مجلة العلوم البحثة والتطبيقية
Journal of Pure & Applied Sciences
www.Suj.sebhau.edu.ly ISSN 2521-9200
Received 19/04/2020 Revised 28/07/2020 Published online 20/08/2020

تأثير الاستبدال الجزئي بدقيق الشعير على الخصائص الريولوجية لعجينة دقيق القمح الأبيض و جودة الخبز المنتج منه

*صلاح علي الهبيل[1] و ناجي الهادي الصادق[2] و سمية مفتاح شنيبه[1]
[1] قسم علوم وتقنية الأغذية–كلية الزراعة–جامعة طرابلس، ليبيا
[2] كلية التقنية الطبية–جامعة نالوت، ليبيا
*للمراسلة: s.alhebeil@uot,edu.ly

الملخص يتضمن هذا البحث دراسة تأثير إضافة نسب مختلفة من دقيق الشعير (صنف ريحان Rihane) على بعض الخصائص الريولوجية لدقيق القمح المستخدم في صناعة الخبز و المنتج من خلط القمح الكندي والأوكراني (1:1) و بنسبة استخلاص 72%. هذا و قد تم استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير بالنسب 5، 15، 25 و35%. اشارت نتائج الاختبارات الكيميائية التقريبية (الرطوبة، البروتين، الدهن، الرماد والالياف) الى تفوق دقيق الشعير على نظيره المنتج من دقيق القمح في محتواه من كافة االمكونات السابقة الذكر. ايضا اظهرت النتائج ان جميع نسب الاستبدال بدقيق الشعير كان لها تأثير في رفع قيمة زمن الوصول لخط B.U500 (زمن تكون العجينة)، كما ارتفع وقت النضوج للعجينة، معدل العجن الحرج وفق بيانات منحنى الفارينوجرام و ايضا قيم غاز التخمر المقاسة بجهاز الفرمنتوجراف. من جهة أخرى كان الانخفاض بشكل طردي مع زيادة نسبة الاستبدال بدقيق الشعير في كل من درجة حرارة الجلتنة واللزوجة القصوى وفق نتائج منحنى الاميلوجرام. نسبة امتصاص الماء و الثباتية (الاستقرارية) المقاسة بجهاز الفارينوجراف انخفضت في عجينة دقيق القمح المركب بمقارنتها مع عجينة دقيق القمح الشاهد، كذلك انخفضت قيم المطاطية والمساحة تحت المنحنى المقدرة باستخدام جهاز الاكستنسوجراف لعجائن الدقيق المركب. الخصائص الحسية تأثرت بشدة، حيث انخفضت درجة اللون، النكهه، طراوة اللب والقبول العام بشكل معنوي بزيادة نسبة الاستبدال بدقيق الشعير. أوضحت الدراسة ان نسبة الاستبدال بدقيق الشعير تعتبر مقبولة في حدود 5–15%، اما النسب الاعلى فقد اظهرت نتائج سلبية على الخصائص الريولوجية لدقيق القمح قيد الدراسة و ايضا الصفات الحسية للخبز المنتج منه .

الكلمات المفتاحية: دقيق القمح، دقيق الشعير، الخصائص الريولوجية، الصفات الحسية.

Effect of partial substitutions with barley flour on rheological properties of white flour dough and bread produced

*Salah Ali Alhebeil[1], Naji Alhadi[2], Sumaia Shniba[3]
[1]Department of Food science and technology, Faculty of Agriculture, University of Tripoli, Libya
[2]Faculty of medical, Nallowt University, Libya
*Corresponding author: s.alhebeil@uot,edu.ly

Abstract Effects of barley flour substitution on white wheat flour rheological and sensory properties of the produced bread were investigated in the current study. White wheat flour was produced from mixing of two types of wheats (Ukrainian and Canadian 1:1) with 72% extraction rate, while barley flour was prepared from local cultivar called Rihan. Wheat flour was partial substituted with Barley flour by 5, 15, 25, and 35%. The Results showed that moisture, crude protein, total lipid, ash and fibre contents of barley flour were higher than those of wheat flour. Addition of barley flour resulted in increasing the values of arrival time, dough development time and values of critical dough coefficient which was measured by the device of fermentation pressure. On the other hand, results of amylogram curve showed slight decrease in the starting gelatinization temperature, as well as the maximum viscosity of the composite flours. Water absorption, dough stability, resistance to extension and dough strength of composite wheat flour doughs decreased comparing with the standard wheat flour dough. The quality and acceptability of the produced loaf from composite wheat flours decreased with increasing barley flour substitution, in comparison to the standard white wheat bread. However, composite flour with 5% and 15% of barley flour has acceptable quality in both physical and sensory properties.

Keywords: wheat flour, barley flour, rheological properties, sensory properties.

المقدمة تحتل الحبوب الغذائية ومنتجاتها أهمية كبرى ومكانة أساسية في غذاء الانسان اليومي في جميع ارجاء العالم على حد سواء وأن اختلفت طرق اعدادها. حيث يتربع القمح على قمة هرم الإنتاج العالمي بين المحاصيل الأخرى ويرجع ذلك لسهولة انتاجه

