تأثير استبدال دقيق القمح القاسي السوري بدقيق الشعير في الخصائص الريولوجية والتكنولوجية للعجين

محمد دوش الدعيمس[1*]

[1] قسم علوم الأغذية، كلية الهندسة الزراعية بالرقة، جامعة الفرات، سورية.

(*للمراسلة: د.محمد الدعيمس،البريد الإلكتروني dr.aldaemes@yahoo.com هاتف:0999296988).

تاريخ الاستلام: 10/ 02/ 2024 **تاريخ القبول:** 5/ 08/ 2024

الملخّص

هدفت هذه الدراسة لمعرفة تأثير استبدال دقيق القمح القاسي السوري بدقيق الشعير الأبيض المستخلص بنسبة 85 % عند أربع مستويات استبدال 5–10– 20% –15– في الخصائص الريولوجية للعجين، والتكنولوجية لدقيق القمح القاسي السوري وبنسب استخلاص 72% (دقيق زيرو)، 80% (دقيق تمويني)، 100% (الدقيق الكامل راسه بعبه)، جمعت العينات حبوب القمح من مراكز شراء الحبوب في محافظة حماة التابعة للمؤسسة العامة لتجارة وتصنيع وتخزين الحبوب موسم 2022، غربلت الحبوب، ورطبت إلى درجة 16.5%، طحنت الحبوب لإنتاج دقيق بنسب استخراج 72%،80 %، 100% جمعت عينات من حبوب الشعير السوري فرات2 وفرات3 من مراكز شراء المؤسسة العامة للإكثار البذار– فرع حماة موسم 2202 غربلت الحبوب وطحنت باستخدام مطحنة CHOPIN لإنتاج دقيق الشعير ومطحنة Brabender لإنتاج دقيق القمح. بينت اختبارات الفارينوغراف لعينات العجين بنسبة الاستخراج 72% و80% و100% زيادة كمية الماء الممتص بزيادة نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير 15–10%–5%–20 % بالترتيب حيث العلاقة ايجابية بين زيادة نسبة الاستبدال وكمية الماء الممتص مع وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 5%، كذلك ازدياد زمن تشكل العجين بزيادة نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير، وانخفاض زمن ثبات العجين، وزيادة زمن ارتحال العجين. بينت اختبارات الاكستنوغراف لعينات العجين بنسبة الاستخراج 72% و80% و100% ازدياد مقاومة العجين بزيادة نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير 15–10%–5%–20% بالترتيب مع وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 5%، حيث العلاقة إيجابية بين زيادة نسبة الاستبدال وقوة العجين، كذلك زيادة مرونة العجين بزيادة نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير.

الكلمات المفتاحية: دقيق الشعير، دقيق القمح، خصائص الريولوجية للعجين، بيتا غلوكان.

المقدمة:

يعتبر القمح مصدراً غذائياً أساسياً وهو أهم الحبوب المستخدمة في صناعة الغذائية ومنها الخبز لاحتوائه على بروتينات الغلوتين ذات القدرة الوظيفية والتصنيعية العالية في صناعة الخبز مقارنة بالحبوب الأخرى (Panfili *et al.*, 2003)، بلغ إجمالي إنتاج العالم من القمح 732 مليون طن عام 2021 (FAO, 2022). يعد الخبز العربي منفصل الشطرين من المواد الغذائية الأساسية في الشرق الأوسط خاصة في الدول العربية حيث يوفر حوالي 50– 90% من إجمالي قيمة السعرات الحرارية اللازمة للإنسان يوميًا

وهو غذاء رئيسي لأكثر من نصف سكان العالم، يعد دقيق القمح المكون الرئيسي للخبز العربي منفصل الشطرين لخصائصه الوظيفية بسبب وجود بروتينات الغلوتين التي تمنح العجين خاصية المرونة، وهو ناتج من عملية خلط الدقيق والماء والخميرة والملح بنسب ومقادير محددة، لتشكيل عجينة لينة تخمّر لمدة ساعتين وتخبز على حرارة (400–500 درجة مئوية) لمدة 1–2 دقيقة (Pahwa *et al*., 2016). يتميز الخبز العربي بعمر افتراضي قصير عندما يخزن في درجة الحرارة العادية (2 – 3 أيام) بسبب محتواه العالي من الرطوبة حوالي 40٪، أما النكهة والرائحة الناتجة عن المركبات الطيارة فهي عامل حسي مهم في قبول الخبز من قبل المستهلكين ودليل على فساده، وهو سلعة قابلة للتلف، للانخفاض السريع في نضارته وسرعة بياته (Collar and Angioloni, 2014). يحظى الخبز المسطح بأهمية كبيرة وتعطي كل حصة غذائية منه ما يقرب من 159 سعره حرارية (USDA, 2019).تحتوي القشرة الخارجية لحبوب القمح العناصر الغذائية التي تزال أثناء عمليات الطحن، لذلك يفضل إنتاج منتجات القمح من دقيق القمح الكامل للحفاظ على العناصر الغذائية والقيمة التغذوية للمنتج النهائي، حيث تعاني بروتينات القمح من نقص في الأحماض الأمينية الأساسية مثل اللايسين مما يقلل من قيمة الأطعمة وخصائصها الغذائية و التغذوية (Ötles and Cagindi, 2006)، ويمكن إضافة دقيق الشعير للأطعمة المصنعة من دقيق القمح مثل الخبز والمعكرونة والبسكويت والكيك (Skendi *et al*., 2010) (Izydorczyk and Dexter, 2008) (Collar and Angioloni, 2014). كذلك يمكن تحسين القيمة الغذائية للخبز الناتج من دقيق القمح إذا تم إضافة دقيق الحبوب الأخرى مثل الشوفان والشعير والذرة الرفيعة والجاودر كمكونات إضافية مدعمة للخبز(Al Attabi *et al*., 2017)، استخدم دقيق القمح بكفاءة عالية مع دقيق الحبوب الأخرى مثل الدخن والشعير لتعزيز مستوى البروتين والمعادن والفيتامينات والألياف الغذائية ( ) (Foyer *et al.,* 2016 Hussain *et al*., 2020)، ونظرًا للنمو السكاني المضطرد وزيادة الطلب على دقيق القمح، أصبح من الضروري ابتكار أغذية جديدة وإيجاد بدائل للقمح، وكذلك أصبح المستهلكون أكثر وعيًا لصحتهم واستهلاك الأطعمة الصحية ذات المحتوى العالي من البروتينات والألياف للحفاظ على صحتهم ووقايتهم من الأمراض (Hussain *et al*., 2021) (Bhatt and Gupta, 2015)، إن ازدياد الطلب على الغذاء الصحي، أدى إلى ابتكار مواد مدعمة للخبز ومنها دقيق الشعير، والذي يؤثر بشكل كبير على الخصائص التركيبية والتكنولوجية والحسية للمخبوزات، لذلك لابد من معرفة مواصفات المواد التي تستخدم لتعزيز بروتينات دقيق القمح ودراسة سلوكها التصنيعي والتخزيني كأغذية متاحة للاستهلاك المباشر (Obadi *et al*., 2021). لقد زاد الاهتمام باستخدام دقيق الشعير في النظام الغذائي البشري نظرًا لمركباته الغذائية الجيدة والمعززة للصحة مثل بيتاغلوكان والامينوبتريك،-γ *β-glucans–Aminobutyric* (AL-Ansi *et al*., 2020). تم الاستفادة من منتجات المخابز المختلفة ومنها الحلويات المصنعة من دقيق القمح للتدعيم بالعديد من العناصر الغذائية، حيث أن هذه الحلويات هي المفضلة من قبل جميع الأشخاص قبل وبعد الوجبات طوال حياة الإنسان بسبب سهولة توفرها والتكلفة المعقولة وتنوع مذاقها وتوافرها وتعدد أصنافها، كما أنها تعتبر غذاءً مركزاً بسبب محتواها من الدهون والكربوهيدرات وانخفاض محتواها الرطوبي وبالتالي فهي مصدر جيد للطاقة وتمتلك مدة صلاحية تخزين أطول (Sudha *et al*., 2007) (Hooda and Jood, 2005).

