تأثير عملية تكييف حبوب القمح الطري في مؤشرات جودة الطحن والخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق

د. جهاد سمعان* د. أحمد العرموش**

الملخص

أُجري هذا البحث في مخبر الحبوب المركزي ومخابر قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة جامعة دمشق خلال الفترة من شهر آب 2019 لغاية شهر آذار 2020، وذلك بهدف أمثلة عملية تكييف حبوب القمح الطري المحلي والتي تعطي أفضل أداء طحن للحبوب ومؤشرات جودة الدقيق. تم اختيار صنف القمح الطري السوري شام8 (Triticum aestivum) لهذه الدراسة، والذي تمَّ الحصول عليه من مخبر الحبوب المركزي، كُيفت الحبوب لدرجات رطوبة نهائية (14، 15 و16%) وفترات ترطيب (8، 16 و24 ساعة) لكل درجة رطوبة، دُرست مؤشرات طحن الحبوب من حيث وزن الدقيق ونسبة استخراج الدقيق، وحُللت الخصائص الفيزيوكيميائية لعينات الدقيق الناتج عن طحن الحبوب المكيفة. بينت دراسة مؤشرات الطحن للحبوب انخفاض وزن الدقيق ونسبة الاستخراج مع رفع درجة الرطوبة النهائية ومدة الترطيب، حيث انخفض معدل الاستخراج بحوالي 1.78% لكل 1% ماء مضاف، وقد ترافق ذلك مع تحسن في جودة الدقيق الناتج، حيث انخفضت النسبة المئوية للرماد ودرجة اللون، من جهة أخرى، لم يُبدِ تغير عوامل التكييف تأثيراً عالي المعنوية في خصائص الغلوتين الكمية والنوعية.

* أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة دمشق.

** دكتور قائم بالأعمال في قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة دمشق.

بالإضافة إلى ذلك، أبدت درجة الرطوبة النهائية تأثيراً كبيراً في تباين مؤشرات الطحن للحبوب والخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق حسب اختبار F وتوزع التباين، حيث (98.72%، 95.00%، 89.69%، 83.02% و66.99%) من تباين نسبة استخراج الدقيق، النسبة المئوية للرماد، درجة اللون، النسبة المئوية للغلوتين الرطب والنسبة المئوية للغلوتين الجاف على التوالي كانت عائدة إلى درجة الرطوبة النهائية، بينما انخفضت إلى (16.21%) لدليل الغلوتين الذي تأثر بنسبة (33.19%) بالمتغير مدة الترطيب وبنسبة (50.60%) بالتفاعل المتبادل لدرجة الرطوبة النهائية ومدة الترطيب. من جهةً أخرى، بيّن اختبار الأمثلة لعوامل التكييف أن تكييف حبوب القمح الطري لدرجة رطوبة 15% ولمدة 16 ساعة أعطى أفضل مؤشرات طحن للحبوب وأفضل الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق.

الكلمات المفتاحية: القمح الطري، الدقيق، عملية التكييف، الخصائص الفيزيوكيميائية، مؤشرات جودة الطحن.

Effect of soft wheat conditioning process on milling performance and physiochemical properties of flour

**Dr J. Samaan[*] Dr. A. Al-Armoush[**]

Abstract

This research was conducted at the Central Grain Laboratory and laboratories of the Department of Food Sciences, Faculty of Agriculture, Damascus University, during the period from August 2019 to March 2020, with the aim of optimizing the process of local soft wheat kernels conditioning in order to yield the best milling performance and flour quality properties. The Syrian soft wheat variety Cham8 (Triticum aestivum) was selected for this study, and was obtained from the Central Grain Laboratory, the grains were conditioned to final moisture contents (14, 15 and 16%) and tempering times (8, 16 and 24 hours) for each degree of moisture. The indicators of grain milling were studied in terms of flour weight and flour extraction rate, and the physiochemical properties of the flour samples obtained from milling of the conditioned grains were analyzed. Results of the milling performance analysis showed significant reduction in flour weight and flour extraction rate as the final moisture content and tempering period increased, where the extraction rate decreased by approximately 1.78% for every 1% water added. This accompanied with improvement in flour quality, where ash content and flour colour decreased. On the other hand, conditioning parameters did not reveal high significant effects on gluten quality and

[*]Prof Assistant, Food Science Department, Faculty of Agriculture, Damascus.
[**]Dr. teaching Assistant, Food Science Department, Faculty of griculture, Damascus University.

quantity. Final moisture content revealed the dominant effect on milling performance parameters and flour physiochemical properties according to the F test and variance distribution test, where (98.72%, 95.00%, 89.69%, 83.02% and 66.99%) of the variance of flour extraction rate, ash content, the color degree, wet gluten and dry gluten contents, respectively, were due to final moisture content, while it decreased to (16.21%) for the gluten index, which was affected (33.19%) by the variable tempering period, and (50.60%) by the interaction effect of the final moisture content and the tempering period. On the other hand, optimization of wheat conditioning process demonstrated that tempering soft wheat to 15% moisture content for 16 hours yielded the best milling performance and flour quality properties.

Keywords: Soft wheat, flour, conditioning process, physiochemical properties, milling indicators.

المقدمة

يُعد القمح أحد أهم محاصيل الحبوب في العالم بإنتاج عالمي تقريباً 600 مليون طن (Dziki و Laskowski، 2005)، يُستخدم منها 70% في المنتجات الغذائية المتنوعة مثل الخبز، المعكرونة، النودلز، البسكويت والمعجنات (Dendy و Dobraszczyk، 2001).