ورخص ثمن المنتجات المصنعة منه بالإضافة لاحتوائه على معظم الاحتياجات التغذوية عند استهلاكه في صورة منتجات الحبة الكاملة [15]. دقيق القمح والمنتجات المصنعة من عجائنه تعتبر ذات قيمة غذائية منخفضة نوعا ما عند استخدام الدقيق التجاري ذو نسبة الاستخلاص 72% وهو ما يعرف بالدقيق الفاخر. عليه يمكن تحسين القيمة الغذائية لتلك المنتجات من خلال زيادة نسبة الاستخلاص، كما يمكن استخدام بروتينات بعض البقوليات، البروتينات الزيتية ومطحون الحبوب الأخرى لزيادة القيمة الغذائية لدقيق القمح ومنتجاته المخبوزة [14]. بات الشعير من محاصيل الحبوب ذات الأهمية الاقتصادية، حيث يحتل المرتبة الرابعة من حيث أهميته العالمية بعد محاصيل كل من الأرز والذرة [21] . ترجع أهمية محصول حبوب الشعير لإمكانية زراعته في بيئات مختلفة إذ يعتبر من المحاصيل المقاومة للملوحة والجفاف. بالرغم من أهميته الصحية والتصنيعية والتصنيعية الا ان استخداماته في معظم ارجاء العالم لازالت مقتصرة على انتاج الاعلاف الحيوانية بالدرجة الأولى. اما معظم معظم دول الشرق الأوسط وافريقيا فتستخدم الشعير كغذاء مباشر مباشر للإنسان الي جانب استخدامه كعلف للحيوان وهذا قد يرجع يرجع بشكل أساسي لأسباب اقتصادية وليس لأهمية الشعير ومكوناته من الناحية الصحية [8].

الاهتمام بتطوير صناعة منتجات حبوب الشعير ازداد بشكل ملحوظ خلال السنوات الأخيرة نتيجة الظروف الاقتصادية وارتفاع وارتفاع سعر حبوب القمح وكذلك زيادة الوعي الصحي من حيث حيث أهمية هذه الحبوب لعلاج العديد من الامراض وخصوصاً امراض المعدة وتصلب الشرايين لاحتواء الشعير على نسب عالية عالية من الالياف الغذائية الذائبة والغير ذائبة مثل البيتاجلوكون التي تعمل على خفض نسبة الكوليسترول الضار في الدم وكذلك خفض نسبة جلوكوز الدم وأيضاً تقليل الإصابة بالالتهابات القولون [1]. طرق الاستفادة من مطحون الشعير في اغلب الصناعات تعتمد على طريقة الخلط الجزئي مع دقيق القمح وهي وهي طريقة أصبحت شائعة لمعظم أنواع الحبوب وقد حققت تحسينات ملحوظة من حيث القيمة الغذائية والتصنيعية. بناء على على ما سبق هدفت الدراسة الحالية للاستفادة من الخصائص الغذائية لدقيق الشعير من خلال انتاج دقيق القمح المركب والذي هو عبارة عن خليط ما بين دقيق القمح ودقيق الشعير بحيث يضاف الأخير بنسب مختلفة ومن تم دراسة تأثير إضافة تلك النسب على الخصائص التصنيعية من خلال دراسة تأثيرها على بعض الخصائص الريولوجية للعجينة والصفات الحسية الخبز المنتج منه.

مواد البحث وطرائقه

تحضير عينات الدراسة

أُستخدم الدقيق المنتج من طحن خليط الاقماح الاوكرانية والكندية والكندية بنسبة 1:1 والتي ترجع اساساً لصنف الاقماح الطرية (*Triticum asteivum*)بنسبة استخلاص 72%.اما بالنسبة لحبوب الشعير من صنف ريحان فقد تم الحصول عليها من مركز مركز البحوث الزراعية بمدينة البيضاء وتم طحنه بواسطة الطاحونة المعملية من طراز بوهلر وفق الطريقة القياسية المنصوص عليها [4] رقم (26-29)، ومن تم استخدم منخل بقطر 8XXX للحصول على دقيق ناعم، جمعت عينات دقيق الشعير وحفظت في الثلاجة داخل أكياس من البولي ايثلين على درجة حرارة 7 ± 2°م لحين اجراء الاختبارات المطلوبة. تمت إضافته لدقيق القمح عن طريق الاستبدال الجزئي بنسبة 5، 15، 15، 25 و35% من الوزن الكلي لعينة دقيق القمح.

الطرائق:

الطرق الكيميائية

النسبة المئوية للرطوبة قدرت باستخدام جهاز Rapid Moisture Testerعلى درجة حرارة 130°م وفق الطريقة القياسية [4]رقم 44-15A، النسبة المئوية للرماد تم تقديرها باستخدام الطريقة رقم 08-01، النسبة المئوية للبروتين الكلي تم تقديرها بواسطة طريقة كلداهلCrud-Protein-Improved Kjeidahlرقم 46-10، النسبة المئوية للدهون قدرت باستخدام جهاز سوكسلت الطريقة القياسية [4] رقم 10-40، أما النسبة المئوية للألياف الخام فقد تم تقديرها وفق الطريقة القياسية الموصوفة [4] رقم 30-10. ضغط غاز الخميرة تم تقديره باستخدام جهاز الفرمنتوجراف وفق الطريقة القياسية الموصوفة [4].

الاختبارات الريولوجية

خصائص الفارينوجراف و التى اشتملت على نسبة الامتصاص، زمن الوصول، زمن تطور العجينة، زمن الاستقرار للعجينة، زمن زمن المغادرة ومعامل العجن الحرج فقد تم تقديرها وفقا للطريقة للطريقة المعتمدة من قبلAACC رقم 54-22 [4] باستخدام حوض الخلط سعة 300 جرام. أُستخدم جهاز الأكستنسوجراف لتقدير خاصية مقاومة الشد، خاصية المرونة والمطاطية وفق الطريقة المعتمدة من قبلAACCرقم 45-10 [4]. اما اللزوجة القصوى والتي هي عبارة عن اقصى قمة للمنحني مقدرة على أساس وحدات برابندر قبل أن يبدأ في التراجع، وكذلك درجة حرارة الجلتنة تم تقديرها باستخدام جهاز الاميلوجراف وفق الطريقة المعتمدة بواسطة [4] وذلك من خلال وزن 80جم من الدقيق ومن تم خلطه مع 450 مل من الماء المقطر (بناء على نسبة

الرطوبة) ، المخلوط تم مزجه بشكل جيد حتى زالت منه جميع التكتلات، ومن تم نقل إلى حوض جهاز الاميلوجراف المضبوط على درجة حرارة 25°م وتم تسخينه إلى درجة 95°م و بمعدل ارتفاع 1.5° م في دقيقة، تم التثبيت على هذه الدرجة لمدة 15 دقيقة وبعد ذلك تم تبريدها إلى درجة 50°م على نفس المعدل .

