دراسة الخواص الفيزيوكيميائية والريولوجية لبعض أصناف أكساد من القمح الطري والقاسي تحت ظروف الزراعة المطرية

Study of the Physicochemical and Rheological Properties of Some Acsad Bread and Durum Wheat Cultivars Grown under Rainfed Conditions

د. عبود الصالح[1]

Dr. Abboud AL Saleh[1]

(1) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/ أكساد، دمشق، سورية.

(1) The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands/ACSAD, Damascus, Syria

الملخص

يهدف البحث إلى دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية لأربعة أصناف معتمدة من القمح، صنفان من القمح الصلب (*Triticum durum* L.) (أكساد 1105 وأكساد 1229) وصنفان من قمح الخبز (*Triticum aestivum* L.) (أكساد885 وأكساد1133)، التي زُرعت خلال الموسم الزراعي 2020 – 2021 تحت ظروف الزراعة المطرية، بهدف تقييم جودة هذه الأصناف باستعمال جهازي الاكستنسوغراف والفارينوغراف. أظهرت نتائج تقييم المحتوى البروتيني، ارتفاع متوسط نسبة البروتين في حبوب أصناف القمح المدروسة، وبخاصةٍ في صنفي القمح الصلب، إذْ بلغ قرابة 16%، وتميز صنفا القمح الصلب بارتفاع معنوي في متوسط درجة البلورية، بالإضافة إلى ارتفاع نسبة الاستخراج. وتميزت أصناف القمح المدروسة بارتفاع متوسط رقم السقوط ونسبة امتصاص ماء متوسطة وانخفاض في النشاط الأنزيمي، مما يجعلها مناسبة لصناعة الخبز، ولكن لوحظ انخفاض في زمن تكون العجين وزمن الثبات، الذي له علاقة بنوعية الغلوتين فيها.

الكلمات المفتاحية: أصناف قمح أكساد، الخواص الفيزيوكيميائية، الخواص الريولوجية، الاكستنسوغراف، الفارينوغراف.

Abstract

This research was conducted to study the physicochemical and rheological properties of four Acsad wheat cultivars, two of them are bread wheat (*Triticum aestivum* L.) (acsad885 and acsad1133) and the others are durum (*Triticum durum* L.) (acsad1105 and acsad1229), which were recently harvested (2020- 2021) and grown under rainfed conditions. To assess the quality of these cultivars, extensograph and farinograph tools were used.

Evaluation results of the protein content showed a significant increase in the average protein content of all the investigated cultivars, especially in the durum ones, which amounted to approximately 16%. The other cultivars of durum were also distinguished by a significant increase in the average of virtuousness and the extraction rate.

©2023 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. **ISSN: 2305-5243; AIF-23 (p: 1 - 10)**

The studied wheat cultivars were characterized by a high average of falling number, average water absorption rate, and low enzymatic activity, which makes them suitable for bread making, but a decrease in dough formation time and stability time, which is related to the quality of gluten, were observed.

Key words: Acsad wheat cultivars, Physico-chemical properties, Rheological properties, Extensograph, Farinograph.

المقدمة

يُعد القمح Wheat من أهم محاصيل الحبوب في العالم، إذْ يحتل المرتبة الثانية من حيث الإنتاج بعد محصول الذرة الصفراء Corn (*Zea mays* L.)، ففي موسم حصاد 2021/2020 بلغ الإنتاج العالمي من القمح قرابة 771 مليون طناً (FAO، 2021). تعود أهمية القمح لاحتوائه على بروتين الغلوتين بنسبةٍ مرتفعةٍ، والذي يتكون من بروتيني التخزين الغلياذين والغلوتينين، اللذان يُشكلان من خلال ارتباطهما مع النشاء والليبيدات أثناء عملية العجن الشبكة الغلوتينية ذات الخواص الفريدة في حجز فقاعات الغاز أثناء عملية التخمر Fermentation معطيةً نواتج الخبيز ذات الوزن النوعي المنخفض، بالإضافة لاكتسابه خواص أخرى كالإسفنجية والمطاطية Extensibility والمقاومة للشد Resistance (Al-Saleh وBrenan، 2012).