وتُعدُّ عملية طحن حبوب القمح عملية هامة في تكنولوجيا القمح، حيث تطحن حبوب القمح إلى دقيق الذي يستخدم كمادة أولية أساسية في تصنيع منتجات القمح المتنوعة، وبشكلٍ عام، تُعرف عملية طحن حبوب القمح على أنها التقنية التي يتم فيها خفض الحبوب إلى جزيئات أصغر بحيث يمكن تحويلها إلى منتجات، وتعرف بشكل خاص، على أنها عملية فصل الأندوسبيرم عن أجزاء الحبة الأخرى (الأغلفة والجنين) ومن ثم خفض الأندوسبيرم إلى سميد ثم دقيق (Posner و Hibbs، 1997). وتتضمن عملية طحن حبوب القمح إلى دقيق عدة مراحل هي استلام الحبوب، التنظيف، التكييف، الجرش، النخل والتنقية، حيث تؤثر هذه العمليات المختلفة في جودة الدقيق الناتج، بالإضافة إلى ذلك، تُعد عملية الطحن بمراحلها المختلفة من العمليات التكنولوجية المعقدة، ويعود ذلك إلى تأثير إعدادات الطحن بالخصائص الفيزيوكيميائية للحبوب المعدة للطحن والتي تتأثر بدرجة كبيرة بالعوامل الوراثية والبيئية (Dexter و Edwards، 1998a،b)، حيث وُجد أنَّ 75% من جودة الدقيق الناتج بعد عملية الطحن تعود إلى جودة الحبوب المستخدمة (الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحبوب)، بينما تعود 25% إلى اعدادات عملية الطحن (Posner و Hibbs، 1997).

تُعتبر عملية تكييف الحبوب قبل الطحن (Wheat Conditioning)، جزءٌ هام من عملية تحضير الحبوب للطحن، وتُعرف على أنها عملية إضافة الماء إلى الحبوب النظيفة على مراحل متعددة وعلى درجات حرارة معينة وترييحها لأوقات معينة، وذلك بقصد الوصول بالحبوب إلى نسبة الرطوبة المثلى للطحن (Optimum Milling

Moisture) والتي يكون عندها أداء طحن الحبوب (Milling Performance) أعظمي من حيث انفصال أجزاء الحبة المختلفة عن بعضها، نسبة استخراج الدقيق وجودة الدقيق الناتج (Dubat و Bock، 2019a)، ومن الخصائص الفريدة للقمح والتي تجعل عملية الطحن ممكنة هي أن الأجزاء الأساسية للحبة (الأغلفة، الجنين والأندوسبرم) تختلف بصفاتها الفيزيائية من قساوة وهشاشة، تزداد هذه الفروقات بين أجزاء الحبة عند إضافة الماء (عملية التكييف)، مما يؤثر في سلوكها عند تعرضها إلى ضغط بفعل أسطوانات الطحن (Campbell وزملاؤه، 2007)، حيث يصبح الأندوسبيرم سهل التكسر والتفتت بفعل أسطوانات الطحن مع سهولة انفصاله عن الأغلفة، بينما تصبح الأغلفة أكثر ثباتاً ومرونةً ومقاومةً لفعل الكسر وتحافظ على أجزائها مسطحة؛ مما يسهل فصلها بعملية النخل (Fang و Campbell، 2002؛ Peyron وزملاؤه، 2002)، بالإضافة الى ذلك، تضمن عملية تكييف الحبوب إعطاء النسب المثلى من النشاء المتهتك (Damaged Starch) بما يتوافق مع صلابة الحبوب والمنتج النهائي للدقيق (Boyacioğlu وزملاؤه، 2004)، وقد وجد العديد من الباحثين أن عملية تكييف الحبوب قبل الطحن بالإضافة لتأثيرها في عملية الطحن تؤثر أيضاً في جودة الدقيق الناتج، حيث وُجد أنَّ زيادة كمية الماء المضاف يترافق مع انخفاض نسبة استخراج الدقيق، تحسين لون الدقيق وانخفاض نسبة الرماد (Hook وزملاؤه، 1982؛ Kweon وزملاؤه، 2009)، بالإضافة إلى تأثيرها في خصائص بروتينات الدقيق (Gobin وزملاؤه، 1996).

تتراوح درجة الرطوبة المثلى للطحن بين (14–17%)، حيث تتأثر كمية الماء المضاف وفترة التكييف بعدة عوامل منها درجة صلابة الحبوب (Manley وزملاؤه، 2011)، نسبة البروتينات والرطوبة الأساسية للحبوب (Warechowska وزملاؤه، 2016)، درجة حرارة الماء المستخدم للتكييف (Kang و Delwiche، 1999؛ 2000) ونوعيته (Perrin وزملاؤه، 2004)، وَيشكل الأندوسبيرم في القمح حوالي (92%) من وزن حبة