صناعة الخبز

الخبز تم إعداده باستخدام الطريقة المستمرة ذات المرحلة الواحدةStraight dough Methodطبقاً لما ورد في[4]، المكونات الرئيسية هي دقيق القمح، ملح 1.4%، خميرة جافة نشطة 0.75%، اما نسبة الماء فكانت بناء على نسب الاستبدال بدقيق الشعير و التي قيست بجهاز الفارينوجراف. عمليات الخلط تمت باستخدام جهاز Mixing bowel 40Kg، درجة حرارة الماء كانت 22 ± 2م°، درجة الحرارة الأولية للخلاط والدقيق كانت 22.5 و23م °على التوالي. عملية العجن تمت باستخدام عجان من نوع Kemper ST 15على سرعتين مختلفتين لمدة 7 دقائق (2 دقيقة على سرعة بطيئة + 5 دقائق على سرعة عالية) حتى وصلت درجة حرارة العجينة إلى ما بين 24 – 26°م. بعد عملية الخلط تركت العجينة لتتخمر لمدة 15 دقيقة على درجة حرارة الغرفة 25 ±°م، بعد عملية التخمير الأولية، قطعت العجينة إلى قطع متساوية حوالي 150 ± 2 جم ومن تم ثم تشكيلها وفقاً للحجم الملائم. عملية الخبيز تمت باستخدام الفرن الكهربي Amono Dx oven 145-104T1على درجة حرارة 225°م لمدة 20 دقيقة .

اختبار قياس حجم الخبز:

اجري هذا الاختبار بقياس حجم بذر اللفت المزاحة باستخدام الطريقة القياسية رقم 10–10 وفق [4]، حيث ملئ قالب قياس الحجم ببذور اللفت الي السطح العلوي ثم تمت تسويته بواسطة المسطرة، وضعت بذور اللفت في مخبار مدرج لمعرفة حجم بذور اللفت الذي شكل الحجم الكلي لقالب القياس، ومن تم وضع رغيف الخبز في قالب القياس وغطي ببذور اللفت مع تسوية السطح العلوي بواسطة المسطرة، واخيرا قياس حجم بذور اللفت المتبقية في المخبار والتي تمثل حجم الرغيف.

قياس ارتفاع الرغيف:

قيس ارتفاع الرغيف بعد ان تم تقطيعه لشرائح طولية وذلك عند اقصى ارتفاع في المنتصف، وسجل الارتفاع بالسنتمتر باستخدام القدمة ذات الورنية [2].

الحجم النوعي للرغيف:

تم الحصول على هذه القيمة من خلال قسمة حجم الرغيف على وزنه [2].

الاختبارات الحسية:

أجريت الاختبارات الحسية لعينات الخبز وفق الطريقة التي وصفها بالمرجع [16] باستخدام 9 محكمين مدربين وذوي خبرة في مجال التقييم الحسي. استخدم مقياس غير مدرج طوله 15سم [6]لأجراء عملية التقييم للخصائص الحسية المدروسة (الحجم، لون القشرة، لون اللب والطراوة).

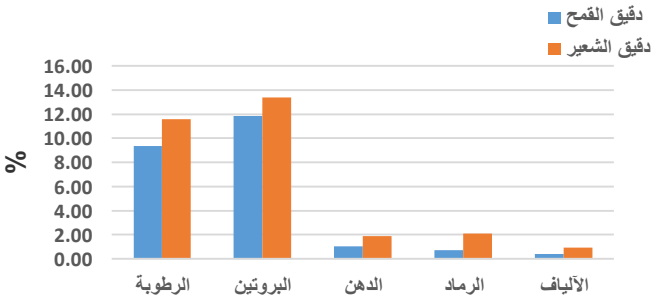
التحليل الإحصائي:

معظم البيانات كانت متوسطات لعدد 5 مكررات، أُستخدم التصميم العشوائي الكامل (CRD) باستخدام General Linear Model (GLM) ثم أُتبعت باختبار Tukey لتحديد الفروق المعنوية ما بين المتوسطات عند مستوى ثقة 5% ($P \leq 0.05$)، تلك الاختبارات أجريت عن طريق البرنامج الإحصائي Minitab الإحصائي16 Minitab.الجداول والرسومات البيانية أنجزت باستخدام برنامج(Microsoft Excel 2010) .

النتائج والمناقشة

الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق القمح ودقيق الشعير

أظهرت نتائج الاختبارات الكيميائية لعينات دقيق القمح ودقيق الشعير والمبينة بالشكل(1) أن نسبة الرطوبة لدقيق الشعير كانت 11.59%، بينما سجل دقيق القمح رطوبة مقدارها 9.35%، يرجع الارتفاع المسجل فى نسبة الرطوبة لدقيق الشعير مقارنة بدقيق القمح لكفاءة عملية التكييف التي تسبق عملية الطحن. نسبة البروتين كانت مختلفة ما بين كل من دقيق القمح ودقيق الشعير حيث سجل الأخير نسبة بروتين 13.39% بينما سجل دقيق القمح نسبة بروتين 11.87%، تعتبر نسبة البروتين فى دقيق القمح المحدد للاستخدامات النهائية للدقيق [17].