يُعد نوعا القمح (قمح الخبز *Triticum aestivum*، والقمح الصلب *T. durum*) الأهم في العالم، حيث تزرع الآلاف من الأصناف لتلبية المتطلبات الانتاجية والجودة لمجموعةٍ واسعة من المنتجات النهائية، مثل الخبز البلدي والخبز الإسفنجي والخبز ذو الشطرين والعجين المجمّد والمعكرونة بأنواعها والحلويات والبسكويت والكعك والمعكرونة ذات الجودة المرتفعة (Gale، 2005) ، إذْ توفر هذه الأطعمة نحو 20% من السعرات الحرارية كما تُعد من مصادر البروتين لجزء كبير من سكان العالم وبخاصةٍ في البلدان ذات الكثافة السكانية المرتفعة، كالهند وباكستان، بالإضافة إلى اعتباره مصدراً مهماً للسعرات الحرارية والبروتينات، ومن المحتمل أن يزداد استهلاكه في بلدانٍ أخرى (Shewry و Hey، 2015).

وتؤثر الظروف الجوية غير المناسبة والعوامل البيئية المختلفة تأثيراً سلبياً في محصول حبوب القمح وجودتها كدرجة الحرارة وكمية وتوزع الهطولات المطرية وفترات إجهاد الجفاف Drought أثناء تطور النبات، وفترة امتلاء الحبوب Grain filling stage، وبخاصةٍ في عمليات استقلاب النشاء Starch metabolism، وتخزين البروتين (Balla وزملاؤه، 2011؛ Dencic وزملاؤه، 2013؛ Kondic-Spika وزملاؤه، 2019؛ Tomas وزملاؤه، 2020).

يؤدي إجهاد الحرارة Heat والجفاف خلال فترة تشكل الحبوب وامتلائها إلى انخفاضٍ كبير في كمية محصول حبوب القمح، نتيجة تقليل عدد الحبوب المتشكلة في النبات، وانخفاض وزن الحبوب (Akter وزملاؤه، 2017)، كما أنّ ارتفاع درجات الحرارة أكثر من 35 درجة مئوية أثناء هذه المرحلة له تأثير سلبي في مطاطية الغلوتين Gluten extensibility على الرغم من أنّ بعض الطرز الوراثية تحتفظ بجودة عالية للاستخدام النهائي (Hernandez-Espinosa وزملاؤه، 2018).

تؤثر جودة الدقيق في نوعية منتجات الخَبز نظراً لاختلاف خصائصها الفيزيائية والكيميائية والريولوجية (Ahmed وزملاؤه، 2015). تمّت دراسة مواصفات أصناف القمح في مختلف البلدان، مثل الصين (Zhang وزملاؤه، 2007)، وكوريا (Kang وزملاؤه، 2014)، وهنغاريا (Diosi وزملاؤه، 2015)، والهند (Ram و Singh، 2004)، ومصر (El-Porai وزملاؤه، 2013)، وسورية (Al-Saleh و Brennan، 2012)، حيث أظهروا وجود علاقة لبعض خواص الدقيق مع معايير معينة لمواصفات الخبيز الناتج عنه.

تؤثر خصائص الجودة الفيزيائية للحبوب في حجم جزيئات الدقيق الناتج، والتي تؤثر بدورها في المحتوى من النشاء المتضرر Damaged starch، ونسبة امتصاص الماء (Barak وزملاؤه، 2014)، كما تمّت دراسة العلاقة بين بعض الخواص الفيزيائية كالوزن النوعي Test weight (TW)، ووزن الألف حبة Thousand kernel weight (TKW)، وبعض الخصائص الكيميائية كالمحتوى المائي Moisture content، ومحتوى النشاء والبروتين في حبوب قمح الخبز على نطاقٍ واسع (Chung وزملاؤه، 2003؛ Kim وزملاؤه، 2003؛ Khatkar وزملاؤه، 2002). ويتم تحديد جودة حبوب القمح من خلال عدة عوامل، مثل تقييم الصفات المظهرية المتعددة للحبوب والدقيق والعجين لتحديد مستوى الجودة، وطبيعة الاستعمال النهائي (Battenfield وزملاؤه، 2016).

يُعد الشكل المورفولوجي للحبوب، وصفة الصلابة، ومحتوى البروتين وخصائص الغلوتين صفات أساسية، يتم تقييمها بشكلٍ شائع عن طريق برامج التربية التي تركز على جودة حبوب القمح، وبشكلٍ عام، يُعتقد أنّ التركيب الوراثي للصنف هو العامل الأكثر أهمية عند تحديد جودة القمح (Li وزملاؤه، 2013)، كما اقترح باحثون آخرون (Blumenthal وزملاؤه، 1995؛ Peterson وزملاؤه، 1998)، أنّ الاختلاف في الخصائص الريولوجية للعجين Dough Rheological Properties يتم تحديده إلى حدٍ كبير من خلال النمط الوراثي، ومع ذلك، تؤدي البيئة وتفاعلها مع النمط الوراثي genotype × Environment Interaction (GxE) أيضاً دوراً مهماً في التعبير عن جودة الحبوب في الصنف.