القمح، وما نسبته (6–7%) من الأندوسبيرم عبارة عن طبقة الأليرون خالية النشاء، أي أنَّ (85%) تقريباً من وزن حبة القمح الكاملة هو عبارة عن أندوسبيرم نشوي (Tosi وزملاؤه، 2018)، وعلى الرغم من تطورات تقنية طحن الحبوب، تتراوح نسبة استخراج الدقيق الطبيعية في المطاحن التجارية ما بين (70–77%) والتي تتألف بشكل أساسي من الأندوسبيرم وكمية قليلة من جزيئات النخالة (Campbell و Webb، 2001)، ويعود عدم القدرة على استخلاص كامل أندوسبيرم الحبة وبشكل نقي من الأغلفة إلى درجة الالتصاق القوية بين طبقة الأليرون والأغلفة من جهة والأندوسبيرم من جهة أخرى (Lamsal وزملاؤه، 2008)، بالإضافة إلى ذلك، لا تعد عملية استخلاص كامل الأندوسبيرم إلى دقيق تقنية عملية في المطاحن التجارية المتوفرة حالياً (Sarkar و Dexter، 2016)، حيث إن رفع نسبة استخراج الدقيق بتكييف الحبوب إلى درجات رطوبة أقل من درجات الرطوبة المثلى للطحن أو بواسطة زيادة ضغط الاسطوانات في آلات الطحن ينتج عنها ارتفاع نسبة طبقة الأليرون والنخالة في الدقيق، وهذا يترافق مع انخفاض جودة الدقيق الناتج من حيث ارتفاع نسبة الرماد ورداءة اللون (Yoo وزملاؤه، 2009)، وقد أُجريت العديد من الدراسات على عملية تكييف حبوب القمح قبل الطحن، من حيث درجة حرارة التكييف، درجة الرطوبة ووقت التكييف، ووجد أن هذه العوامل تتأثر بنوع القمح والصنف وخواصه الفيزيائية (Song وزملاؤه، 1998؛ Kang و Delwiche، 1999؛ 2000؛ Dubat و Bock، 2019a،b)، وركزت معظم هذه الدراسات على آلية عملية التكييف ومردود الطحن، حيث وُجّهت قِلَّة من الأبحاث لدراسة جودة الدقيق الناتج، مثل نسبة الرماد، الخصائص الريولوجية للدقيق (Ibanoglu، 2001) والخصائص الفيزيائية للنشاء (Ghodke وزملاؤه، 2009).

بناءً على ما سبق، ونظراً لندرة الأبحاث المحلية والتي تتعلق بتقييم أداء الطحن للقمح السوري، كان من المهم إجراء مجموعة من الأبحاث التي تتعلق بتقييم مراحل

الطحن المختلفة وتأثيرها في أداء طحن حبوب القمح السوري الطري وجودة الدقيق الناتج، وتبعاً لذلك هدف هذا البحث إلى:

1. دراسة تأثير عملية التكييف في خصائص طحن حبوب القمح الطري السوري.
2. دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الناتج بتأثير عملية التكييف لحبوب القمح.
3. تحديد المستويات المثلى لمتغيرات عملية تكييف حبوب القمح التي تعطي أفضل مؤشرات طحن للحبوب وجودة الدقيق.

مواد البحث وطرائقه

1- جمع العينات وتحضيرها:

أُستخدم في هذه الدراسة حبوب من صنف القمح الطري السوري شام8 (Triticum aestivum)، تمَّ الحصول عليها من مخبر الحبوب المركزي، وأُجريت جميع الاختبارات في مخابر قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، ومخبر الحبوب المركزي خلال الفترة الزمنية بين آب 2019 وآذار 2020. قُسِّمت الحبوب إلى 9 عينات بوزن 5 كغ للعينة الواحدة، ثم نُظِّفت عينات القمح من الشوائب والأجرام باستخدام منخلين الأول قطر فتحاته (2×20) مم والثاني قطر فتحاته (1×20) مم. رُطِّبت الحبوب النظيفة إلى درجات رطوبة نهائية (14%، 15% و16%) لمدة (8، 16 و24 ساعة) لكل درجة رطوبة (ضمن ظروف المخبر من درجة الحرارة والرطوبة النسبية)، حيث حُسِّبت كمية الماء المضاف حسب طريقة AACC رقم 95-26 (AACC، 2000) بإتباع المعادلة التالية:

وزن الماء المضاف (مل) = [(100- % للرطوبة الأساسية)/ (100-% للرطوبة المطلوبة) -1]X وزن العينة

طُحِّنت حبوب القمح النظيفة والمكيفة باستخدام مطحنة Brabender (Brabender Quadrumat Senior, Brabender® GmbH & Co. KG, Germany) حسب AACC رقم 50–26 (AACC، 2000) إلى دقيق عالي الجودة (دقيق الزيرو).

2– تقييم خصائص عملية الطحن للحبوب:

قُيّم أداء الطحن (Milling Performance) لحبوب القمح الطري المدروسة حسب الطرائق المتبعة في (Samaan، 2007؛ Fistes وزملاؤه، 2012)، حيث سُجلت المؤشرات التالية: وزن القمح الجاف، وزن القمح الرطب، زمن الطحن، وزن الدقيق، وزن النخالة، التدفق ونسبة الاستخراج، حيث حُسِّبت نسبة الاستخراج من المعادلة التالية:

نسبة استخراج الدقيق (%) = (وزن الدقيق / وزن حبوب القمح بعد عملية التكييف) × 100

3– الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق:

1. النسبة المئوية للرطوبة: قُدِّرت الرطوبة لعينات الدقيق حسب AACC رقم 44–A15 (AACC، 2000).
2. النسبة المئوية للرماد: قِيست النسبة المئوية للرماد حسب AACC رقم 08–01 (AACC، 2000) وعُبِّر عنها كنسبة مئوية من الوزن الجاف.
3. اختبار كمية ونوعية الغلوتين: قُدِّرت كمية الغلوتين الرطب والجاف ونوعيته (دليل الغلوتين) حسب AACC رقم 38–A12 (AACC، 2000) باستخدام غسالة الغلوتين (Perten Glutomatic 2200 Chambers)، وفيها غُسلت عينة الدقيق (10 غ) من النشاء والبروتينات الذوابة بواسطة محلول كلور الصوديوم، ومن ثم ثُقِّلت كتلة البروتين المتبقية، وجُمِّع جزء الغلوتين المتبقي فوق المنخل ووزن لحساب دليل الغلوتين، ثم جُمع جزئي الغلوتين ووزن لحساب وزن الغلوتين الرطب، جُففت كتلة الغلوتين الرطب باستخدام مجفف (Glutork 2020) على درجة حرارة (150 مْ) لمدة (4 د) ثم وزنت لحساب

وزن الغلوتين الجاف، ثم حُسِّبت مؤشرات الغلوتين الكمية والنوعية من المعادلات التالية:

النسبة المئوية للغلوتين الرطب (%) = (وزن الغلوتين الرطب / وزن الدقيق) × 100

النسبة المئوية للغلوتين الجاف (%) = (وزن الغلوتين الجاف / وزن الدقيق) × 100

دليل الغلوتين (%) = (وزن الغلوتين المتبقي فوق المنخل / وزن الغلوتين الكلي) × 100

4- درجة لون الدقيق: قِيست درجة لون الدقيق باستخدام جهاز قياس اللون Satake (Satake Colour Grader PCGA Series 4, England)، تبعاً للطريقة الموصوفة في (Wang وزملاؤه، 2016).