شكل 1. التحليل الكيميائي التقريبي لدقيق القمح ودقيق الشعير

كانت نسبة الدهن فى كل من دقيق القمح ودقيق الشعير متباينة، حيث سجل دقيق الشعير نسبة اعلى من دقيق القمح كما هو مبين في الشكل (1) وقد يرجع سبب انخفاض نسبة الدهن لدقيق القمح

مقارنة مع دقيق الشعير لعملية التكرير التي تعرض لها دقيق القمح مقارنة بدقيق الشعير، حيث ان الدهن يتركز في الجنين والذي يتم نزعه اثناء خطوات الطحن لتجنب تعرض الدقيق لعمليات الاكسدة او مهاجمته من بعض أنواع الانزيمات المحللة للدهن وبذلك تنخفض نسبة الدهن في دقيق القمح [12] . نسبة الرماد لعينة دقيق الشعير كانت 2.11% بينما كانت في دقيق القمح 0.72%، نتائج اختبار نسبة الرماد كانت متوافقة مع نتائج دراسة كل [1, 14] حيث اكد كل منهما على ان نسبة الرماد بشكل عام تعتمد على نسبة الاستخلاص والتي ايضاً انعكست على نسبة الالياف حيث سجلت عينات دقيق الشعير ارتفاع ملحوظ مقارنة مع عينات دقيق القمح.

الخصائص الريولوجية

نتائج الاختبارات الريولوجية باستخدام جهاز الفارينوجراف والموضحة بالجدول (1) تبين أن الاستبدال الجزئي لدقيق القمح بنسب مختلفة من دقيق الشعير كان له تأثير معنوي على بعض الخصائص المدروسة. فنسبة الامتصاص والتي هي عبارة عن كمية الماء اللازمة او التي يحتاجها مخلوط الدقيق (العجينة) للوصول بمنحنى الفارينوجرام لخط B.U500 انخفضت بشكل تدريجي مع زيادة نسبة الخلط بدقيق الشعير حيث سجل الدقيق الشاهد ا اعلى نسبة امتصاص 64.29% و التى انخفضت الى 61.97% عند الاستبدال بنسبة 35%. هذا الانخفاض التدريجي فى نسبة الامتصاص قد يعزى لتأثر نوعية البروتين، النشا، طريقة الطحن، درجة نعومة الدقيق و نسبة الجلوتين. جميع جميع تلك العوامل تؤثر معنوياً في نسبة الامتصاص حتى يتمكن الدقيق من تأسيس الشبكة الجلوتينية [13]. تتراوح الحدود المثلى للنسبة الماء الممتصة من قبل دقيق القمح ما بين 60.1 – 69.7% ، وفي حال تغير نسبة الجلوتين بإضافة أنواع أخرى من البروتينات او النشا والدهن فأن ذلك يؤدي في كثير من الأحيان لخفض نسبة امتصاص الدقيق للماء وهذا ما حصل بالتحديد في هذه الدراسة عند الخلط بنسب مختلفة من دقيق الشعير والذى توافق مع ما اشار اليه زين العابدين وآخرون، (1995)، كذلك توافقت مع دراسة [5] .

جدول 1: الخصائص الريولوجية لدقيق القمح القياسى ودقيق القمح المستبدل جزئياً بدقيق الشعير

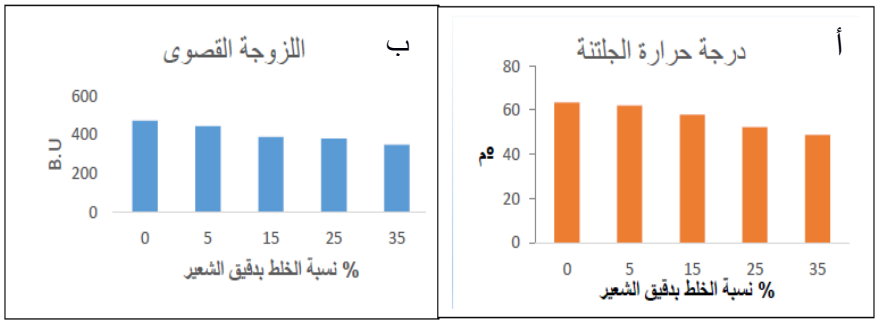
نسبة الاستبدال بدقيق الشعير	نسبة امتصاص الماء	زمن الوصول	زمن تطور العجينة	زمن الاستقرار للعجينة	زمن المغادرة	معامل العجن الحرج
%	%	دقيقة	دقيقة	دقيقة	دقيقة	B.U
0	64.29^{a}	1.96^{c}	3.47^{d}	8.29^{a}	10.84^{a}	37.61^{d}
5	64.12^{a}	3.19^{b}	4.37^{c}	7.27^{a}	10.30^{a}	40.61^{d}
15	63.82^{a}	3.71^{ab}	4.82^{bc}	4.14^{b}	8.60^{b}	66.40^{c}
25	63.17^{ab}	4.21^{a}	5.45^{b}	4.27^{b}	8.11^{b}	81.61^{b}
35	61.97^{b}	4.47^{a}	6.92^{a}	3.61^{b}	6.91^{c}	93.81^{a}

المتوسطات التي تشترك في حرف واحد في كل عمود على حدا لا يوجد بينها فروق معنوية ($P \leq 0.05$).

