU260، ملم و1.79 لكل من القدرة، ومقاومة الشد، والمقاومة العظمى للشد، والمرونة والمطاطية على التوالي، وقد انخفضت معنوياً كل من القدرة إلى 33 سم^2، ومقاومة الشد إلى 180 BU والمرونة إلى 60 ملم وازدادت معنوياً كل من المقاومة العظمى للشد إلى 450 BU والمطاطية إلى 3.00 عند إضافة 15%شوفان.

الجدول (3) نتائج الإكستينسوغراف لدقيق القمح المدعم بنسب مختلفة من دقيق الشوفان.

مؤشرات الإكستينسوغراف	دقيق الشاهد	5% دقيق شوفان	10% دقيق شوفان	15% دقيق شوفان
القدرة/ سم^2	41.00 ± 2.21^{a}	37.00 ± 2.81^{b}	38.00 ± 2.83^{b}	33.00 ± 2.11^{c}
مقاومة الشد/ BU	250.00 ± 2.01^{a}	220.00 ± 1.54^{b}	285.00 ± 4.25^{c}	180.00 ± 3.66^{d}
المقاومة العظمى/ BU	260.00 ± 1.12^{a}	220.00 ± 2.50^{b}	290.00 ± 2.07^{c}	450.00 ± 5.98^{d}
المرونة/ مم	140.00 ± 3.11^{a}	$130.00\ 5.66^{a}$	103.00 ± 2.24^{b}	60.00 ± 3.15^{c}
المطاطية	1.79 ± 0.04^{a}	1.69 ± 0.03^{a}	$2.76 \pm 0.07^{a,b}$	3.00 ± 0.57^{b}

تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

3-3- خصائص البسكويت المصنع من دقيق القمح المدعم بدقيق الشوفان:

لم تظهر عينات البسكويت المختلفة أي فرق معنوي في النسبة المئوية للرطوبة. على النقيض من ذلك، أبدت المؤشرات الكيميائية الأخرى جميعها فروقات معنوية مع ارتفاع نسبة دقيق الشوفان في خلطات البسكويت، إذ يلاحظ من الجدول (4) ارتفاع النسبة المئوية للرماد على أساس الوزن الجاف من 1.81% لعينة الشاهد إلى 2.11% لعينة البسكويت المضاف إليها 15% دقيق شوفان، وهذا عائد إلى ارتفاع المحتوى من العناصر المعدنية في دقيق الشوفان (Flander *et al.*, 2008). كذلك ارتفعت النسبة المئوية للبروتينات من 9.29% في عينة الشاهد إلى 13.58% في عينة دقيق القمح المدعم ب 15% دقيق شوفان، وهذا يعود إلى ارتفاع محتوى الشوفان من البروتين تبعاً لما أشار إليه (Salehifar and Shahedi, 2007) إذ إن محتوى دقيق الشوفان من البروتين 16.92% في حين أنّ محتوى دقيق القمح من البروتين بلغ 11.19%.

أهم ما يميّز الجدول (4) هو الارتفاع المعنوي لنسبة الألياف والحديد في العينات مع زيادة نسبة دقيق الشوفان، إذْ أعطت عينة البسكويت المصنعة من دقيق القمح 1.4% أليافاً، وازدادت هذه النسبة إلى 3.8% في عينة البسكويت الحاوية على 15% دقيق الشوفان. أمّا الحديد فقد تضاعفت نسبته في البسكويت وراوحت بين 31-61 مغ/100غ. وقد بيّن (Vitali *et al.*, 2009) أنّ اضافة ألياف الشوفان إلى عجينة البسكويت تزيد من محتواه من الحديد من 2.21 مغ/100غ إلى 3.70 مغ/100غ. كما لوحظ ارتفاع معنوي في كمية عنصر الزنك في عينات البسكويت مع ارتفاع نسبة دقيق الشوفان إذْ راوحت بين 5.3-8.3 مغ/100غ. لم تظهرالنتائج أي فروق معنوية في النسبة المئوية للبيدات والنسبة المئوية للصوديوم بين عينات البسكويت المختلفة إذْ راوحت النسبة المئوية للبيدات بين 12.54-12.60%، والنسبة المئوية للصوديوم بين 0.22-0.24%.