4- التحليل الإحصائي:

أُجريت جميع الاختبارات بثلاثة مكررات وسُجلت النتائج كمتوسطات ± الانحراف المعياري، حيث أُستخدم البرنامج الإحصائي Minitab 14 لإجراء اختبار ANOVA، اختبار F واختبار Optimization Response بمستوى ثقة 5٪ ($p \leq 0.05$).

النتائج والمناقشة

1- نتائج دراسة تأثير عملية التكييف في خصائص الطحن لعينات حبوب القمح الطري المدروسة:

يُبين الجدول (1) خصائص الطحن لعينات حبوب صنف القمح الطري شام8 المكيفة على درجات رطوبة نهائية وفترات ترطيب مختلفة من خلال تقدير وزن الدقيق، وزن النخالة، زمن الطحن، التدفق ونسبة استخراج الدقيق.

الجدول (1) نتائج دراسة تأثير عملية التكييف في خصائص الطحن لعينات حبوب القمح الطري السوري.

الرطوبة النهائية (%)	مدة الترطيب (سا)	وزن الدقيق (غ)	وزن النخالة (غ)	زمن الطحن (د)	التدفق (غ/ثا)	نسبة الاستخراج (%)
14	8	386.22 ± 0.49^{a}	136.85 ± 0.11^{a}	4.21 ± 0.02^{a}	1.97 ± 0.06^{a}	77.34 ± 0.27^{a}
	16	385.25 ± 0.35^{a}	134.64 ± 0.32^{b}	4.17 ± 0.11^{b}	2.02 ± 0.15^{a}	77.01 ± 0.12^{b}
	24	388.75 ± 0.28^{b}	129.87 ± 0.54^{c}	4.16 ± 0.05^{b}	2.03 ± 0.05^{a}	77.06 ± 0.18^{b}
15	8	378.80 ± 0.68^{c}	144.45 ± 0.26^{d}	4.50 ± 0.15^{c}	1.82 ± 0.25^{b}	74.74 ± 0.32^{c}
	16	380.30 ± 0.32^{d}	144.20 ± 0.24^{d}	4.37 ± 0.10^{d}	1.90 ± 0.18^{c}	75.06 ± 0.15^{c}
	24	378.90 ± 0.25^{c}	145.60 ± 0.14^{d}	4.34 ± 0.12^{d}	1.92 ± 0.45^{c}	74.44 ± 0.15^{d}
16	8	371.15 ± 0.22^{e}	158.45 ± 0.18^{e}	4.59 ± 0.01^{e}	1.78 ± 0.09^{d}	72.34 ± 0.20^{e}
	16	366.70 ± 0.24^{f}	160.90 ± 0.09^{f}	4.55 ± 0.12^{c,e}	2.02 ± 0.15^{a}	71.21 ± 0.18^{f}
	24	370.55 ± 0.15^{e}	161.50 ± 0.20^{f}	4.54 ± 0.01^{c,e}	1.81 ± 0.22^{b}	71.99 ± 0.26^{g}

تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P\leq0.05$

إنَّ أهم ما يميز النتائج الموضحة في الجدول (1) وجود تأثير معنوي لعملية تكييف حبوب القمح الطري السوري في وزن الدقيق الناتج بعد طحن حبوب القمح المدروسة، حيث تبيَّن انخفاض وزن الدقيق بزيادة نسبة الرطوبة النهائية للحبوب بثبات زمن الترطيب، فقد كان وزن الدقيق (388.75 غ) عند درجة رطوبة نهائية للحبوب 14% وانخفض معنوياً إلى (366.70 غ) عند رفع درجة الرطوبة النهائية للحبوب إلى 16%، وقد ترافق ذلك أيضاً مع انخفاض نسبة استخراج الدقيق التي تراوحت بين (77.34 و71.22%) عند درجات الرطوبة النهائية 14 و16%، وبالتالي انخفض معدل الاستخراج بحوالي 1.78% لكل 1% ماء مضاف، وهذا يتوافق مع أبحاث سابقة تشير إلى إمكانية رفع نسبة استخراج الدقيق بتكييف الحبوب إلى درجات رطوبة أقل من درجة الرطوبة المثلى للطحن (Stenvert و Kingswood، 1976؛ Dubat و Bock، 2019a)، ويعود ذلك، إلى ازدياد مقاومة الحبوب للتحطم مع ارتفاع مؤشر المقاومة (Resistance Index)، حيث تمتلك عينات القمح ذات المحتوى المائي العالي مؤشر

مقاومة أقل (Dziki وزملاؤه، 2010)، بالإضافة إلى ذلك، ترافق رفع درجة الرطوبة النهائية مع زيادة زمن الطحن من (4.16 دقيقة) إلى (4.59 دقيقة) ووزن النخالة من (129.87 غ) إلى (161.50 غ) وانخفاض التدفق من (2.03 غ/ثا) إلى (1.78 غ/ثا)، وقد توافقت هذه النتائج مع (Dubat و Bock، 2019a،b).