اختبار زمن الوصول عبارة عن الزمن بالدقيقة لوصول منحنى الفارينوجرام لخط 500 B.U بعد تشغيل الخلاط واضافة الماء وهو يتأثر بشكل كبير بنسبة الجلوتين، فسرعة تكون الشبكة الجلوتينية تؤدي لسرعة وصول العجينة للقوام المطلوب[10] . تشير النتائج (جدول1) ان زمن الوصول لدقيق القمح الشاهد استغرق 1.9 دقيقة، اما أنواع الدقيق المركب و المحتوية على نسب مختلفة من قيق الشعير فقد تراوحت ما بين 3.19 – 4.47 دقيقة. هذه النتائج كانت متقاربة ومتوافقة مع نتائج دراسة دراسة كل من [1, 2]، ارتفاع زمن الوصول للعجائن المحتوية على نسب مختلفة من دقيق الشعير يرجع الى المحتوى العالى من من الالياف التي تحتفظ بالماء وتعيق بروتين الجلوتين للوصول للقوام المطلوب والذي يترتب عليه ضعف في الشبكة المتكونة [3] . تطور أو نضج العجينة يعتبر مؤشر على اكتمال تكون الشبكة الجلوتينية والتي تتطلب إعادة هيكلة الاواصر ثنائية الكبريت الناشئة في الأساس من اتحاد كل من بروتين الجلوتينين والجليادين عن طريق الحامض الاميني السيستئين حتى الوصول للتجانس التام ما بين مكونات العجينة [10] ، من خلال الجدول (1) نلاحظ ان زمن تطور العجينة يزداد مع زيادة نسبة الخلط او الاستبدال بدقيق الشعير، حيث سجل الدقيق المركب ذو نسبة الخلط 35% 6.92 دقيقة والتي ارتفعت معنويا *($P \leq 0.05$)* مقارنة مع الدقيق الشاهد والانواع الاخرى من الدقيق المركب، اقل زمن تطور للعجين سجله دقيق القمح القياسى (3.47 دقيقة) والذي كان منخفض بشكل معنوي مقارنة مع الأنواع الأخرى من الدقيق المركب . ارتفاع زمن التطور للعجينة يعود اساساً لعاملين اساسين، الأولى هي عملية التخفيف الحاصل لنسبة او تركيز الجلوتين في العينة والذي يترتب عليه زيادة في الزمن اللازم لحدوث التجانس لكامل مكونات العجينة. اما العامل الثاني فيرجع لقدرة جزيئات الشعير على تقليل الماء المتاح والمطلوب لاكتمال الخلط والتجانس بسبب مكوناتها المحبة للماء [1, 25]. زمن الاستقرار هو قدرة العجينة على الاستقرار والثبات على خط B.U500، فمن خلال النتائج المتحصل عليها لعينات الدقيق المركب والمخلوط بنسب مختلفة من دقيق الشعير لوحظ وجود

علاقة عكسية بين نسبة الاستقرار ونسبة الخلط بدقيق الشعير حيث انه كلما زادت النسبة انخفض زمن الاستقرار، تظهر النتائج (جدول 1) ان دقيق الشاهد سجل أعلى زمن استقرار 8.29 دقيقة يليه الدقيق المركب بنسبة خلط 5% بزمن 7.27 دقيقة، بالرغم من ان الاختلاف بينهما لم يكن معنوياً ($P \leq 0.05$) الا انه كان معنوياً مع باقي عينات الدراسة، انخفاض زمن الاستقرار والذي يعكس القوة لعجائن الدقيق المركب يرجع لانخفاض نسبة الجلوتين، هذه النتائج كانت متوافقة مع نتائج دراسة كل من [1, 5]، نتائج زمن الاستقرار تعكس بدورها زمن مغادرة العجينة لخط B.U500، بمعني ان العينات التي سجلت اقل زمن استقرار ذاتها سجلت اقل زمن مغادرة ويرجع السبب أيضاً لضعف الشبكة الجلوتينية الناتج عن تخفيف تركيز الجلوتين.

اختبارات الاميلوجراف والتي تضمنت قياس درجة حرارة الجلتنة الجلتنة واللزوجة القصوى شكل (2 أ، ب) اشارت لوجود اختلافات اختلافات معنوية ($P \leq 0.05$) ما بين عينة الشاهد وعينات الدقيق المركب ما عدا عينة الدقيق ذات نسبة الخلط 5%. اعلى درجة حرارة للجلتنة (شكل 3 أ) سجلها دقيق الشاهد حيث بلغت 63.45°م، بينما اقل درجة حرارة للجلتنة كانت 48.70°م سجلها الدقيق المركب ذو نسبة الخلط 35%. هذا الاختلاف المعنوي يرجع في الأساس لطبيعة التركيب البلوري لحبيبات النشا النشا لكل من دقيق القمح ودقيق الشعير، حيث ان للتركيب البلوري أهمية كبيرة في تحديد درجة حرارة الجلتنة فكلما كان التركيب البلوري أكثر انتظاماً احتاج لطاقة أكبر لحدوث عملية التشرب واكتمال عملية التهلم وخصوصا مع مركب الاميلوز الذي الذي له دور كبير في تحديد درجة حرارة التهلم لأنه من المركبات المركبات المسؤولة عن العشوائية في الحبيبات النشوية [19, 24].



شكل 2: تأثير استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير على درجة حرارة الجلتنة (أ) واللزوجة القصوى (ب) للعجينة.