يعد الشعير (*Hordeum vulgare L*.) من محاصيل الحبوب الاستراتيجية والمتحملة للظرف المختلفة والمزروعة على نطاق واسع في العالم (Sharma and Gujral, 2014) والأكثر تنوعًا بين الحبوب المزروعة في آسيا وأوروبا وإفريقيا، يصنف الشعير إلى ثنائي الصف وسداسي الصفوف، وكذلك صنف ربيعي أو شتوي (Sharma and Kotari, 2017) ويزرع كمحصول صيفي في المناطق المعتدلة (Li *et al*., 2014)، إن إضافة دقيق الشعير يعتبر إحدى طرق زيادة القيمة الغذائية للخبز، وذلك لامتلاكه

مجموعة فيتامين E و B ومجموعة واسعة من مضادات الأكسدة والألياف القابلة للذوبان (Skendi *et al*., 2010) (Sullivan, *et al*., 2013) ويعتبر ومصدرًا ممتازًا لبيتا غلوكان ومركبات والتوكوترينول والتوكوفيرول والمعادن، والمركبات الفينولية التي تلعب دورًا مهمًا في تقليل احتمالية الإصابة بأمراض القلب التاجية، عن طريق خفض نسبة الكولسترول الضار في البلازما. ويحسن استقلاب الدهون، وخفض مؤشر نسبة السكر في الدم وتعزيز استجابة الأنسولين لدى مرضى السكري (Izydorczyk and Dexter,2008) (Hrusková *et al*., 2019) (Shishehbor *et al*., 2020). يستخدم القليل جدًا من الشعير كمواد مضافة (النشا، بيتا جلوكان والأرابينوكسيلان) لتحسين الخواص الريولوجية للعجين المحضر من دقيق القمح، حيث سجلت زيادات في ذروة مقاومة العجين، وثبات الخلط وتقليل قوة العجين. عند إضافة دقيق الشعير بمحتوى عالي من β-glucans الكلي والقابل للذوبان أدى إلى زيادة في جودة عجين القمح، وكان للأرابينوكسيلان تأثير أكبر من بيتا غلوكان، وهي مركبات هيدروسكوبية تصنف على أنها ألياف غذائية قابلة للذوبان ولها قدرة على خفض مستوى الكولسترول في الدم وزيادة القدرة على الاحتفاظ بالماء، وهي أحد مضادات الأكسدة الطبيعية التي يمكن أن تقلل من أمراض القلب وخطر الإصابة بالسرطان (Deepak, *et al*.,. 2018) ومن فوائد بيتا غلوكان الصحية أنها ترتبط بزيادة اللزوجة الظاهرة في محتوى الجهاز الهضمي العلوي، وهو تأثير يعتمد على الوزن الجزيئي وتركيز السكريات، يتكون هيكل بيتا غلوكان الشعير من وحدات سيلوتريوسيل وسيلوتيتراوسيل مرتبطة من خلال روابط β-1-3 حيث يتراوح محتواها بدقيق الشعير بين 2.5 و11% (Izydorczyk *et al*,, 2008). يُعتقد أن الآلية الدقيقة لتأثير إضافة الألياف على جودة منتجات المخابز تعتمد على نوع الألياف الغذائية المضافة ومستواها وهو مهم لإنتاج الخبز المدعم بالألياف، إن استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير الغني بالألياف الغذائية القابلة للذوبان في صناعة الخبز تحديًا تكنولوجيًا كبيراً، حيث يختلف توزيع الماء بين مكونات العجين بدراسة زمن الراحة، وتؤدي عملية ترطيب النشا والغلوتين إلى تغيير حجم الخلايا الغازية والتي تؤثر على سلوك العجين اللزج وقابليته للتصنيع، إن إدخال المزيد من الألياف الغذائية يزيد المنافسة بين مكونات العجين على الماء، وبالتالي يؤثر سلبا على خصائص العجين والخبز الناتج، وبالتالي إن استبدال دقيق القمح بأجزاء غنية بالألياف الغذائية قد يؤدي أيضًا إلى تخفيف الغلوتين، مما يؤدي في النهاية أيضًا إلى انخفاض حجم الخبز وتغييرات في بنية اللب وصلابة الخبز (Moza and Gujral, 2018)، تعتبر الخصائص الريولوجية والحسية للخبز رائز أساسي للقياس عند الاستبدال. تم تطبيق عدة طرق لتحسين الخواص الغذائية والريولوجية، مثل المعالجة بدرجة الحرارة العالية والضغط العالي (Fan *et al*., 2021)، ان عملية استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير بنسبة تصل إلى 15% يحسن الخواص الفيزيائية والكيميائية للخبز، وفي حال الاستبدال بنسب أكثر من 25% كانت النتيجة اسوداد الخبز وصلابته وعدم تجانسه وانخفاض قبوله بشكل عام، وفي حال الاستبدال بنسب 5 و 10٪ من دقيق الشعير كانت منتجات الخبز مقبولة من قبل المستهلكين وكانت خصائص اللون والملمس مماثلة لتلك الخواص بالخبز المصنوع من دقيق القمح فقط. يوجد صنف من الشعير بدون قشر يمتاز بفوائد عديدة مثل شغل مساحة تخزين أقل بسبب عدم وجود قشر، ومتوسط أعلى من القيمة الغذائية بسبب الأحماض الأمينية الأساسية، ومحتويات أكبر من الفيتامينات والمعادن، انخفاض التكاليف بسبب عدم وجود خطوة إزالة النخالة، وانخفاض إنتاج الحبوب المكسورة أثناء النقل والمعالجة، وتحسين عملية الهضم بسبب انخفاض محتوى حمض الفيتيك والمثبطات الأخرى (Moza and Gujral, 2016). يعد خبز"الساتو" المصنع من الشعير الأكثر استهلاكًا في الهند وباكستان (Baba *et al*., 2016)، يحتوي على حوالي 70% نشا، و5–10% بيتا غلوكان، و10–20% بروتين، و11–34% إجمالي الألياف الغذائية، 2.5% معادن و2–3% دهون حرة لذلك فإن استخدام الشعير في صناعة الخبز يزيد القيمة الغذائية للخبز، بنسب محددة للحفاظ على الخصائص الريولوجية المطلوبة للعجين والخبز (Sullivan,

(and Gallagher, 2013، أن استبدال دقيق القمح سيقلل من بروتينات غلوتين القمح والبسكويت منتج منخفض الحجم إلى حد ما ولا يتطلب نسبة عالية من بروتين الغلوتين كما هو الحال مع الخبز الذي يحتاج نسب معينة من الغلوتين كمؤثر رئيسي على حجم الرغيف لذا يمكن أن يكون دقيق الشعير خامًا اختيار مناسب لإعداد البسكويت الغذائي والوظيفي (Sharma and Gujral, 2014a, b)، أدرج الشعير مؤخرًا في منتجات المخابز والأغذية والوجبات الخفيفة والخبز والبسكويت (Gill *et al*., 2002) (Sharma and Gujral, 2013).