يتم اجراء الدراسات الريولوجية على نطاقٍ واسع لتقييم جودة الدقيق (Vizitiu وزملاؤه، 2012) للعديد من أصناف القمح المختلفة من قبل عددٍ كبير من الباحثين، باستعمال بعض الأجهزة مثل جهاز Brabender Farinograph وجهاز Extensograph، حيث أظهرت تباين هذه الخواص بحسب نوع وصنف القمح المدروس، بالإضافة الى تأثير الموقع الجغرافي والظروف المناخية السائدة، وبالتالي مواصفات المنتجات النهائية المختلفة المصنّعة منها (Safari-Ardi و Phan-Thien، 1998؛ Wikström و Eliasson، 1998؛ Van Bockstaele وزملاؤه، 2008).

تُعد آفة السونة Sunn pest (*Eurygaster integriceps*) من أهم أنواع الحشرات الضّارة بالقمح في سورية والدول المجاورة، حيث تقل إنتاجية محصول القمح وجودته، و يكون الضرر كبيراً للحبة إذا تعرّضت للإصابة في طور النضج اللبني وحتى المراحل المتأخرة من النضج التام (Critchley، 1998). كما تُسبب انخفاضاً في الخصائص الفيزيائية والكيميائية الحيوية والتكنولوجية، وتزيد من نشاط أنزيمات البروتياز والأميلاز، كما تؤدي إلى زيادة محتوى العينات من الألياف الخام والرماد بشكلٍ كبير؛ بالإضافة إلى انخفاض محتوى البروتين الخام والنشاء جزئياً؛ كما يتناقص وزن الألف حبة، ووزن الهيكتولتر، ورقم السقوط تبعاً لزيادة درجة الامتصاص في الحبوب المصابة، وبالتالي فإنّ درجة الامتصاص في الحبة لها تأثير كبير في خصائص جودة حبوب القمح، وهي عامل مهم لتقييم كتلة القمح المتضررة بتأثير الحشرات (Halef Dizlek، 2017).

أهمية وأهداف البحث: أُجريت الدراسة بهدف تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والريولوجية لأربعة من أصناف أكساد من قمح الخبز والقمح الصلب، بهدف تقييم جودتها ومدى ملاءمتها لتصنيع المنتجات الغذائية القائمة على دقيق القمح.

مواد البحث وطرائقه

تمّ استخدام حبوب صنفين من قمح الخبز(*T. aestivum* L.) (أكساد 885، وأكساد 1133)، وصنفين من القمح الصلب (*T. durum* L.) (أكساد 1105، وأكساد 1229) من حصاد الموسم الزراعي 2020 - 2021، تحت الظروف المطرية في محطة بحوث إزرع التابعة لمنظمة المركز العربي – أكساد، سورية، التي تقع في منطقة الاستقرار الثانية، حيث يبلغ متوسط معدّل الهطل المطري السنوي فيها قرابة 289 مم، وذلك بهدف تقييم خواصها الفيزيوكيميائية والريولوجية، علماً بأنّ أكساد نجح في استنباط 31 صنفاً من قمح الخبز، و24 صنفاً من القمح الصلب، التي تُزرع على نطاقٍ واسع في الدول العربية.

1- **تحضير العينات:** قبل البدء بالاختبارات جرى تنظيف عينات القمح المستخدمة من الأجرام والشوائب باستخدام غربالين الأول فتحاته (2×20 ملم)، والثاني (1×20 ملم). كما جرى ترطيب الحبوب بعد تنظيفها لرفع المحتوى المائي إلى 15.5%، لمدة 24 ساعة لأصناف قمح الخبز، و48 ساعة لأصناف القمح الصلب عند درجة حرارة الغرفة (20 درجة مئوية)، وقد تمّت إضافة ماء الترطيب حسب طريقة جمعية كيميائيي الحبوب الأمريكية AACC رقم 95-26 (AACC، 2000). ثمّ تمّ طحن الحبوب بعد انتهاء فترة التكييف باستعمال مطحنة بوهلر Buhler junior mill لإنتاج الدقيق، التي تحتاج إلى عينة 2 كغ كحد أدنى وبطاقة طحنية قدرها 6 كغ بالساعة، وذلك بهدف إجراء الاختبارات عليه.