اللزوجة القصوى (شكل 2 ب) لعينة الدقيق الشاهد سجلت اختلاف معنوي مع باقي عينات الدقيق المركب، حيث سجل الدقيق الشاهد أعلى لزوجة قصوى مقدارها B.U471. بينما سجل الدقيق المركب المحتوى على 35% دقيق شعير لزوجة قصوى مقدارها B.U348 ، هذه النتائج مخالفة لنتائج كل من [1, 8, 22]، ويعزى ذلك الي ان اللزوجة القصوى للعجينة تعتمد على نشاط انزيمات الاميليز بنوعيها الفا وبيتا، وان هذا النشاط يتأثر بالظروف البيئية والتخزينية للدقيق [9]، وبشكل عام فأن نشاط الانزيمات في حبوب الشعير اعلى منه في حبوب القمح وان الشعير يعتبر احد مصادر الانزيمات الرئيسية وخصوصا في حالته المنبتة [18].

اختبار الاكستنسوجراف لقياس كل من خاصية المطاطية، المرونة المرونة وقوة العجينة على فترات راحة مختلفة 45، 90 و135 دقيقة كما هو مبين بالجدول (2) أوضحت ان أنواع الدقيق المخلوط بنسب مختلفة من دقيق الشعير سجلت اقل مطاطية مقارنة بدقيق الشاهد وخصوصاً خلال فترات الراحة 90 و35 دقيقة . هذا الانخفاض المعنوي الملحوظ يرجع اساساً لضعف الشبكة الجلوتينية نتيجة التخفيف الحاصل لمركب الجلوتين بدقيق الشعير. هذا التأثير يتجلى بوضوح مع ارتفاع نسبة الخلط بدقيق الشعير وقد يرجع السبب ايضاً لانخفاض نسبة الماء المتاح بسبب امتصاصه من قبل مكونات دقيق الشعير، كذلك زيادة النشاط لأنزيمات البروتينيز في دقيق الشعير الذي يعمل على خفض المقاومة خلال فترات الراحة [21] . بشكل عام فأن ارتفاع المطاطية عن الحدود المثلى يعد مؤشر على عدم صلاحية الدقيق لصناعة الخبز [7]. كما يلاحظ من البيانات جدول (2) تفاوت قيم نسب المقاومة/ المطاطية خلال فترات الراحة، هذه النسب تعكس التوازن في كل من المطاطية والمرونة المناسبة للعجينة الملائمة لصناعة الخبز، حيث وجد ان نسبة 2 : 4 هي الأفضل وفي حال انخفضت عن هذه النسبة يكون العجين مائل للسيولة بسبب ارتفاع نشاط انزيمات الفا وبيتا اميليز، وفي حال ارتفعت النسبة عن 4 تكون العجينة متصلبة[8]. قوة العجينة والتي تمثلها المساحة تحت المنحنى والتي تقاس بوحدة (سم^2) تعكس المحصلة لكل من المرونة والمطاطية فكلما كانت المساحة اكبر كانت العجينة اقوى وهذا يرتبط بشكل أساسي بكمية ونوعية

الجلوتين في العجينة [2] ، من خلال النتائج المدرجة(جدول 2) نلاحظ ان المساحة انخفضت بزيادة نسبة الاستبدال بدقيق الشعير وخصوصاً خلال فترة الراحة 90 – 135 دقيقة مقارنة بدقيق الشاهد الا في حالة الدقيق المركب ذو نسبة الاستبدال 5 و 15% في فترة الراحة 45 دقيقة فقد سجل 123.67 و 126.67سم^2 على التوالي مقارنة بدقيق الشاهد الذي سجل 94.33 سم^2 .

جدول 2: تأثير استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير على بعض الخصائص الريولوجية المقاسة بجهاز الاكستنسوجراف.

نسبة الاستبدال	فترة الراحة	المطاطية	مقاومة المطاطية	المطاطية/مقاومة المطاطية	المساحة
%	دقيقة	ملم	B.U		سم3
0		144.0^b	375.3^a	2.61^a	94.33^b
5		190.7^a	320.7^b	1.68^b	123.67^a
15	45.00	191.3^a	139.7^c	0.73c	126.67^a
25		74.67^c	124.3^c	1.67^b	22.00^c
35		61.7^d	43.3^d	0.72^c	12.67^d
0		141.0^a	657.7^a	4.66^a	133.3^a
5		123.0^b	224.0^b	1.82^b	30.0^b
15	90.00	76.0^c	82.67^c	1.09^c	14.33^{cd}
25		63.0^d	63.3^d	1.01^c	16.67^c
35		47.67^e	29.3^e	0.62^d	8.0^d
0		125.1^a	692.7^a	5.54^a	123.1^a
5		104.0^b	140.7^b	1.35^b	18.33^b
15	135.00	61.3^c	54.1^c	0.88^c	10.0^{cd}
25		53.1^d	37.7^d	0.72^{cd}	12.10^c
35		41.3^e	19.3^e	0.47^d	6.33^d

المتوسطات التي تشترك في حرف واحد في كل عمود على حدا لايوجد بينها فروق معنوية ($P\leq0.05$)

الاختبارات الفيزيائية للخبز

وزن الخبز، الوزن النوعي وحجم الخبز تعتبر من اهم الخصائص او الصفات الطبيعية التي يعتمد عليها لتقييم جودة الخبز، نتائج الاختبارات لتلك الصفات والموضحة بالجدول (3) تشير الي ان الخبز المنتج من دقيق القمح غير المحتوي على أي نسبة من دقيق الشعير (الشاهد) قد تفوق على عينات الخبز المحتوية على نسب مختلفة من دقيق الشعير وخاصة بالنسبة للحجم والسبب الرئيسي في ذلك هو احتوائه على اعلى نسبة من الجلوتين مقارنة مع باقي العينات المركبة والتي حدث فيها تخفيف لنسبة الجلوتين نتيجة الخلط بنسب من دقيق الشعير.