الجدول (4) الخصائص الكيميائية لعينات البسكويت المدعمة بنسب مختلفة من دقيق الشوفان.

الخصائص الكيميائية	دقيق الشاهد	5% دقيق شوفان	10% دقيق شوفان	15% دقيق شوفان
الرطوبة%	3.22 ± 0.01^{a}	3.33 ± 0.02^{a}	3.43 ± 0.01^{a}	3.54 ± 0.01^{a}
الرماد%	1.81 ± 0.01^{a}	1.91 ± 0.01^{b}	2.01 ± 0.00^{c}	2.11 ± 0.01^{d}
البروتين%	9.29 ± 0.11^{a}	10.74 ± 0.35^{b}	12.25 ± 0.15^{c}	13.58 ± 0.05^{d}
الليبيدات%	12.54 ± 0.24^{a}	12.56 ± 0.25^{a}	12.57 ± 0.12^{a}	12.60 ± 0.23^{a}
الألياف%	1.4 ± 0.11^{a}	2.2 ± 0.33^{b}	3.0 ± 0.19^{c}	3.8 ± 0.22^{d}
الصوديوم%	0.21 ± 0.24^{a}	0.22 ± 0.01^{a}	0.23 ± 0.22^{a}	0.24 ± 0.04^{a}
الحديد ppm	31 ± 0.65^{a}	41 ± 0.25^{b}	51 ± 0.27^{c}	61 ± 0.64^{d}
الزنك ppm	5.3 ± 0.44^{a}	6.3 ± 0.05^{b}	7.3 ± 0.12^{c}	8.3 ± 0.22^{d}

تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

3-5- التحليل العنقودي للنتائج :

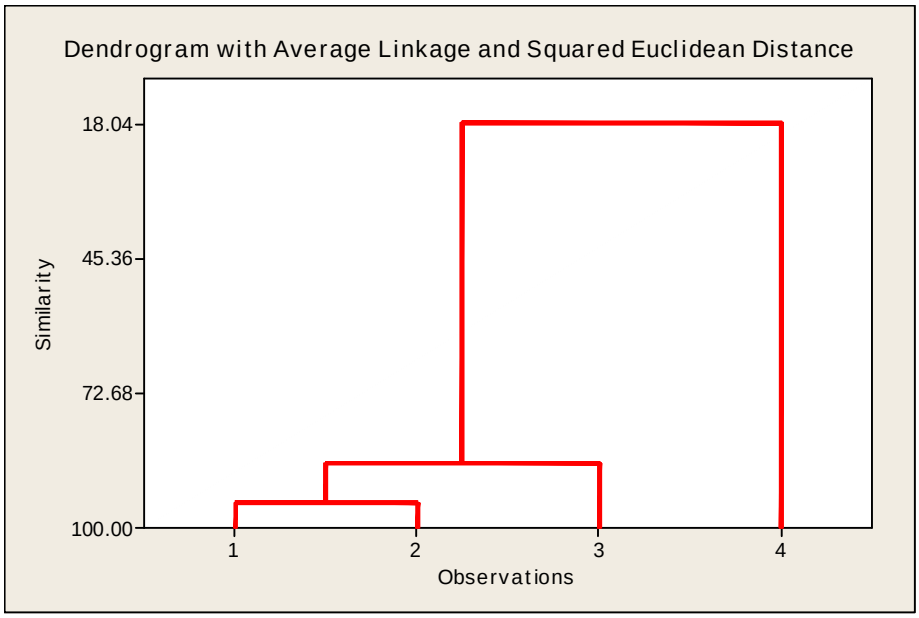
أُجري اختبار التحليل العنقودي Cluster Analysis بنوعيه Cluster Observations و Cluster Variables على عينات الدقيق المختبرة في هذا البحث؛ وذلك بهدف تجميع هذه العينات وخصائصها المدروسة (الكيميائية، الريولوجية والتصنيعية) ضمن مجموعات متقاربة.