2- **الاختبارات الفيزيائية للحبوب:**

- تقدير الوزن النوعي: قُدّر الوزن النوعي لأصناف الحبوب المختبرة باستعمال جهاز Hectoliter Weight, Type 96007 ذي الحجم 250 سم^2، بثلاثة مكررات لكل عينة.
- تقدير وزن الألف حبة: تمّ تقدير وزن الأف حبة عن طريق عد 200 حبة من العينات بعد تنظيفها ووزنها ثمّ حساب وزن الألف حبة وتكرار ذلك لثلاث مرات وتسجيل النتائج كمتوسطات.
- تقدير شفافية الحبوب: تمّت باستخدام جهاز Farinotome de Pohl بستة مكررات.

3- الاختبارات الكيميائية للحبوب:

- تقدير المحتوى المائي: جرى تقدير المحتوى المائي لعينات الدقيق وفقاً لطريقة AACC رقم 44-A15 (AACC، 2000).
- تقدير كمية ونوعية الغلوتين: جرى تقدير كمية الغلوتين الرطب والجاف ودليل الغلوتين باستخدام جهاز غسيل الغلوتين (Perten Glutomatic 2200 chambers)، وذلك باستخدام طريقة AACC رقم 38-A12 (AACC، 2000).
- تقدير تحبب الدقيق: حيث تم نخل كمية محددة من الدقيق بواسطة منخل هزاز آلي والحاوي على عدة مناخل تفصل الدقيق إلى مجموعات حسب أقطار الجزيئات وذلك خلال فترة زمنية محددة، وجرى الاختبار باستخدام 50غرام دقيق وضعت فوق المنخل العلوي مع وضع كرات مطاطية للتجانس وتكون فتحات المنخل العلوي 265 ميكرون، أما السفلي ففتحاته 112 ميكرون، وتمّ النخل لمدة 5 دقائق ثمّ تم وزن الدقيق المتبقي فوق المنخل العلوي والسفلي وحسبت نسبة التحبب.

4- اختبار حموضة الدقيق: قدرت حموضة الدقيق بطريقة AACC ذات الرقم 02-02 (AACC، 2000).

5- تقدير المحتوى البروتيني: جرى تقدير المحتوى البروتيني بطريقة كلداهل Crude Protein Improved Kjeldahl حسب طريقة AACC 46-10 وذلك باعتماد معامل التحويل N *5.7 (AACC، 2000).

6- اختبار رقم السقوط: تمّ اختبار رقم السقوط حسب طريقة AACC رقم 56-81B (AACC،2000) باستخدام جهاز Hagberg Falling Number (Perten Instruments AB, Sweden).

7- اختبارات الدقيق الريولوجية:

- اختبار الفارينوغراف: أجريت اختبارات على الدقيق باستخدام جهاز الفارينوغراف حسب طريقة AACC رقم 21-54 (AACC، 2000)، ومن خلال مخططات الفارينوغرام لكل عينة تمّ تسجيل المعطيات التالية: نسبة امتصاص الماء وزمن تكون العجين وزمن ثبات العجين وضعف العجين والرقم الفالوريمتري.
- اختبار الاكستنسوغراف: جرى اختبار عينات الدقيق المختلفة باستخدام جهاز الاكستنسوغراف وذلك وفقاً لطريقة AACC رقم 10-54 (AACC، 2000)، ومن خلال مخططات الأكستنسوغرام تمّ تسجيل المعايير التالية: قدرة العجين، مقاومة العجين للشد ومقاومة العجين العظمى للشد بالإضافة إلى مرونة ومطاطية العجين.

التحليل الإحصائي:

تمَّ إجراء جميع التحاليل على ثلاثة مكررات وسجلت النتائج كمتوسطات ± الانحراف المعياري. أجري اختبار تحليل التباين (ANOVA) باستخدام تحليل One way ANOVA، ثم تبعت باختبار Tukey لتحديد الفروقات المعنوية بين المتوسطات عند مستوى معنوية 5%. وتمَّ إجراء جميع التحاليل الإحصائية باستخدام برنامج Minitab 14.