جدول 3: تأثير نسب الاستبدال بدقيق الشعير على على حجم الخبز و حجمه النوعي

نسب الاستبدال	حجم الخبز	وزن الخبز	الحجم النوعي
%	سم^3	جم	سم^3/جم
0	452.4^a	138.6^a	3.42^a
5	392.6^b	140.8^a	3.12^b
15	364.2^b	139.8^a	2.69^c
25	312.4^c	139.0^a	2.37^d
35	275.8^c	141.2^a	2.14^d

المتوسطات التي تشترك في حرف واحد في كل عمود على حدا لا يوجد بينها فروق معنوية ($P\leq0.05$)

الزيادة في وزن الخبز كانت طردية مع زياد نسبة الخلط بدقيق الشعير، ويرجع السبب في هذه الزيادة لقدرة جزئيات الشعير المطحون على امتصاص واحتجاز كمية كبيرة من الماء[23] ، بالنسبة للحجم النوعي والذي يمثل الحجم لوزن تابت(سم^3/جم) و المؤشر على النفاشية فقد سجل دقيق القمح اعلى حجم نوعي مقداره 3.42 سم^3/جم مقارنة مع الحجم النوعي لباقي أصناف الدقيق المستبدل جزئيا بدقيق الشعير كما هو كوضح بالجدول (3).

الاختبارات الحسية

الجدول (4) يوضح نتائج التقييم الحسي للخبز المنتج من دقيق القمح الشاهد واصناف الدقيق المركب بنسب مختلفة من دقيق الشعير 5، 15، 25 و35%، من خلال تلك النتائج يتضح ان الخبز المنتج من دقيق القمح الشاهد سجل اعلى درجات لكافة الخصائص المدروسة. خاصية الحجم من الناحية الحسية لخبز الدقيق الصافي سجلت 13.14 من 15، يليه الدقيق المركب بنسبة 5، 15، 25 و35% على التوالي، هذه النتائج توافقت مع نتائج دراسة [20] والسبب في تفوق الخبز المنتج من القمح القياسي في هذه الخاصية هو احتوائه على اعلى نسبة من الجلوتين مقارنة مع أصناف الدقيق الأخرى التي حصل لها تخفيف في نسبة الجلوتين بسبب عملية الاحلال بنسب مختلفة من دقيق الشعير، هذا الاحلال سبب في ضعف الشبكة الجلوتينية وبالتالي خفض قدرتها على تكوين شبكة جلوتينية متينة تكفل الاحتفاظ بغاز CO_2 والذي من شأنه زيادة حجم الخبز.

جدول (4): تأثير الاستبدال الجزئي بدقيق الشعير على بعض الخصائص الحسية للخبز المنتج

الصفة	%0	%5	%15	%25	%35
الحجم	13.41^a	10.21^b	8.41^c	6.90^d	5.79^d

لون القشرة	12.78^{a}	11.86^{ab}	10.83^{ab}	10.15^{b}	10.08^{b}
التجانس السطحي	13.22^{a}	10.86^{b}	10.19^{b}	9.97^{b}	9.18^{b}
الشكل العام	13.66^{a}	7.01^{b}	4.28^{c}	4.11^{c}	3.16^{c}
لون اللب	13.52^{a}	11.51^{b}	9.89^{bc}	9.25^{c}	9.22^{c}
طراوة اللب	13.87^{a}	12.66^{b}	11.78^{bc}	10.83^{cd}	10.07^{d}
النكهة	14.19^{a}	13.23^{ab}	12.99^{ab}	12.88^{ab}	11.78^{b}
القبول العام	14.17^{a}	12.77^{ab}	12.04^{bc}	11.55^{bc}	10.87^{c}

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

اما لون القشرة الخارجية واللب والمفضل بالنسبة للمستهلك فلوحظ زيادة القتامة طرديا مع زيادة نسبة الردة في اللب وفق ما هو موضح فى جدول (4). اظهر الخبز المنتج من دقيق الشاهد اعلى درجات قبول بواقع 12.78 للقشرة الخارجية و13.52 درجة للون اللب، وهذا يفسر تفضيل المستهلك للون الفاتح عن الغامق خصوصاً فيما يتعلق باللب الداخلي للخبز، هذه النتائج توافقت مع نتائج [1, 8, 23].

الخلاصة

نتائج الاختبارات الريولوجية اكدت ان الدقيق القياسي كانت الأفضل مقارنة مع أنواع الدقيق المركب. فقد تبين من خلال النتائج انه كلما ارتفعت نسبة الخلط بدقيق الشعير كلما تأثرت الخصائص الريولوجية والحسية المدروسة سلبيا. ربما تكون النتائج وفق المعايير القياسية لبعض الخصائص المدروسة كانت ضد عملية الاستبدال، ولكن من وجهة نظر أخرى تتماشى مع الجوانب الصحية والدراسات العلمية التي تشجع استخدام منتجات الدقيق الكامل لأنواع الحبوب المختلفة والتي تشير الي انه كلما زادت نسبة الاحلال او الاستبدال بدقيق الحبوب مثل الشعير والدخن وغيرها كلما كانت النتائج إيجابية على مستوى الصحة العامة للإنسان، وذلك يرجع لارتفاع كمية الالياف الغذائية سواء الذائبة منها والغير ذائبة ودورها الفعال في علاج بعض امراض الجهاز الهضم [11]، فقد لوحظ خلال السنوات الأخيرة توجه عالمي للاستفادة من مكونات الحبوب للحد الأقصى وهذا انعكس على مبيعات منتجات الحبوب الكاملة مقارنة بتلك المنتجة فقط من الاندوسبيرم. اخيرا يمكن القول من خلال نتائج هذه الدراسة تبين ان استبدال دقيق القمح بنسبة 5–10% بدقيق الشعير قد تحسن من القيمة الغذائية للخبز المنتج، و بتأثيرات اقل سلبية على الخصائص الريولوجية .