كما يُبين الجدول (2) نتائج اختبار F وتوزع التباين لتحديد مستوى تأثير متغيرات التكييف المدروسة (درجة الرطوبة النهائية ومدة الترطيب) وتأثيرهما المتبادل (درجة الرطوبة النهائية × مدة الترطيب) في مؤشرات الطحن لعينات القمح الطري المدروسة.

الجدول (2) توزع التباين لتأثير المتغيرات المدروسة في خصائص الطحن للحبوب.

	وزن الدقيق		وزن النخالة		زمن الطحن		التدفق		نسبة الاستخراج	
	التباين (%)	P	التباين (%)	P	التباين (%)	P	التباين (%)	P	التباين (%)	P
القطاعات	0.23	0.63	1.01	0.09	3.80	0.09	0.01	0.92	0.00	0.14
الرطوبة النهائية	91.56	0.00	96.40	0.00	91.16	0.00	82.42	0.00	98.72	0.00
مدة الترطيب	1.45	0.26	0.38	0.29	1.88	0.22	16.68	0.00	0.53	0.00
التفاعل المتبادل	5.87	0.01	1.95	0.01	2.15	0.17	0.07	0.99	0.75	0.00

لُوحظ أنه كان لنسبة الرطوبة النهائية التأثير المسيطر في تباين مؤشرات الطحن للقمح الطري، حيث بلغت (91.56%) لوزن الدقيق، (96.40%) لوزن النخالة، (91.16%) لزمن الطحن، (82.42%) للتدفق و(98.72%) لنسبة استخراج الدقيق، أما مدة الترطيب وتفاعلها المتبادل مع درجة الرطوبة النهائية فلم تبدِ تأثيراً كبيراً في تباين مؤشرات الطحن، فيما عدا التدفق حيث بلغت نسبة تأثير مدة الترطيب (16.68%)، وتتوافق هذه النتائج مع (Warechowska وزملاؤه، 2016)، حيث بينوا أهمية درجة رطوبة الحبوب المعدة للطحن في مؤشرات الطحن وجودة الدقيق الناتج.

2- نتائج دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الناتج بتأثير عملية التكييف لحبوب القمح:

حُللت الخصائص الفيزيوكيميائية لعينات الدقيق الزيرو المختلفة والناتجة عن طحن عينات حبوب صنف القمح الطري شام8 (الجدول 3).

الجدول (3) الخصائص الفيزيوكيميائية لعينات الدقيق الناتجة.

الرطوبة النهائية (%)	مدة الترطيب (سا)	الرطوبة (%)	الرماد (%)	اللون (درجة)	الغلوتين الرطب (%)	الغلوتين الجاف (%)	دليل الغوتين (%)
14	8	13.82 ± 0.15^{a}	0.61 ± 0.11^{a}	1.12 ± 0.18^{a}	25.61 ± 0.14^{a}	8.55 ± 0.13^{a}	66.80 ± 0.14^{a}
	16	13.99 ± 0.14^{a}	0.60 ± 0.06^{a}	0.93 ± 0.05^{b}	$25.44 \pm 0.12^{a,d}$	8.61 ± 0.21^{a}	78.20 ± 0.22^{b}
	24	14.02 ± 0.25^{a}	0.63 ± 0.10^{a}	1.12 ± 0.21^{a}	$25.12 \pm 0.06^{b,c}$	8.29 ± 0.05^{b}	76.65 ± 0.07^{b}
15	8	14.86 ± 0.08^{b}	0.57 ± 0.07^{a}	0.91 ± 0.02^{b}	$25.24 \pm 0.22^{b,d}$	$8.20 \pm 0.02^{b,c}$	77.25 ± 0.15^{b}
	16	14.94 ± 0.02^{b}	0.58 ± 0.02^{a}	0.57 ± 0.06^{c}	25.08 ± 0.09^{c}	8.17 ± 0.24^{c}	72.45 ± 0.12^{c}
	24	15.16 ± 0.17^{c}	0.59 ± 0.11^{a}	0.81 ± 0.08^{d}	25.32 ± 0.17^{d}	8.08 ± 0.15^{d}	78.23 ± 0.09^{b}
16	8	15.86 ± 0.22^{d}	0.47 ± 0.09^{b}	0.34 ± 0.13^{e}	24.75 ± 0.23^{e}	8.38 ± 0.24^{e}	$75.44 \pm 0.06^{b,c}$
	16	$15.99 \pm 0.10^{d,e}$	0.50 ± 0.05^{b}	0.33 ± 0.06^{e}	24.82 ± 0.24^{e}	8.19 ± 0.14^{c}	77.22 ± 0.11^{b}
	24	16.01 ± 0.12^{e}	0.46 ± 0.04^{b}	0.43 ± 0.15^{f}	24.40 ± 0.09^{f}	7.91 ± 0.17^{f}	76.66 ± 0.16^{b}

تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة P≤0.05

نستنتج من الجدول أن زيادة درجة الرطوبة النهائية لعملية التكييف ومدة التكييف ترافقت مع زيادة معنوية في النسبة المئوية لرطوبة الدقيق، حيث تراوحت بين (13.82–16.01%)، وانخفض معنوياً كل من النسبة المئوية للرماد على أساس الوزن الجاف (0.63–0.46%) ودرجة اللون (1.12–0.33 درجة)، وهذا يعود إلى انخفاض نسبة استخراج الدقيق، كما هو مبين في الجدول (1)، وتوافقت النتائج مع ما توصل إليه (Abdulsattar، 2020)، بالإضافة إلى ذلك، لم يُلاحظ وجود فروقات عالية المعنوية في النسبة المئوية للغلوتين الرطب (24.40–25.61%) والنسبة المئوية للغلوتين الجاف (7.91–8.61%) بين عينات الدقيق المختلفة، من جهة أخرى، لم يتأثر دليل الغلوتين بدرجات الرطوبة النهائية، حيث ظهرت فروقات معنوية عند اختلاف فترات الترطيب، وقد تراوح دليل الغلوتين بين (66.80–78.23%)، وبينت دراسة سابقة أن رفع درجة الرطوبة النهائية لحبوب القمح المعدة للطحن قد ساهم في خفض محتوى البروتين في الدقيق الناتج، وهذا يؤدي أيضاً إلى تقليل كمية الغلوتين، وكما ساهمت زيادة مستوى