تعد أصناف الشعير منزوع القشرة أكثر ملائمة لأغراض التكنولوجية (الطهي والنقع) (Shaban *et al*., 2006)، تؤدي إضافة دقيق الشعير إلى دقيق القمح إلى رفع محتوى بيتا غلوكان في المنتج النهائي، إن استخلاص وترسيب بيتا غلوكان للاستخدام التجاري الصالح للأكل مباشرة مكلفًا جداً، لذا فإن إضافته عن طريق الطحن الجاف لحبوب الشعير أكثر اقتصادية، حيث نحصل على دقيق شعير يحتوي 6–23% بيتا غلوكان (El Yamlahi *et al*., 2013) (Holtekjølen *et al*., 2008) بعد إزالة طبقة القشرة الخارجية تبقى مركبات بيتا غلوكان في نشاء دقيق الشعير حيث أنه أحد العناصر المتماسكة المكونة لجدران خلايا السويداء (Araki *et al*., 2009)، الألياف أيضًا لها تأثير إيجابي على انسيابية العجين وجودة الخبز على سبيل المثال، يكون للأرابينوكسيلان القابل للاستخراج بالماء تأثير إيجابي على حجم رغيف خبز القمح من خلال زيادة لزوجة الطور السائل في العجين وبالتالي تثبيت الخلايا الغازية، كما تبين أيضًا أن إضافة بيتا غلوكان المستخلص من الشعير إلى دقيق القمح الناتج من صنف ضعيف لصنع الخبز يؤدي إلى تحسين الخواص الريولوجية للعجين وحجم الخبز مقارنة مع الخبز المصنوع بإضافة الماء فقط (Skendi *et al*., 2010) سمحت إدارة الغذاء والدواء الامريكية (FDA) بتناول 3 غرام يوميًا من بيتا غلوكان سواء كان مستخرج من الشعير أو الشوفان، أدت إضافة دقيق الشعير إلى دقيق القمح بنسب مختلفة إلى حدوث تغيرات فيزيائية وكيميائية وريولوجية في خصائص العجين والخبز الناتج، حيث أن استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير بنسبة 15% أنتج خبزاً ذا خصائص حسية جيدة (Koletta *et al*., 2014). وكذلك وجد (Alu datt *et al*., 2012) أن إضافة نسب 15 و30% من دقيق الشعير إلى دقيق القمح المعد لصناعة الخبز مقبول لدى المستهلك في الآونة الأخيرة، وأن إضافة 5 و10% من دقيق الشعير كانت مقبولة جداً من قبل المستهلكين ولجنة الاختبار الوصفي، وكان تحليل الملمس وقياس اللون إلى جانب النتائج الحسية مماثلاً لعينة الشاهد (خبز من دقيق قمح فقط). يعتمد حجم الرغيف ولونه وصلابته على نوع دقيق الشعير وظروف معالجته، مثل معدل استخراج الدقيق وكذلك خصائص الطحن (Gill *et al*., 2002)، وأكدت دراسات (Collar and Angioloni 2014) إن استبدال دقيق القمح بـ 40% من دقيق الشعير الذي يحتوي على نسبة عالية من بيتا غلوكان أنتج خبزاً بمستوى عالٍ من الألياف الغذائية مقارنة بالشعير العادي وخبز القمح العادي، ويحتوي دقيق القمح على كميات عالية من بروتين الغلوتين مقارنة بدقيق الشعير، وتلعب هذه المكونات دورًا مهمًا في صناعة الخبز، ولذلك فإن خلط دقيق القمح والشعير بمستوى مناسب لإنتاج الخصائص المطلوبة للخبز يمثل تحديًا تقنياً كبيرًا، حيث أن إجمالي محتويات الفينول بدقيق الشعير (148.3 mg GAE/100 g) أعلى من دقيق القمح (62.1 mg GAE/100 g). ودقيق الشوفان (76.4 mg GAE/100 g) وبالتالي إضافة دقيق الشعير تحسن من مواصفات المخبوزات، ويمكن استخدام دقيق الشعير في المنتجات المخبوزة الأخرى المخمرة كيميائيًا مثل الكيك والبسكويت (Koletta *et al*., 2014)، لم يتم تحقيق نجاح يذكر عند إضافته إلى منتجات الخميرة المخبوزة (Gill *et al*., 2002).

على الرغم من أن الشعير معروف منذ فترة طويلة بأنه مصدر جيد للألياف، إلا أن استخدام الشعير في صنع الخبز محدود للغاية بسبب نقص محتواه من الغلوتين وضعف خصائصه الريولوجية مقارنة بالقمح (Sullivan *et al*., 2010)

أهداف البحث:

– دراسة تأثير استبدال دقيق القمح القاسي بنسب استخراج مختلفة بدقيق الشعير الابيض بنسب استخلاص 85% عند أربع مستويات 5-10-15-20% في الخواص الريولوجية للعجين.

– تحديد أفضل نسبة استبدال بدقيق الشعير بنسب استخلاص 85% لتحسين الخواص التكنولوجية والريولوجية للعجين، وتحقيق أكبر جدوى اقتصادية من عملية الاستبدال.

مواد البحث وطرائقه:

موقع الدراسة:

- مخابر قسم علوم الأغذية – كلية الهندسة الزراعية بدير الزور.
- المخبر المركزي للمؤسسة العامة لتجارة وتصنيع وتخزين الحبوب بحماة.
- المخبر المركزي للمؤسسة العامة لتجارة وتصنيع وتخزين الحبوب بدمشق السبينة.
- ***المواد اللازمة للعمل:***

– تضمنت المادة التجريبية أصناف من القمح السوري القاسي *Triticum durum* (دوما– شام– بحوث) المزروعة في مناطق محافظة حماة موسم 2022، تم الحصول على عينات القمح من المؤسسة العامة لتجارة وتصنيع وتخزين الحبوب – فرع حماة.

– أصناف من الشعير السوري *Hordeum vulgare L* (فرات 2–3) المزروعة في مناطق محافظة حماة موسم 2022، تم الحصول على عينات الشعير من المؤسسة العامة للإكثار البذار– فرع حماة.

– طرائق العمل

أ – جمع العينات: جمعت عينات من حبوب القمح القاسي من مراكز شراء الحبوب في محافظة حماة التابعة للمؤسسة العامة لتجارة وتصنيع وتخزين الحبوب موسم 2022 (بأكياس نايلون 5–10كغ)، ثم جمعت كمية العينات بشكل عشوائي لتتجانس مع بعضها البعض (بأكياس قماشية 25–20 كغ)، تم غربلة هذه الحبوب باستخدام غربال شقي 1×20 مم وغربال 1.625 ×19 ملم للتخلص من الشوائب والأجرام، ثم استبعدت الحبوب المصابة اعتماداً على التشخيص البصري، للحصول على حبوب متجانسة وكافية لجميع اختبارات البحث، رطبت الحبوب إلى درجة 16.5% لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة الغرفة 20 درجة مئوية ورطوبة جوية 70%، حسبت كمية الماء المضاف وفقاً لـ AACC,2000 95–26، قسمت الكمية المعاملة من القمح الى ثلاثة اقسام للحصول على نسب الاستخراج المطلوبة، طحنت الحبوب النظيفة والمكيفة باستخدام مطحنة Brabender المجهزة بمناخل مناسبة وذلك لإنتاج دقيق بنسب استخراج 100%، ودقيق تمويني بنسبة استخراج 80%، ودقيق زيرو بنسبة استخراج 72%.