جرى في البداية ترميز هذه العينات كما هو موضح في الجدول (5).

الجدول (5) ترميز عينات الدقيق.

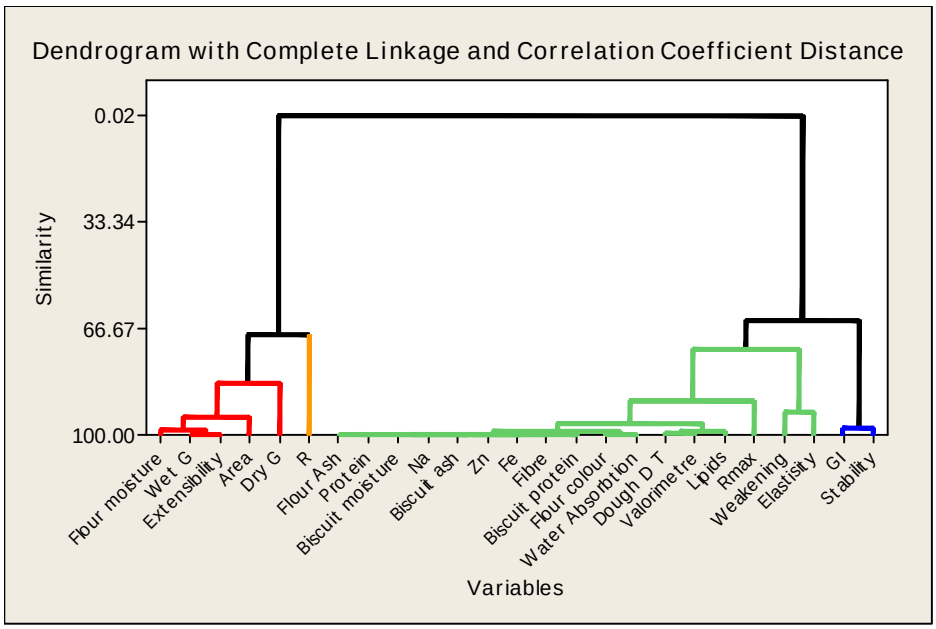
الرمز	اسم العينة
1	دقيق قمح (الشاهد)
2	دقيق قمح + 5% دقيق شوفان
3	دقيق قمح + 10% دقيق شوفان
4	دقيق قمح + 15% دقيق شوفان

ثم أجري اختبار Cluster Observations بهدف تحديد درجة التشابه بين عينات الدقيق المختبرة في هذا البحث (4 عينات) في خصائصها الكيميائية والريولوجية والتصنيعية (25 عاملاً). ويعطي اختبار Cluster Observations النتيجة على شكل مخطط Dendogram كما هو موضح في الشكل (1)، إذْ يبين هذا المخطط المجموعات المتقاربة في خصائصها الكيميائية، الريولوجية والتصنيعية بالإضافة إلى مستوى التشابه. إذ يلاحظ أيضاً من المخطط تشابه عينة دقيق القمح الشاهد (0% شوفان) بنسبة 94.90% مع عينات دقيق القمح المضاف إليها 5% دقيق الشوفان وبنسبة 86.85% مع عينات دقيق القمح المضاف إليها 10% دقيق الشوفان، في حين اختلفت العينة المضاف إليها 15% دقيق الشوفان عن بقية العينات في خصائصها الكيميائية، الريولوجية والتصنيعية.



الشكل (1) مخطط مستوى التشابه بين العينات المدروسة

وأُجري بعد ذلك اختبار Cluster Variables الذي يهدف إلى تصنف العوامل المدروسة (25 عاملاً) ضمن مجموعات تضم كل مجموعة عدداً من العوامل المدروسة المتشابهة في درجة خصائصها، وذلك من أجل خفض عدد العوامل المدروسة. يعرض اختبار Cluster Variables النتيجة على شكل مخطط Dendogram كما في الشكل (2) الذي يبيّن مجموعات العوامل المدروسة فضلاً عن مستوى التشابه. يلاحظ من المخطط أنه يمكن تقسيم العوامل المدروسة في هذا البحث إلى 3 مجموعات، وأهم ما يميّز هذا المخطط هو المجموعة الثانية التي ضمت 17 اختباراً بنسبة تشابه 73.25%. وضمت المجموعة الأولى 6 اختبارات والثالثة اختبارين بنسبة تشابه 68.64% و97.79% على التوالي.