رطوبة الحبوب في التقوية الميكانيكية لشبكة الغلوتين وتعزيز قدرتها على امتصاص الماء (Warechowska وزملاؤه، 2016).

بناءً على ما سبق، أُجري اختبار F لتحديد توزع التباين لتأثير المتغيرات المدروسة لعملية التكييف وتفاعلهما المتبادل في الخصائص الفيزيوكيمياوية للدقيق (الجدول 4).

الجدول (4) توزع التباين لتأثير المتغيرات المدروسة في الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق.

	الرطوبة		الرماد		اللون		الغلوتين الرطب		الغلوتين الجاف		دليل الغلوتين	
	التباين (%)	P	التباين (%)	P	التباين (%)	P	التباين (%)	P	التباين (%)	P	التباين (%)	P
القطاعات	0.00	0.37	0.67	0.14	0.02	0.46	0.49	0.02	0.06	0.41	0.00	0.00
الرطوبة النهائية	98.79	0.00	95.00	0.00	89.69	0.00	83.02	0.00	66.99	0.00	16.21	0.00
مدة الترطيب	1.12	0.00	0.62	0.15	7.07	0.00	8.44	0.00	23.95	0.00	33.19	0.00
التفاعل المتبادل	0.09	0.00	3.45	0.00	3.19	0.00	7.99	0.00	8.92	0.00	50.60	0.00

لُوحظ تأثر المؤشرات الفيزيوكيميائية لعينات دقيق القمح الطري شام8 بدرجة كبيرة بالمتغير درجة الرطوبة النهائية، حيث بلغت (98.79%) للنسبة المئوية للرطوبة، (95.00%) للنسبة المئوية للرماد، (89.69%) لدرجة اللون، (83.02%) للنسبة المئوية للغلوتين الرطب و(66.99%) للنسبة المئوية للغلوتين الجاف، بينما انخفضت إلى (16.21%) لدليل الغلوتين الذي تأثر بنسبة (33.19%) بالمتغير مدة الترطيب وبنسبة (50.60%) بالتفاعل المتبادل لدرجة الرطوبة النهائية ومدة الترطيب.

3- نتائج تحديد المستويات المثلى لمتغيرات عملية تكييف حبوب القمح:

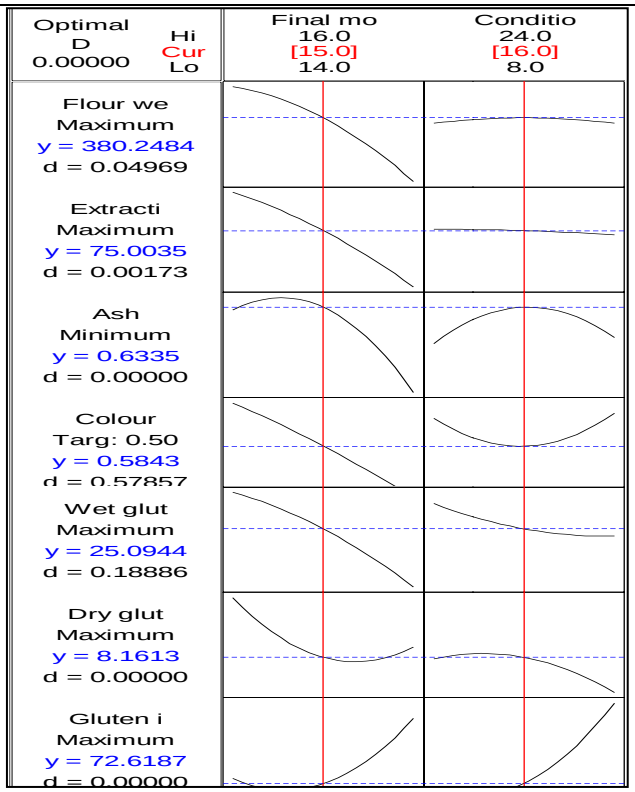
تم تحديد المستويات المثلى لمتغيرات عملية التكييف (درجة الرطوبة النهائية ومدة الترطيب) والتي تعطي أفضل مؤشرات طحن وجودة دقيق لصنف القمح الطري شام8 باستخدام تصميم التجارب المتقدم (Advanced Design of Experiment) نوع (Response Surface Methodology) واختبار (Response Optimization). وضع

تصميم للتجربة نوع (Central Composite) لمتغيرين (درجة الرطوبة النهائية ومدة الترطيب)، كما هو مبين في الجدول (5).

الجدول (5) تصميم تجربة تحديد المتغيرات المثلى لصنف القمح الطري شام8.