– جمعت عينات من حبوب الشعير السوري فرات2 وفرات3 من مراكز شراء المؤسسة العامة للإكثار البذار– فرع حماة موسم 2022 (بأكياس نايلون 5–10كغ)، ثم جمعت العينات بشكل عشوائي مع بعضها البعض(بأكياس قماشية 25–20 كغ)، تم غربلة هذه الحبوب باستخدام غربال شقي1×20 مم وغربال 1.750 ×19 ملم للتخلص من الشوائب والأجرام، ثم استبعدت الحبوب المصابة اعتمادا على التشخيص البصري، للحصول على حبوب متجانسة وكافية لجميع اختبارات البحث، طحنت الحبوب النظيفة باستخدام مطحنة CHOPIN المجهزة بمناخل مناسبة وذلك لإنتاج دقيق بنسب استخراج 85%.

ب – تحضير العينات وترميزها: حضرت عينات تجريبية من الدقيق بنسب مختلفة من الاستبدال، استخدمت أربع نسب استبدال هي 5%-10%-15%– 20% إضافة لعينة شاهد لكل نسبة من نسب الاستخلاص للدقيق، حيث تم العمل على ثلاثة أنواع من الدقيق

100% نسبة الاستخلاص (راسه بعبه)، 80% نسبة الاستخلاص (دقيق تمويني)، 72% نسبة الاستخلاص (دقيق زيرو). رمزت هذه العينات بأرقام وأحرف ودونت على عبوات العينات، كذلك بدفتر ملاحظات خاص لمعرفة دلالة هذه الأرقام والأحرف.

الاجهزة والادوات اللازمة للعمل:

-أجهزة لتقدير المحتوى المائي للحبوب (Wile-Draminski) AACC Method 44-11

– جهاز بورنر Boerner لتجزئة العينات. – ميزان حساس بدقة (0.01)غ .

- جهاز تقدير البروتينات الكلية حسب AACC رقم 10–46 (AACC,2000).

– مجموعة غرابيل القمح المستخدمة في المؤسسة العامة لتجارة وتصنيع الحبوب.

– مجموعة غرابيل الشعير المستخدمة في المؤسسة العامة للأعلاف.

– مطحنة مخبرية خاصة لطحن الحبوب. مطحنة CHOPIN حسب (AACC 26-50, 2000).

– مطحنة مخبرية خاصة لطحن الحبوب. مطحنة Brabender حسب (AACC 26-50, 2000).

– جهاز الفارينوغراف: 02–21– 54 Farinograph AACC ماركة Germany -Brabender.

– جهاز الاكستنسوغراف: 01–10–54 Extensograph AACC ماركة Germany -Brabender.

الاختبارات والتحاليل المخبرية في البحث:

– **النسبة المئوية للرطوبة (المحتوى المائي للحبوب):** رقم (AACC 44–A15 2000).

– **النسبة المئوية للرماد:** (AACC 08-01,2000).

– **النسبة المئوية للبروتين:** (AACC 46-10,2000).

– الفارينوغراف: باستخدام 50 غ من الحبوب رطوبتها 14% بالطريقة المعدلة وفقاً (Tamara *et al*., 2011).

–**الاكستنسوغراف:** باستخدام الطريقة المعدلة لمدة 45 دقيقة و135 دقيقة راحة وفقاً لـ(Tamara *et al*., 2011) والمعدلة بطريقة (Cauvain and Rosie 2017).

التحليل الإحصائي: تم إجراء تحليل التباين للنتائج والقراءات كتجربة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة وذلك باستخدام برنامج التحليل الاحصائي (spss) لتحديد أقل فرق معنوي LSD بين العوامل المدروسة عند مستوى معنوية 5%.

النتائج والمناقشة:

مقارنة محتويات أنواع الدقيق المستخدم في البحث: بداية لابد من دراسة وتحليل المكونات الأساسية للعينات المدروسة من البروتين الكلي والنشاء والمحتوى الرطوبي والالياف والرماد، ودراسة الفروقات المعنوية بينهما عند مستوى ثقة 5% لكل صفة مدروسة كما هو مبين بالجدول رقم (1). حيث لوحظ عدم وجود فروقات معنوية بين المحتوى الرطوبي لدقيق الشعير ودقيق القمح باختلاف نسب الاستخراج للعينات المدروسة. وبالنسبة لكمية البروتين الكلي لا توجد فروقات معنوية بين دقيق الشعير ودقيق القمح الكامل والدقيق التمويني بينما هناك فروق معنوية بالنسبة للدقيق الزيرو حيث انخفضت نسبة البروتينات الكلية. وكذلك الحال بالنسبة للرماد والالياف. وعكس ذلك بالنسبة للنشاء حيث قلت نسبة النشاء بدقيق الشعير عن الكمية الناتجة في دقيق القمح وعلى مختلف نسب الاستخراج.

وهذا يتوافق مع الدراسات المرجعية التي ذكرت في المقدمة والدراسات المرجعية.

الجدول (1): يبين التركيب الكيميائي لدقيق القمح بنسب استخراج مختلفة ودقيق الشعير بنسبة استخراج 85%

الصفات المدروسة	دقيق زيرو 72%	دقيق 80% تمويني	دقيق كامل 100%	دقيق 85% الشعير	LSD*0.05
الرطوبة	12.11 ± 0.64 a	12.41±0.12a	12.55±0.14a	12.46 ± 0.52a	1.32
البروتين	10.5 ± 0.05b	10.91±0.42b	11.31±0.12a	11.32 ± 0.36a	0.6
الرماد	0.50 ± .08b	1.24 ± .08b	1.50 ± .08b	2.71 ± 0.32a	0.68
الالياف الكلية	0.08± 0.02b	0.50 ± 0.02b	1.09 ± 0.02b	4.11 ± 0.28a	0.44
الكربوهيدرات	75.1 ± 0.84a	74.1 ± 0.54a	73.1 ± 0.94a	68.3 ± 1.3b	2.4

كل قيمة في الجدول تمثل متوسط لثلاثة مكررات، القيم المتبوعة بأحرف متشابهة أفقياً لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى ثقة P≤0.05.