النتائج والمناقشة

1- الخصائص الفيزيوكيميائية لأصناف القمح:

يبين الجدول (1) أنّ متوسط نسبة الأجرام في العينات المدروسة منخفضة، حيث تراوحت بين 0.08 و0.20%، بينما تراوحت نسبة الشوائب بين 0.29 و1.11%، وتُعد هذه القيم منخفضة أيضاً، ولوحظ وجود اصابة بحشرة السونة في عينات الأصناف المدروسة، وبخاصةٍ في صنفي قمح الخبز أكساد 885 وأكساد1133، حيث كانت أعلى منها بالمقارنة مع صنفي القمح الصلب أكساد 1105 وأكساد 1229 مع وجود فروقاتٍ معنوية بينهما. وكان متوسط الوزن النوعي الأعلى معنوياً لدى صنف قمح الخبز أكساد 885 (76.45 كغ/ه. ل$^{-1}$)، في حين لم تكن الفروقات معنوية بين باقي الأصناف المدروسة. وكان متوسط وزن الألف حبة الأعلى معنوياً لدى صنفي القمح الصلب أكساد1229، وأكساد1105 وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (34.81، 35.43 غ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى صنفي قمح الخبز أكساد885، وأكساد1133 وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (31.00، 30.17 غ على التوالي).

كذلك تباينت درجة البلورية للأصناف المدروسة مع وجود فروقاتٍ معنوية بينها، وتراوحت بين 38% لصنف أكساد 1133 و74% لصنف أكساد1105، أما المحتوى المائي للأصناف فقد كان متقارباً جداً وبحدود 10.28 الى 10.90 % وبدون وجود فروقاتٍ

معنوية كما في الجدول (1). أما فيما يتعلق بالمحتوى البروتيني وهو الصفة الأهم من بين الصفات المدروسة، فقد كان مرتفعاً في صنفي القمح الصلب والذي بلغ أكثر من 16%، في حين وصل في صنفي قمح الخبز إلى قرابة 15%، وتُعد هذه النسب مرتفعة، وقد يعود ذلك إلىّ التراكيب الوراثية المسؤولة عن امتصاص الآزوت وإعادة انتقاله إلى الحبوب خلال فترة امتلاء الحبوب، التي تتأثر بمحتوى التربة من عنصر الآزوت والعامل الوراثي (كفاءة امتصاص ونقل الآزوت)، وتُعد من أهم العوامل المحددة لمحتوى البروتين في الحبوب، بالإضافة الى دور محتوى التربة المائي الذي يؤدي دوراً مهماً في زيادة معدّل امتصاص عنصر الآزوت، وبخاصةٍ خلال الفترة الممتدة من مرحلة الإزهار وحتى اكتمال مرحلة النضج الفيزيولوجي (Triboi وزملاؤه، 2000؛ Martre وزملاؤه، 2003).

الجدول رقم (1): الخصائص الفيزيوكيميائية لأصناف القمح المدروسة.

الصفة	أكساد885	أكساد1133	أكساد 1105	أكساد 1229
نسبة الأجرام (%)	0.08 ± 0.07^{c}	0.19 ± 0.12^{b}	0.10 ± 0.02^{c}	0.20 ± 0.17^{a}
نسبة الشوائب (%)	1.11 ± 0.11^{a}	0.29 ± 0.14^{d}	0.77 ± 0.15^{c}	0.86 ± 0.04^{b}
نسبة الإصابة بالسونة (%)	0.93 ± 0.08^{a}	0.96 ± 0.07^{a}	0.57 ± 0.11^{b}	0.60 ± 0.01^{b}
الوزن النوعي (كغ.ه.ل$^{-1}$)	76.45 ± 0.05^{a}	74.32 ± 0.12^{b}	74.32 ± 0.31^{b}	74.62 ± 0.03^{b}
وزن الألف حبة (غ)	31.00 ± 0.87^{b}	30.17 ± 0.76^{b}	35.43 ± 0.95^{a}	34.81 ± 0.40^{a}
درجة البلورية (%)	60.00 ± 2.00^{c}	38.00 ± 2.00^{d}	74.00 ± 2.00^{a}	72.00 ± 2.00^{b}
المحتوى المائي (%)	$10.52 \pm 0.01^{a,b}$	10.90 ± 0.03^{a}	10.28 ± 0.03^{b}	10.30 ± 0.05^{b}
المحتوى البروتيني (%)	15.21 ± 0.01^{c}	15.42 ± 0.03^{c}	16.29 ± 0.03^{b}	16.76 ± 0.05^{a}

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى معنوية $P \leq 0.05$.