رقم العينة	القطاعات	درجة الرطوبة النهائية (%)	مدة الترطيب (ساعة)
1	1	14	8
2	1	16	8
3	1	14	24
4	1	16	24
5	1	15	16
6	1	15	16
7	1	15	16
8	2	14	16
9	2	16	16
10	2	15	8
11	2	15	24
12	2	15	16
13	2	15	16
14	2	15	16

حُلل التصميم باستخدام اختبار (Analyse Response Surface Design) لوضع متغيرات التجربة ضمن معادلة (Model)، ثم أجري اختبار (Response Optimization) لتحديد المستويات المثلى (Optimal Conditions) من المتغيرات والتي تعطي أفضل خصائص طحن (وزن دقيق ونسبة استخراج الدقيق) والمؤشرات الفيزيوكيميائية للدقيق (النسبة المئوية للرماد، درجة اللون، النسبة المئوية للغلوتين الرطب، النسبة المئوية للغلوتين الجاف ودليل الغلوتين)، والذي يعطي النتيجة على شكل مخطط (الشكل 1).



الشكل (1) مخطط المستويات المثلى من متغيرات عملية التكييف لصنف القمح شام8.

يبّين الشكل (1) أنَّ المستويات المثلى من عملية التكييف لحبوب القمح الطري والتي تعطي أفضل مؤشرات طحن وجودة دقيق هي بترطيب الحبوب إلى درجة الرطوبة المثلى 15% لمدة 16 ساعة. توافقت نتائج هذا البحث مع دراسات حديثة بينت أن مدة ترطيب حبوب القمح الطري المعد للطحن يجب أن لا تقل عن 12 ساعة مع محتوى رطوبة نهائي بين (15–17%) ويوصى بـ (16%) (Dubat و Bock، 2019a،b)، كما تتفق هذه التوصية النهائية مع معيار (ISO 27971) الذي يوصي بنسبة 16% محتوى رطوبة و24 ساعة راحة، بينما تتناقض مع دراسة قديمة أوصت باستخدام طريقة تكييف لمدة 30 دقيقة للقمح الطري (Finney و Andrews، 1986).

الاستنتاجات

1. بيَّنت دراسة خصائص الطحن لحبوب القمح الطري المكيفة لدرجات رطوبة نهائية وفترات ترطيب مختلفة انخفاض في وزن الدقيق، نسبة الاستخراج والتدفق مع رفع درجة الرطوبة النهائية ومدة الترطيب، وترافق ذلك أيضاً بارتفاع وزن النخالة وزمن الطحن.
2. أظهر اختبار F وتوزع التباين التأثير الهام لدرجة الرطوبة النهائية في مؤشرات الطحن وخصوصاً وزن الدقيق ونسبة الاستخراج، أما مدة الترطيب وتفاعلها المتبادل مع درجة الرطوبة النهائية فلم تظهر تأثيراً كبيراً في تباين مؤشرات الطحن للحبوب.
3. تحسنت جودة الدقيق الناتج من طحن حبوب القمح المكيفة على درجات رطوبة وفترات ترطيب مختلفة مع ارتفاع درجة الرطوبة النهائية ومدة الترطيب، حيث ترافق ذلك بانخفاض النسبة المئوية للرماد ودرجة اللون.
4. كشف اختبار توزع التباين التأثير الكبير لعامل درجة الرطوبة النهائية في لون الدقيق ومحتواه من الرطوبة، الرماد والغلوتين، بينما أظهر التفاعل المتبادل لمدة الترطيب والرطوبة النهائية تأثيراً كبيراً في تباين مؤشر دليل الغلوتين للدقيق.
5. بيّن اختبار تحديد المستويات المثلى من متغيرات عملية التكييف أن تكييف حبوب القمح الطري لدرجة رطوبة نهائية 15% لمدة 16 ساعة أعطى أفضل خصائص طحن للحبوب من حيث وزن الدقيق ونسبة الاستخراج وأفضل خصائص فيزيوكيميائية للدقيق الناتج.

التوصيات

1. تكييف حبوب القمح الطري السوري لدرجة رطوبة نهائية 15% لمدة 16 ساعة للحصول على دقيق بوزن ونسبة استخراج وخصائص فيزيوكيميائية أفضل.
2. التوسع في العمل لإضافة متغيرات جديدة إلى عملية التكييف مثل درجة حرارة الماء المضاف والرطوبة النسبية.
3. تطبيق البحث على أنواع أخرى من القمح السوري مثل قمح الديوروم.
4. قياس الخصائص الريولوجية والحرارية للدقيق الناتج.

المراجع

AACC. 2000. Approved Methods of the AACC, 10th edn. Methods 26-95, 26-50, 44-15A, 01-08, 38-12A. St Paul, MN. AACC.

Abdulsattar, I. 2020. The effect of changing the milling extraction rate on the flour properties. Technology Reports of Kansai University, 62, 1121-1129.

Boyacioğlu, M. H., Sunter, M. K. and Boyacioğlu, D. 2004. Effect of tempering temperature and time on wheat flour quality. Istanbul, Turkey: Istanbul Technical University.

Campbell, G. M. and Webb, C. 2001. On predicting roller milling performance Part I: the breakage equation. Powder technology, 115, 234-242.

Campbell, G. M., Fang, C. and Muhamad, I. I. 2007. On predicting roller milling performance: VI. Effect of kernel hardness and shape on the particle size distribution from first break milling of wheat. Food and Bioproducts processing, 85, 7-23.

Dendy, D. A. and Dobraszczyk, B. J. 2001. Cereals and cereal products, in Chemistry and Technology, Aspen Publishers, Inc: Gaithersburg, Maryland. p. 13.

Dexter, E. J. and Edwards, N. M. 1998a. The implications of frequently encountered grading factors on the processing quality of common wheat. Association of Operative Millers Bulletin, June, 7115-7122.

Dexter, E. J. and Edwards, N. M. 1998b. The implications of frequently encountered grading factors on the processing quality of durum wheat. Association of Operative Millers Bulletin, October, 7165-7171.

Dubat, A. and Bock, J. 2019a. Impact of the wheat tempering procedure on the grain behavior during milling and on the flour quality at the laboratory PART.1: Effect of final tempering moisture content. Technical Report, CHOPIN Technologies.