الفارينوغراف:

بينت نتائج اختبارات عينات العجين بنسبة الاستخراج 72% و 80% و 100% على جهاز الفارينوعراف اختلاف بكمية الماء الممتص حسب نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير 5%-10%-15%- 20% والمبينة بالجدول رقم (2) مع وجود فروق معنوية لعملية استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير المستخدم في تحضير عينات العجين وتأثير الاستبدال 5%-10%-15%- 20 % على (كمية الماء الممتص) عند مستوى ثقة 5% بالترتيب مقارنة مع عينات الشاهد لكل نسبة استخراج، حيث العلاقة ايجابية بين زيادة نسبة الاستبدال لدقيق القمح بدقيق الشعير وكمية الماء الممتص على جهاز الفارينوغراف، وازدادت كمية الماء الممتص لزيادة كمية البروتينات والالياف في العجين. وهذا يتوافق مع (Sudha *et al.*, 2005) الذي بين التأثير الحاصل من إضافة الألياف المختلفة المصدر في الخواص التصنيعية للدقيق القمح الناتج في صناعة البسكويت وكذلك يتوافق مع دراسات (Liu *et al.*, 2020) حيث درس تأثير إضافة دقيق الشعير في الخواص الريولوجية وقراءات الفارينوغراف للعجين الناتج. وتتوافق نتائج البحث مع دراسة (AL-Ansi *et al.*, 2021) التي تبين القيمة البيولوجية العالية للبروتينات المضافة من الاستبدال بدقيق الشعير، وخصوصا الأحماض الأمينية الأساسية وبالتحديد (لايسين والفالين). ويعود امتصاص الماء لوجود مجموعات الهيدروكسيل ضمن الألياف والتي تعمل على زيادة ربط جزيئات الماء(Cappelli *et al.*, 2020). وهذا يتوافق مع دراسة (Al-Attabi *et al.*, 2017) التي بينت أن استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير أدت إلى زيادة معنوية بكمية الماء الممتص وزمن نضج العجين وانخفاض زمن ثباتية العجين وفقاً للقراءات على جهاز الفارينوغراف.

الجدول (2): تأثير نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير على كمية الماء الممتص من الدقيق بنسب الاستخراج المختلفة

المعاملة	قراءات الفارينوغراف	نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير وزن/وزن				
		0	%5	%10	%15	%20
نسبة الاستخراج 72%	الماء الممتص	57a	57.2a	58.4b	59.6c	62d
نسبة الاستخراج 80%	الماء الممتص	59.2a	60.1b	61.2c	62.4d	63.6e
نسبة الاستخراج 100%	الماء الممتص	62.93a	63.73b	64.2c	64.3c	65.3d

كل قيمة في الجدول تمثل متوسط لثلاثة مكررات، القيم المتبوعة بأحرف متشابهة أفقياً لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى ثقة P≤0.05.

وكذلك بينت نتائج اختبارات عينات العجين بنسب الاستخراج 72% و 80% و 100% على جهاز الفارينوعراف اختلاف زمن تشكل ونضج العجين حسب نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير الابيض عند 5%-10%-15%- 20% والمبينة بالجدول رقم (3) وهذا الاختلاف بفروق معنوية لعملية استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير عند مستوى ثقة 0.05≥.وذلك ناتج بفعل زيادة نسبة البروتينات والألياف في العجين والتي تلعب دوراً أساسياً في نشاط الانزيمات الاميلاز والبروتياز خلال عملية العجن وبالتالي تعمل على زيادة زمن تشكل وتطور العجين والذي هو مؤشر لجودة البروتين في العجينة بزيادة زمن تشكل العجينة بالدقيقة، حيث الزيادة

إيجابية مع نسب الاستبدال المستخدمة في البحث مقارنة مع عينة الشاهد، وهذه النتائج تتوافق مع نتائج أبحاث (Prasadi *et al.*, 2023) الذي بين تأثير الألياف الذوابة في دقيق الشعير على حركة الماء في العجين. يشير زمن تشكل وتطور العجين إلى الزمن اللازم للوصول إلى تناسق لقوام العجين إلى 1.1 Nm بعد الترطيب الملائم لمكونات الطحين، حيث تراوحت قيم زمن تطور العجينة بين 1.52 دقيقة و3.66 دقيقة، وبالتالي أنَّ زيادة نسب الاستبدال من 5% إلى 20% أدى لزيادة زمن نمو وتطور العجين، وهذا يعود إلى زيادة امتصاص الماء بزيادة نسب النخالة وبالتالي زيادة الألياف وبالتالي زمن عملية الترطيب (Mansoor *et al.*, 2022).

الجدول (3): تأثير نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير على زمن نمو العجين من الدقيق بنسب الاستخراج المختلفة

المعاملة	قراءات الفارينوغراف	نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير وزن/وزن				
		0	%5	%10	%15	%20
نسبة الاستخراج 72%	زمن نمو العجين	1.52a	1.86b	1.96c	2.15d	2.45e
نسبة الاستخراج 80%	زمن نمو العجين	2.13a	2.35b	2.43c	2.55d	2.65e
نسبة الاستخراج 100%	زمن نمو العجين	2.6a	2.74b	2.97c	3.16d	3.66e

كل قيمة في الجدول تمثل متوسط لثلاثة مكررات، القيم المتبوعة بأحرف متشابهة أفقياً لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى ثقة P≤0.05.

اما بالنسبة لزمن ثباتية العجين المأخوذة من قراءات جهاز الفارينوغراف والمبينة بالجدول رقم (4)، بينت نتائج اختبارات عينات العجين بنسب الاستخراج 72% و 80% و 100% والمتحصل عليها من الفارينوغراف انخفاض زمن ثباتية العجين مع وجود فروق معنوية بين مستويات الاستبدال 5%-10%-15%- 20%عند مستوى احتمال 5%، حيث كانت العلاقة سلبية بين نسبة زيادة استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير على زمن ثباتية العجين لتصل الى أقل زمن ثبات للعجين عند نسبة استبدال 20% ونسبة استخراج 100%، وهذا يتوافق مع نتائج دراسات (Abdullah *et al.*, 2022) الذي تحدث عن تأثير زيادة نسبة البروتينات والألياف والدهون على مظهر وقوام رغيف الخبز، وكذلك زيادة معنوية في محتوى المواد الصلبة الكلية والبروتين والرماد والكربوهيدرات والمعادن في الخبز الناتج بنسبة استبدال 20٪ وبالتالي عدم ثباتية العجينة وتغيير لبعض الخواص الريولوجية للعجين. وهذا يتوافق أيضا مع ابحاث (Moza and Gujral 2019) الذي تحدث فيها عن السلوك الترمو ميكانيكي الذي يسلكه العجين نتيجة تغيرات الدقيق المستخدم في الخبز المسطح.

الجدول (4): تأثير نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير على زمن ثباتية العجين

المعاملة	قراءات الفارينوغراف	نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير وزن/وزن				
		0	%5	%10	%15	%20
نسبة الاستخراج 72%	زمن ثباتية العجين	4.55a	4.51a,b	4.48b	4.40c	4.35d
نسبة الاستخراج 80%	زمن ثباتية العجين	4.5a	4.46a	4.33b	4.26c	4.19d
نسبة الاستخراج 100%	زمن ثباتية العجين	4.4a	4.32b	4.26c	4.20d	4.10e

كل قيمة في الجدول تمثل متوسط لثلاثة مكررات، القيم المتبوعة بأحرف متشابهة أفقياً لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى ثقة P≤0.05.

أيضا كانت الزيادة متناسبة ايجابياً لزمن ارتحال عينات العجين بنسب الاستخراج 72% و80% و100% مع زيادة نسب الاستبدال 5%-10%-15%- 20% مقارنة بقراءات الشاهد لكل نسبة استخراج والمبينة بالجدول رقم (5)، وجاءت هذه النتائج متوافقة مع نتائج (Al-Attabi *et al.*,2019) الذي أكد على تأثر سطح الاستجابة لدقيق القمح الكامل بحجم أجزاء النخالة وتأثير ذلك على زيادة كمية الماء الممتص وزمن نمو وتطور العجين، وتراوح زمن ارتحال العجين من 5.05 دقيقة إلى 7.08دقيقة، حيث أنَّ زيادة نسبة الألياف تؤدي إلى إضعاف الشبكة الغلوتينية والتي تصبح أقل استقرارا عند إطالة زمن الخلط، وتؤخر تشكل الشبكة الغلوتينية ثلاثية الابعاد ويزيد من نسبة تحطم الشبكة.