المراجع

[1]– الجبوري، صبيحة حسن. 2011. تأثير إضافة طحين الشعير على الخواص الريولوجية لطحين الحنطة. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، 11، 25–35.

[2]– عبد الرازق، عبدالمولى وحامد، خليفة سليمان. 2016. تأثير إضافة إسترات حمض الطرطريك ثنائي الأسيتيل أحادي وثنائي الجلسريد DATEM على الصفات الريولوجية الريولوجية والفيزيائية والحسية للرغيف المصنع من دقيق بعض أصناف القمح المزروعة في ليبيا. Jordan Journal of Agricultural Sciences, 405, 1-16.

[3]– زين العابدين ؛ سولاقا و امجد بويا. 1995. تأثير بعض الأحماض الغذائية على الصفات الريولوجية لعجبين طحين الحنطة وجودة الخبز. مجلة زراعة الرافدين، 27 (2) ، 50–55.

[4]- AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists (10th. ed). *American Association of cereal chemists*, St, Paul, MN, USA.

[5]- Al-Attabi, Z. H., Merghani, T. M., Ali, A., & Rahman, M. S. (2017). Effect of barley flour addition on the physico-chemical properties of dough and structure of bread. *Journal of Cereal Science*, 75, 61-68.

[6]- Anette K, I; E, Benchman and K. Brandt. 2005. Integration of sensory and objective measurements of tomato quality: quantitative assessment of the effect of harvest date as compared with growth medium (soil versus rockwool), electrical conductivity, variety and maturity. *Journal of Food Science and Agriculture,* 85: 2289–2296.

[7]- Azizi, M.H. and Rao, G.V., 2004. Effect of surfactant gel and gum combinations on dough rheological characteristics and quality of bread. *Journal of Food Quality*, 27(5), 320-336.

[8]- Bhatty, R. 1986. Physiochemical and functional (breadmaking) properties of hull-less barley fractions. *Cereal Chemistry*, 63, 31-35.

[9]- Burkus, Z. and Temelli, F. 2005. Rheological properties of barley β-glucan. University press: Edinburgh. UK. *Carbohydrate Polymers*, 59, 459-465.

[10]- Chung, O. 1986. "Lipid-protein interactions in wheat flour, dough, gluten, and protein fractions." *Cereal Foods world,* 3: 242-256.

[11]- Dahl, W. J. and Stewart, M. L. 2015. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: health implications of dietary fiber. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 115, 1861-1870.

[12]- Henrry, R. J and kettewell P. S. 1996. Cereal Grain Quality, 1st ed. Chapman and Gall, London. 3 – 43.
[13]- Hosney, R. C. 1986. Yeast leavened products in principles of cereal science and technology. *Assoc. Cereal chem*. Inc., stpanl. Minnesota.
[14]- Kahlon, T., Chow, F., Knuckles, B. and Chiu, M. 1993. Cholesterol lowering effects in hamsters of b-glucan enriched barley fraction, dehulled whole barley, rice bran, and oat bran and their combinations. *Cereal Chemistry*, 70, 435-440.
[15]- Knuckles, B., Hudson, C., Chiu, M. and Sayre, R. 1997. Effect of beta-glucan barley fractions in high-fiber bread and pasta. Cereal foods world (USA).
[16]- Kulp, K., Chung, H., Martinez, Anaya, M. and Doerry, W. 1985. Fermentation of water ferments and bread quality. *Cereal Chemistry*, 62, 55-59.
[17]- Macritchie, F. 1984. Backing quality of wheat flour. Advances in food Research 29: 210 – 277.
[18]- Morris, C.F., Joppa, L.R., Simeone, M.C. and Lafiandra, D. 2013. Non-transgenic soft textured tetraploid wheat plants having grain with soft textured endosperm, endosperm therefrom and uses thereof. U.S. Patent 8,487,167.
[19]- Morrison, R. 1994. Analysis of cereal starches in: modern methods of plant analysis. *Springer verlag, Heidelberg*. vol. 14.
[20]- Nazir, F., and Nayik, G. A. (2016). Impact of wheat-barley blending on rheological, textural and sensory attributes of leavened bread. *Journal of Food Processing & Technology*, 7(8), 8.
[21]- Panozzo, J., Bekes, F., Obrien, L. and Khan, A. 1991. Selection of wheat breeders' lines for improved baking quality based on their free lipid content. *Australian Journal of Agricultural Research*, 42, 715-721.
[22]- Sumner, A., Gbre-Egzizbher, A., Tyler, R. and Rossnagel, B. 1985. Composition and properties of pearled and fines fractions from hulled and hull-less barley. *Cereal Chemistry*, 62, 112-116.
[23]- Trogh, I., Courtin, C., Andersson, A., Åman, P., Sorensen, J. and Delcour, J. 2004. The combined use of hull-less barley flour and xylanase as a strategy for wheat/hull-less barley flour breads with increased arabinoxylan and (1→ 3, 1→ 4)-β-D-glucan levels. *Journal of Cereal Science*, 40, 257-267.
[24]- Weber, E. 1973. Structure and composition of cereal components as related to their potential industrial utilization. Iv. Lipids page 161 in: industrial uses of cereal. *AACC.; st. paul*. MN.
[25]- Zvonko, B. A. T. F. 2005. Rheological properties of barley B–glucan. Nutritional science. Carbohydrate polymers, 59: 459–465.