Dubat, A. and Bock, J. 2019b. Impact of the wheat tempering procedure on the grain behavior during milling and on the flour quality at the laboratory PART.2: Effect of tempering time. Technical Report, CHOPIN Technologies.

Dziki, D. and Laskowski, J. 2005. Wheat kernel physical properties and milling process. Acta Agrophysica., 6, 59-71.

Dziki, D., Laskowski, J., Siastala, M. and Biernacka, B. 2010. Influence of moisture content on the wheat kernel mechanical properties determined on the basis of shear test. International Agrophysics, 24, 237-242.

Fang, C. and Campbell, G. M. 2002. Stress-strain analysis and visual observation of wheat kernel breakage during roller milling using fluted rolls. Cereal Chemistry, 79, 511-517.

Finney P. L. and Andrews L. 1986. A 30-minutes conditioning method for micro-, intermediate-, and large scale experimental milling of soft red winter wheat. Cereal Chem., 63, 177-182.

Fistes, A., Rakic, D. and Takaci, A. 2012. The function for estimating the separation efficiency of the wheat flour milling process. Journal of Food Science and Technology, 50, 609-614.

Ghodke, S. K., Ananthanarayan, L. and Rodrigues, L. 2009. Use of response surface methodology to investigate the effects of milling conditions on damaged starch, dough stickiness and chapatti quality. Food Chemistry, 112, 1010-1015.

Gobin, P., Duviau, M. -P., Wong, J. H., Buchanan, B. B. and Kobrehel, K. 1996. Change in sulfhydryl-disulfide status of wheat proteins during conditioning and milling. Cereal Chemistry, 73, 495-498.

Hook, S. C. W., Bone, G. T. and Fearn, T. 1982. The conditioning of wheat. The influence of varying levels of water addition to UK wheats on flour extraction rate, moisture and colour. Journal of the Science of Food and Agriculture, 33, 645-654.

Ibanoglu, S., 2001. Influence of tempering with ozonated water on the selected properties of wheat flour. J. Food Eng., 48, 345-350.

Kang, S. and Delwiche, S. R. 1999. Moisture diffusion modeling of wheat kernels during soaking. Am. Soc. Agric. Eng., 42, 1359-1365.

Kang, S. and Delwiche, S. R. 2000. Moisture diffusion coefficients of single wheat kernels with assumed simplified geometries: Analytical approach. Am. Soc. Agric. Eng., 43, 1653-1659.

Kweon, M., Martin, R. and Souza, E. 2009. Effect of tempering conditions on milling performance and flour functionality. Cereal Chem., 86, 12-17.

Lamsal, B. P., Yoo, J. H., Haque, E. and Faubion, J. M. 2008. Physical and milling characteristics of wheat kernels after enzyme and acid treatments. Cereal Chemistry, 85, 642-647.

Manley, M., du Toit, G. and Geladi, P. 2011. Tracking diffusion of conditioning water in single wheat kernels of different hardenesses by near infrared hyperspectral imaging. Analytica Chimica Acta, 64-75

Perrin, C. L., Chaimbalin, J., Fuller, M. P. and Brennan, C. S. 2004. The role of grain tempering in optimising the milling performance of wheat blends. Cauvain, S. P., Salmon, S. E. and Young, L. S., Eds.

Proceedings of the 12th ICC Cereal & Bread Congress: Using cereal science and technology for the benefit of consumers, Harrogate, UK.
Peyron, S., Chaurand, M., Rouau, X. and Abecassia, J. 2002. Relationship between bran mechanical properties and milling behaviour of durum wheat (Triticum durum Desf.). Influence of tissue thickness and cell wall structure. Journal of Cereal Science, 36, 377-386.
Posner, E. S. and Hibbs, A. N. 1997. Theory of tempering wheat for milling, in Wheat Flour Milling, Posner, E. S. and Hibbs, A. N. Editors, AACC, St. Paul: Minnesota.
Samaan, J. 2007. Characterisation of grain quality of Syrian durum wheat genotypes affecting milling performance and end-use quality. PhD Thesis, School of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Plymouth, UK.
Sarkar, A. K. and Dexter, J. E. 2016. Wheat, Dry Milling. Reference Module in Food Science. Canadian International Grains Institute, Winnipeg, MB, Canada.
Song, H. P., Delwiche, S. R. and Line, M. J. 1998. Moisture distribution in a mature soft wheat grain by three-dimensional magnetic resonance imaging. J. Cereal Sci., 27, 191-197.
Stenvert, N. L. and Kingswood, K. 1976. An autoradiographic demonstration of the penetration of water into wheat during tempering. Cereal Chemistry, 53, 141-149.
Tosi, P., He, J., Lovegrove, A., Gonzáles-Thuillier, I., Penson, S. and Shewry, P. R. 2018. Gradients in compositions in the starchy endosperm of wheat have implications for milling and processing. Trends in Food Science & Technology, 82, 1-7.
Wang, H., Liu, C. and Wen, J. 2016. Comparison of unheated and heated bran on flour quality: Effects of particle size and addition levels. Journal of Food Processing and Preservation, 41, e12992.
Warechowska, M., Markowska, A., Warechowski, J., Mis, A. and Nawrocka, A. 2016. Effect of moisture of wheat on grinding energy, middlings and flour distribution, and gluten and dough mixing properties, Journal of Cereal sciences, 69, 306-312.
Yoo, J., Lamsal, B. P., Haque, E. and Faubion, J. M. 2009. Effect of enzymatic tempering of wheat kernels on milling and baking performance. Cereal Chemistry, 86, 122-126.

تاريخ الموافقة 2020/11/23