الجدول (5): تأثير نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير على زمن ارتحال العجين

المعاملة	قراءات الفارينوغراف	نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير وزن/وزن				
		0	%5	%10	%15	%20
نسبة الاستخراج 72%	زمن ارتحال العجين	5.05a	5.11b	5.3c	5.54d	6e
نسبة الاستخراج 80%	زمن ارتحال العجين	6.07a	6.06a	5.93b	6.2c	6.4d
نسبة الاستخراج 100%	زمن ارتحال العجين	6.33a	6.6b	6.83c	7.06d	7.08d

كل قيمة في الجدول تمثل متوسط لثلاثة مكررات، القيم المتبوعة بأحرف متشابهة أفقياً لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى ثقة P≤0.05.

الاكستنسوغراف:

بينت نتائج اختبارات عينات العجين بنسبة الاستخراج 72% و80% و100% على جهاز الاكستنسوغراف اختلاف مقاومة العجين/BU حسب نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير 5%-10%-15%- 20% والمبينة بالجدول رقم (6) وهذا الاختلاف بفروق معنوية لعملية استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير حسب نسب الاستبدال المستخدمة في تحضير العجين على القراءات الثلاث لنسب الاستخراج مقارنة بقراءات الشاهد عند مستوى ثقة 5%، حيث كانت العلاقة ايجابية بين نسبة الاستبدال والقراءات الناتجة لقوة مقاومة العجين/BU والتي هي حالة توازن ما بين مطاطية العجينة ولزوجتها، ومرونة العجين وهي المؤشرات المهمة والتي تشير إلى طول المنحنى بالميليمتر على جهاز الاكستنسوغراف لهذه العينات مقارنة مع عينة الشاهد. وذلك يعود لتأثير بروتينات الشعير في العجينة المتشكلة وهذا يتوافق (Karimi *et al.*, 2019) الذي تحدث عن خصائص فيزيائية وكيميائية محسنة لاستخدام دقيق الشعير وانخفاض محتواه من البروتين والغلوتين بينما زاد محتوى الرماد، يمكن تفسير الاختلافات في القراءات الناتجة بالدراسة المرجعية إلى تأثر هذه القراءات بكمية ونوعية البروتين في الدقيق وبخصائص الغلوتين، إضافة إلى خصائص النشا لدقيق الشعير ولكن بشكل أقل وذلك تحت تأثير الصنف (عامل وراثي)، وموسم النمو (عوامل بيئية وزراعية)، والتفاعل بينهم (Ahmed *et al.*, 2021). وهذه التغيرات الواضحة بزيادة نسب الاستبدال لدقيق الشعير الأبيض على مقاومة العجين/BU المتشكلة من دقيق القمح بمختلف نسب الاستخراج 72% و80% و100%، حيث كانت أفضل نسبة الاستبدال 15% من حيث التأثير في مقاومة العجين/BU مقارنة مع عينات الشاهد ونسب الاستبدال الأخرى، وهذا يتناسب مع (AL-Ansi *et al.*, 2021) الذي تحدث عن الخصائص الفيزيوكيميائية لنشاء الشعير وتأثير ذلك على المخبوزات.

الجدول (6) :تأثير نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير على مقاومة العجين/BU

المعاملة	قراءات الاكستنسوغراف	نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير وزن/وزن				
		0	%5	%10	%15	%20
نسبة الاستخراج 72%	مقاومة العجين/BU	92a	94b	95bc	96cd	97d
نسبة الاستخراج 80%	مقاومة العجين/BU	87a	88ab	89bc	90cd	91d
نسبة الاستخراج 100%	مقاومة العجين/BU	82a	82.46a	84b	85bc	86c

كل قيمة في الجدول تمثل متوسط لثلاثة مكررات، القيم المتبوعة بأحرف متشابهة أفقياً لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى ثقة P≤0.05.

بينت قراءات مرونة العجين على جهاز الاكستنسوغراف لعينات العجين الناتجة من ثلاثة نسب استخراج 72% و80% و100%، وأربعة نسب من الاستبدال 5%-10%-15%- 20% دقيق القمح بدقيق الشعير الأبيض التأثير الإيجابي لهذا الاستبدال في مرونة العجينة بزيادة ايجابية مع نسب الاستبدال 5%-10%-15%- 20% مقارنة مع عينة الشاهد لكل نسبة استخراج، مع وجود فروق معنوية بين هذه الإضافات عند مستوى احتمال 1% كما هو مبين بالجدول رقم (7)، ومن هذه النتائج نجد أنَّ زيادة نسب الاستبدال أدى لزيادة قوة العجين ومرونتها زيادة ايجابية مع نسب الاستبدال وهذا يتفق مع نتائج (Al-Attabi *et al.*,2019) التي بين فيها تأثير اضافة دقيق الشعير على الخواص والمواصفات النهائية للعجين

الجدول (7): تأثير نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير على مرونة العجين / مم

المعاملة	قراءات الاكستنسوغراف	نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير وزن/وزن				
		0	%5	%10	%15	%20
نسبة الاستخراج 72%	مرونة العجين / مم	156a	157a	158a,b	158a,b	159b
نسبة الاستخراج 80%	مرونة العجين / مم	151.92a	152b	153c	154c	155c
نسبة الاستخراج 100%	مرونة العجين / مم	144.43a	145.4a	146b	148b	150c

كل قيمة في الجدول تمثل متوسط لثلاثة مكررات، القيم المتبوعة بأحرف متشابهة أفقياً لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى ثقة $P\leq0.05$.

وهذه القراءات تتوافق مع (Hussain *et al*., 2013) حول إمكانية اضافة دقيق الشعير والذرة للتحكم بمواصفات العجين. وكذلك تلعب نسبة الدهون الناتجة من طحن جنين القمح مع مكونات الحبة في دقيق القمح الكامل دوراً هاماً في التغيرات التي تحدث عند تشكل الشبكة الغلوتينية وارتباطها مع مكونات العجين، وكذلك يلعب صنف القمح وقساوته ونسبة النشا المتهتك في الدقيق ومواصفات الدقيق الأخرى دوراً مكملا للمواصفات الناتجة في المنتجات النهائية (Sharma and Kotari, 2019).

الاستنتاجات:

– إن عملية الاستبدال لدقيق القمح بدقيق الشعير حسنت خواص المنتج النهائي، وذلك لزيادة كمية البيتا غلوكان الموجود بدقيق الشعير ونوعية البروتينات الأساسية الموجودة بدقيق الشعير الابيض.

– كانت أفضل نسبة استبدال دقيق القمح بدقيق الشعير الابيض عند 15% حيث كانت أفضل النتائج الريولوجية للعجينة المدروسة في البحث.

التوصيات:

– إيجاد وسائل وطرق مشجعة للعمل على تطوير صناعة دقيق الشعير محلياً في سورية، عند القطاع الخاص سواء كان ذلك بإنشاء مطاحن لطحن الشعير او من حيث خفض التكلفة الاقتصادية للمخبوزات عند إضافة دقيق الشعير.