الشكل (2) مخطط مستوى التشابه بين العوامل المدروسة

الاستنتاجات

1. بيّنت دراسة الخصائص الكيميائية لدقيق القمح المدعم بنسب مختلفة من دقيق الشوفان الانخفاض المعنوي في النسبة المئوية للرطوبة، وفي النسبة المئوية للغلوتين الرطب والنسبة المئوية للغلوتين الجاف المترافق مع الزيادة المعنوية للنسبة المئوية للرماد، ودرجة اللون، ودليل الغلوتين والنسبة المئوية للبروتين مع ارتفاع نسبة دقيق الشوفان.
2. أظهرت دراسة الخصائص الريولوجية للعجينة باستخدام تقنية الفارينوغراف كمؤشر على درجة امتصاص الدقيق للماء وتحملها للخلط، وجود زيادة معنوية للمؤشرات مع زيادة نسبة دقيق الشوفان في الخلطة. وأظهر تحليل الخصائص الريولوجية باستخدام جهاز الاكستينسوغراف كمؤشر على مرونة ومطاطية العجينة، اختلافات في التغيرات إذ أدت إضافة دقيق الشوفان إلى دقيق القمح إلى الانخفاض المعنوي في قيمة كل من القدرة، ومقاومة الشد، والمرونة، والزيادة المعنوية في المقاومة العظمى للشد والمطاطية.

3. أبدت المؤشرات الكيميائية للبسكويت جميعها فروقاً معنوية مع ارتفاع نسبة دقيق الشوفان في خلطة الدقيق، إذْ ارتفعت معنوياً في كل من النسبة المئوية للألياف ونسبة الحديد بشكل ملحوظ مع زيادة نسبة دقيق الشوفان.
4. بيّن اختبار التحليل العنقودي على العينات Cluster Observations درجة التشابه العالية بين العينات المضاف إليها 0%، 5% و10% دقيق شوفان في خصائصها الكيميائية، الريولوجية والتصنيعية وبنسبة 86.85%. وبين اختبار التحليل العنقودي على العوامل المدروسة Cluster Variables أنه يمكن أيضاً تصنيف العوامل الكيميائية، والريولوجية والتصنيعية للعينات المختبرة (25 عاملاً) إلى 3 مجموعات تضم كل مجموعة عدداً من الاختبارات المتشابهة فيما بينها.

REFERENCES المراجع

AACC. 2000. Approved Methods of the AACC, 10th edn. 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.

AOAC. 2000. Official methods of analysis, (16th ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Bureau, W. G. 2007. History of Whole Grains. http://www.wholegrainsbureau.ca/about_wg/history_of_wg.html.

Dewettnick, 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. *Journa lof Cereal Science*, 48, 243-247.

Flander, L., X. Rouau, M. Morel, K. Autio, T. Seppänen-Laakso, K. Kruus, and J. Buchert, 2008. Effects of laccase and xylanase on the chemical and rheological properties of oat and wheat doughs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 5732-5742.

Flander, L., M. Salmenkallio-Marttila, T. Suortti, and K. Autio, 2007. Optimization of ingredients and baking process for improved whole meal oat bread quality. *LWT-Lebensmittelwissen schaft und -Technologie*, 40, 860-870.

Gallagher, E., C. M. O'Brien, A. G. M. Scannell, and E. K. Arendt, 2003. Use of response surface methodology to produce functional short dough biscuits. *Journal of Food Engineering*, 56, 269-271.

Garsed, K. and B. B. Scott, 2007. Can oats be taken in agluten-free diet?A systematic review. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 42, 171-178.