– إدراج محصول الشعير ضمن المحاصيل الاستراتيجية في سورية بهدف التخفيف من الطلب المتزايد على القمح، وإدخال هذه المادة في صناعة المخبوزات بشكل عام كبدائل محلية للمواد المضافة والمحسنات المستخدمة في مجال صناعة المعجنات.

– إيجاد مواصفة سورية خاصة بدقيق الشعير الأبيض أو الأسود من حيث درجة التحبب واللون والرماد والحموضة والمحتوى المائي، بحيث يحدد بشكل واضح مجال النسب والمكونات المسموح بها وفقاً للمواصفة الموضوعة.

- العمل على تطوير صناعة الدقيق في سورية وخصوصا الدقيق المستخرج من الشعير البلدي الأبيض، حيث لا يوجد أي مطحنة مخصصة لطحن الشعير في سورية.

المراجع:

AACC. (2000). Approved Methods of the AACC, 1Oth ed n. Methods 55-10, 44-ISA, 56-SIB, 46-30, 38~12A, 08-01,76-13,76-21,26-95,26-41,54-21,54-10, 54~40A, 66-41,14-22,66-50. St Paul, MN. AACC.

AACC International Approved methods of the American association of cereal chemists methods 08-01, 332-100, 38-12, 54-24 and 58-81b (10th ed.), AACC International, St. Paul, MN (2000).

Ahmed A. Aly, Fadl E. El-Deeb, Afnan A. Abdelazeem, Ahmed. Hameed, Alia Abdulaziz Alfi, Hussain Alessa, Abdulmajeed F. Alrefaei (2021) Addition of Whole Barley Flour as a Partial Substitute of Wheat Flour to Enhance the N3utritional Value of Biscuits Arabian Journal of Chemistry Volume 14, Issue 5, May 2021, 10112 .

Al-Attabi Z.H., T.M. Merghani, A. Ali, M.S. Rahman (2017) Effect of barley flour addition on the physico-chemical properties of flour and structure of bread.Journal of Cereal Science, 75(2017), pp.61-68,10.1016/j.jcs.2017.03.021.

AL-Ansi. W. (2020) The potential improvements of naked barley pretreatments on GABA, β-glucan, and antioxidant properties LWT - Food Science and Technology (2020).

Alu datt. M. H, Rababah.T, Ereifej. K, Alli.I, Alrababah. M.A, Almajwal. A, Masadeh .N, M N Alhamad (2012) Effects of barley flour and barley protein isolate on chemical, functional, nutritional and biological properties of Pita bread Food Hydrocolloids Volume 26, Issue 1, January 2012, Pages 135-143.

Araki, S., Ito, K., Aoe, S., Ikegami, S., 2009. Physiological functions of barley and the health claims on food labels. The Jpn. J. Nutr. Dietetics 67, 235–251.

Baba, W. N., Din, S., Punoo, H. A., Wani, T. A., Ahmad, M., & Masoodi, F. A. (2016). Comparison of cheese and paneer whey for production of a functional pineapple beverage: Nutraceutical properties and shelf life. Journal of Food Science and Technology, 53(6), 2558–2568.

Bhatt, S. M., and Gupta, R. K. (2015). Bread (composite flour) formulation and study of its nutritive, phytochemical and functional properties. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 4(2), 254–268.

Cappelli, A., Bettaccini, L., Cini, E., (2020): The kneading process: A systematic review of the effects on flour rheology and resulting bread characteristics, including improvement strategy, Trends in Food Science & Technology 104, 91–101.

Cauvain, S.P. C. Rosie (2017). ICC Handbook of Wheat, Flour, Flour and Product Testing: Methods and Applications, second ed. DES tech, Lancaster, PA.

Collar. C., A. Angioloni (2014) Nutritional and functional performance of high B-glucan barley flours in breadmaking: mixed breads versus wheat breads Eur. Food Res. Technol., 238 (3) (2014), pp. 459-469.

Deepak.M, B. Sheweta, B. S. Khatkar (2018). Optimization of textural properties of noodles with soluble fiber, flour mixing time and different water levels J Cereal Sci, 69 (2016), pp. 104-110.

El Yamlahi A., E. Berny, A. Hammoumi, M. Ouhssine (2013). Effect of barley (Hordeum Vulgare L.) flour incorporation on the baking quality of wheat (Triticum Aestivum L.) flour.J. Chem. Pharm. Res.,2 (5) (2013), pp.162-170.

Fan, Y., Liu, W., Xu, F., Huang, Y., Zhang, N., & Li, K (2021) Effect of high temperature high pressure-acidic solution treated Auricularia auricula on the rheological property and structure of wheat flour flour (2021).

FAO. (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations, cereal supply and demand data, jun362.

FDA News Release 2005.

Foyer, C. H., Lam, H. M., Nguyen, H. T., Siddique, K. H., Varshney, R. K., Colmer, T. D., Cowling, W., Bramley, H., Mori, T. A., Hodgson, J. M., Cooper, J. W., Miller, A. J., Kunert, K., Vorster, J., Cullis, C., Ozga, J. A., Wahlqvist, M. L., Liang, Y., Shou, H., Considine, M. J. (2016). Neglecting legumes has compromised human health and sustainable food production. *Nature Plants*, 2(8), 16112.

Gill. S., T. Vasanthan, B. Ooraikul, B. Rossnagel (2002) Wheat bread quality as influenced by the substitution of waxy and regular barley flours in their native and extruded forms. J. Cereal Sci., 36 (2) (2002), pp. 219-237.

Holtekjølen, A.K, A.B. Bævre, M. Rødbotten, H. Berg, S.H. Knutsen (2008). Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour. Food Chem., 110 (2) (2008), pp. 414-421.

Hooda. S, S. Jood (2005) Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour. Food Chem.,90 (3) (2005), pp.427-435.

Hrusková. M, I. Svec, I. Kadlcíková (2019) Effect of chestnut and acorn flour on wheat/wheat-barley flour properties and bread quality. International Journal of Food Studies, 8 (1) (2019), pp. 41-57.

Hussain, A. M.S., Saeed, F., Niaz, B., Afzaal, M., Ikram, A., Hussain, S., Mohamed, A. A., Alamri, M. S., & Anjum, F. M. (2021). Biochemical and nutritional profile of maize bran-enriched flour in relation to its end-use quality. *Food Science & Nutrition*,9 (6), 3336–3345.

Hussain, A. M. S., Mohamed, A. A., Alamri, M. S., Ibraheem, M. A., Abdo Qasem, A. A., Serag El-Din, M. F., & Almaiman, S. A. M. (2020). Wheat–millet flour cookies: Physical, textural, sensory attributes and antioxidant potential. *Food Science and Technology International*, 26 (4), 311–320.

Hussein, A. M. S., Kamil, M. M., Hegazy, N. A., & Abo El-Nor, S. A. H. (2013). Effect of wheat flour supplemented with barely and/or corn flour on balady bread quality. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 63(1), 11–18.

Ikram, A., Saeed, F., Afzaal, M., Imran, A., Niaz, B., Tufail, T., Hussain, M., & Anjum, F. M. (2021). Nutritional and end-use perspectives of sprouted grains: A comprehensive review. *Food Science & Nutrition*, 9 (8), 4617–4628. https://doi.org/10.1002/fsn3.2408.

Izydorczyk. M, J. Dexter (2008) Barley β-glucans and arabinoxylans: Molecular structure, physicochemical properties, and uses in food products–a Review. Food Research International, 41 (9) (2008), pp. 850-868,10.1016/j.foodres.2008.04.001.

Izydorczyk. M.S,T.L. Chornick, F.G. Paulley, N.M. Edwards, J.E. Dexter (2008) physicochemical properties of hull-less barley fibre-rich fractions varying in particle size and their potential as functional ingredients in two-layer flat bread. Food Chem., 108 (2) (2008), pp. 561-570.

Karimi.M, H. R. Komeili, M.Mahfouzi (2019) A new mixed bread formula with improved physicochemical properties by using hull-less barley flour at the presence of guar gum and ascorbic acid lwt food science and technology Volume 93, July 2018, Pages 628-633.

Koletta P, M. Irakli, M. Papageorgiou, A. Skendi (2014). Physicochemical and technological properties of highly enriched wheat breads with wholegrain non wheat flours.Journal of Cereal science, 60 (3) (2014), pp. 561-568.

Mansoor. R, T. M. Ali, S. Arif, M. Saeed, A. Hasnain (2022) Impact of barley flour addition on flour rheology, glycemic index, textural and sensory characteristics of taftaan flat bread Food Chemistry Advances Volume 1, October 2022, 100148.

Moza. J, H, S, Gujral (2019). Characterization of thermo-mechanical behavior of flour and starch digestibility profile of minor millet flat breads. Journal of Cereal Science Volume 90, November 2019, 102842.

Moza. J, H, S, Gujral (2016) Starch digestibility and bioactivity of high altitude hulless barley. Food Chem. 2016 Mar 1; 194:561-568.

Moza. J, H, Khatri. M, S, Gujral. (2018) Influence of replacing wheat bran with barley bran on flour rheology, digestibility and retrogradation behavior of chapatti. Food Chem. 2018 Feb 1; 240:1154-1160.

Obadi Mohammad, Jun Sun, Bin Xu (2021). Highland barley: Chemical composition, bioactive compounds, health effects, and applications. Food Research International, Volume 140, February 2021, 110065.

Ötles. S, Ö. Cagindi (2006) Cereal based functional foods and nutraceuticals Acta Sci. Pol. Technol. Alignment, 1(5) (2006), pp.107-112.

Pahwa, A. A. Kaur, R. Puri (2016) Influence of hydrocolloids on the quality of major flat breads: A review Journal of Food Processing (2016),10.1155/2016/8750258.

Panfili. G, A. Fratianni, M. Irano (2003) Normal phase high-performance liquid chromatography method for the determination of tocopherols and tocotrienols in cereals.J. Agric. Food Chem., 51 (14) (2003), pp. 3940-3944.

Prasadi N,V P, Iris J. Joye (2023) Effect of soluble dietary fibre from barley on the rheology, water mobility and baking quality of wheat flour flour.. Journal of Cereal Science.Volume 112, July 2023, 103715.

Shaban, N.M., (2006). Chemical And Technological Studies on Some Products Produced from Barley, M.Sc. Thesis, Nutrition and Food Science, Faculty of Home Economics, Minufiya University, Cairo, Egypt.

Sharma, P. H.S. Gujral (2014) Anti-staling effects of β-glucan and barley flour in wheat flour chapatti.Food chemistry,145 (2014), pp.102-108.

Sharma, P.S.Kotari (2017) Barley: Impact of processing on physicochemical and thermal properties—A review. Food Reviews International, 33 (4) (2017), pp.359-381.

Shishehbor.F, M. Zendehdel, M. Veisi, B. Helli, A. Saki (2020) Determining the Glycemic Index, Glycemic Load, and Satiety Index of Bread with Different Combinations of Wheat and Barley Flour. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism, 21(6)(2020), pp.345-355.

Skendi. A, C.G. Biliadenis, M. Papageorgiou, M.S. Izydorczyk (2010) Effect of two barley B-glucan isolates on wheat flour flour and bread properties. Food Chem.,119 (2010), pp.1159-1167.

Sudha, M. L., Vetrimani, R., & Leelavathi, K. (2007). Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour flour and on biscuit quality. Food Chemistry, 100(4), 1365– 1370.

Sullivan. P, E. Arendt, E. Gallagher (2013) The increasing use of barley and barley by-products in the production of healthier baked goods Trends in Food Science & Technology, 29 (2) (2013), pp.124-134.

Sullivan. P, John O'Flaherty, Nigel Brunton, Elke Arendt, Eimear Gallagher (2010). Fundamental rheological and textural properties of doughs and breads produced from milled pearled barley flour. Eur. Food Res. Technol., 231 (3) (2010), pp. 441-453.

Tamara D. H, P. Milica, H. Miroslav and T. Aleksandra, (2011). The Role of Empirical Rheology in Flour Quality Control,Wide Spectra of Quality Control, Vol. 18: 335-360.

Truswell A. S. (2002). Cereal grains and coronary heart disease Eur. J. Clin. Nutr., 56 (1) (2002), pp.1-14,10.1038/sj.ejcn.1601283.

USDA. (2019). Food Data Central. https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/172686/nutrients.

The effect of replacing Syrian durum wheat flour with barley flour on the rheological and technological properties of dough.

Mohammed Dosh Aldaemes *[1]

[1] Department Of Food Science, Faculty of Agricultural Engineering, AlFurat University, Syria.

(*Corresponding author: Dr. Mohammed Dosh Aldaemes. E-Mail: maldaames@yahoo.com).

Received: 10/ 02/ 2024 **Accepted:** 5/ 08/ 2024

Abstract

The aim of this study to know the effect of replacing Syrian durum wheat flour with 85% extracted white barley flour at four levels of substitution 5-10-20%-15- on the rheological properties of dough and the technological properties of Syrian durum wheat flour at extraction rates of 72% (zero flour), 80% (supply flour), 100% (Graham flour), wheat grain samples were collected from grain purchasing centers in Hama Governorate affiliated with the General Establishment for Grain Trade, Processing and Storage during the 2022 season. The grains were sieved and moistened to a degree of 16.5%. The grains were ground to produce flour with extraction rates of 72% and 80%. %, 100% Samples were collected from Syrian barley grains, Furat2 and Furat3, from the purchasing centers of the General Establishment for Seed Multiplication - Hama Branch, season 2202. The grains were sieved and ground using the CHOPIN mill to produce barley flour and the Brabender mill to produce wheat flour, with the previous extraction rates. The results of the farinograph tests for dough samples showed extraction rates of 72%, 80%, and 100% by increasing the amount of water absorbed by increasing the rates of replacing wheat flour with barley flour, 15%-10%-5%-20%, respectively, with significant differences at the 5% confidence level, where the relationship is direct. Between increasing the replacement ratio and the amount of absorbed water, there is also an increase in the growth and development time of the dough by increasing the rates of replacing wheat flour with barley flour, decreasing the dough stability time, and increasing the dough migration time. The results of xenograph tests for dough samples with extraction rates of 72%, 80%, and 100% showed an increase in dough strength by increasing the percentages of replacing wheat flour with barley flour, 15%-10%-5%-20%, respectively, with significant differences at the 5% confidence level, where the relationship is direct between Increasing the replacement ratio and dough strength, increasing dough elasticity by increasing the percentage of replacing wheat flour with barley flour

Keywords: barley flour, wheat flour, rheological properties of dough, beta glucan.