Hoffenberg, E. J., J. Haas, A. Drescher, R. Barnhurst, I. Osberg, F. Bao, and G. Eisenbarth, 2000. A trial of oats in children with newly diagnosed celiac disease. *The Journal of Pediatrics*, 137, 361-367.

Hooda, J. and S. Jood, 2005. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour. *Food Chemistry*, 90, 427-435.

Janatuinen, E. K., T. A. Kemppainen, R. J. K. Julkunen, V. M. Kosma, M. Heikkinen, and M. I. J. Uusitupa, 2002. No harm from five year ingestion of oats in celiac disease. *Gut*, 50, 332-335.

Jones, R. W. and S. R. Erlander, 1967. Interactions between wheat proteins and dextrans. *Cereal Chemistry*, 44, 447–453.

Kupper, C. 2005. Dietary guidelines and implementation for celiac disease. *Gastroenterology 128(4 Suppl 1)*, S121-S127.

Laurikainen, T., H. Harkonen, K. Autio, and K. Poutanen, 1998. Effects of enzymes in fiber-enriched baking. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76, 239-249.

Leelavathi, K. and P. Haridas Rao, 1993. Development of high fiber biscuits using wheat bran. ***Journal of Food Science and Technology*** **30, 187-191.**

Marnett, L. J. 2000. Oxyradicals and DNA damage. ***Carcinogenesis,*** **21, 361-370.**

McKechnie, R. 1983. Oat products in bakery foods. ***Cereal Foods World,*** **28, 635-637.**

Peräaho, M., P. Collin, K. Kaukinen, L. Kekkonen, S. Miettinen, and M. Maki, 2004. Oats can diversify a gluten-free diet in celiac disease and dermatitis herpetiformis. ***Journal of the American Dietetic Association,*** **104, 1148-1150.**

Rosell, C. M., J. A. Rojaz, and B. D. Benedito, 2001. Influence of Hydrocolloids on Dough Rheology and Bread Quality. ***Food Hydrocolloid,*** **15, 75-78.**

Salehifar, M. and M. Shahedi, 2007. Effects of oat flour on dough rheology, texture and organoleptic properties of taftoon bread. ***J. Agric. Sci. Technol.,*** **9, 227-234.**

Saunders, R. M. 1990. The properties of rice bran as foodstuff. ***Cereal Foods World,*** **35, 632-634.**

Sidhu, J. S., N. Suad, and J. M. Al-Saquer, 1999. Effects of adding wheat bran and germ fractions on the chemical composition of high fiber toast bread. ***Food Chemistry,*** **67, 365-371.**

Slaga, T. J., J. O'Connell, J. Rotstein, G. Patskan, R. Morris, and M. Aldaz, 1987. Critical genetic determinants and molecular events in multistage skin carcinogenesis. ***Symposium on Fundamental Cancer Research,*** **39, 31-34.**

Small, E. 1999. New crops for Canadian agriculture. In: Janick, J. ***Perspectives on new crops and new uses.*** **ASHS Press, Alexandria. 15-52.**

Sudha, M. L., R. Vetrimani, and K. Leelavathi, 2007. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. ***Food Chemistry,*** **100, 1365-1370.**

Thompson, T. 2005. Contaminated oats and other gluten-free foods in the United States. ***Journal of the American Dietetic Association,*** **105, 348.**

Tyagi, S. K., M. R. Manikantan, H. S. Oberoi, and G. Kaur, 2007. Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits. ***Journal of Food Engineering,*** **80, 1043-1050.**

Vitali, d., I. Vedrina Dragojevic, and B. Šebecic, 2009. Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. ***Food Chemistry,*** **114, 1462–1469.**

Webster, F. H. 1986. ***Oats: Chemistry and Technology.*** **AACC, St. Paul, MN, USA.**

Zhou, M., K. Robards, M. Glennie-Holmes, and S. Helliwell, 1998. Structure and pasting properties of oat starch. ***Cereal Chemistry,*** **75, 273-281.**

Received	**2012/02/21**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2012/06/05**	**قبول البحث للنشر**