2- خصائص عملية الطحن لعينات الحبوب:

تمّ أخذ عينات الحبوب بوزن 9.9 كغ تقريباً من الحبوب الجافة والنظيفة من أصناف أكساد الأربعة المدروسة، حيث تمّ ترطيبها إلى المحتوى المائي الملائم لكل صنف كما ذكر آنفاً، وجرى طحنها إلى دقيق عالي الجودة (دقيق زيرو)، ومن ثمّ تمّ قياس أداء الطحن للحبوبMilling Performance من خلال كمية الدقيق الناتج وكمية النخالة العادية والسكرية ونسبة استخراج الدقيق (الجدول 2).

الجدول رقم (2): نتائج عملية طحن عينات أصناف القمح المدروسة.

الصفة	أكساد885	أكساد1133	أكساد 1105	أكساد 1229
وزن القمح الجاف (كغ)	9.90 ± 0.00a	9.91 ± 0.00a	9.90 ± 0.00a	9.90 ± 0.00a
وزن الدقيق الناتج (كغ)	7.35 ± 0.03a	6.40 ± 0.04c	7.35 ± 0.03a	7.08 ± 0.03b
وزن النخالة السكرية (كغ)	1.11 ± 0.04c	1.83 ± 0.01ba	1.78 ± 0.00b	1.86 ± 0.00a
وزن النخالة العادية (كغ)	1.44 ± 0.05b	1.68 ± 0.04a	0.76 ± 0.03d	0.96 ± 0.03c
نسبة الاستخراج بدون النخالة السكرية (%)	74.27 ± 0.25a	64.60 ± 0.36c	74.28 ± 0.26a	71.53 ± 0.35b
نسبة الاستخراج مع النخالة السكرية (%)	85.48 ± 0.48c	83.07 ± 0.40d	92.25 ± 0.35a	90.33 ± 0.35b

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

يوضح الجدول (2) كمية الدقيق الناتجة عن طحن كل صنف، التي بلغت 6.400 كغ و7.350 كغ لصنفي القمح الطري أكساد 1133 و885 على التوالي، أما بالنسبة لصنفي القمح الصلب أكساد1229 و1105، فقد بلغت كمية الدقيق 7.080 كغ، و7.350 كغ على

التوالي، مع وجود فروقاتٍ معنوية بين الأصناف بالنسبة لكمية الدقيق الناتج، باستثناء الصنفين أكساد 885 وأكساد 1105. أمّا كمية النخالة العادية، فقد تراوحت بين 0.760 كغ لدى صنف القمح الصلب أكساد1105 إلى 1.680 كغ لدى صنف قمح الخبز أكساد1133، مع وجود فروقاتٍ معنوية بين جميع الأصناف المدروسة. تراوحت نسبة النخالة السكرية بين 1.110 كغ لدى صنف قمح الخبز أكساد885، و1.860 كغ في صنف القمح الصلب أكساد1229 (الجدول 2). وكان متوسط نسبة الاستخراج للأصناف المدروسة، مرتفعاً نسبياً في جميع الأصناف، حيث تراوحت بدون النخالة السكرية من 64.60% لدى صنف قمح الخبز أكساد1133 إلى قرابة 74.28% لدى صنف القمح الصلب أكساد1105، أما عند إضافة النخالة السكرية إلى الدقيق، فقد ارتفعت نسبة الاستخراج من83.07% لدى صنف قمح الخبز أكساد1133 إلى 92.25% لدى صنف القمح الصلب أكساد1105 وبفروقاتٍ معنوية بين الأصناف المدروسة.

3- الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق أصناف القمح:

تراوح متوسط المحتوى المائي لدقيق أصناف أكساد بين 11.59% في صنف القمح الصلب أكساد1229 و12.36% في صنف قمح الخبز أكساد1133 مع وجود فروقاتٍ معنوية بينهما. ويُعزى انخفاض نسبته إلى إجراء عملية الطحن في فترة الصيف، وارتفاع درجة الحرارة، بالإضافة إلى طول فتره الطحن للعينه الواحدة، التي تتجاوز الساعتين من الوقت، كما تباين متوسط درجة حموضة الدقيق بين 3.3 و4.10 لدى صنفي أكساد885 وأكساد1105 على التوالي، بوجود فروقاتٍ معنوية فيما بينها، وتُعد هذه القيم ضمن القيم الطبيعية للحموضة في الدقيق، أمّا بالنسبة لاختبار تحبب الدقيق، فقد بيّن نعومة الدقيق، حيث كانت كمية الدقيق النازل من المنخل الأوّل أكبر من 99% (الجدول 3).

وفيما يتعلق بنشاط الأنزيم ألفا أميلاز α-amylase في الدقيق، فقد كان منخفضاً في كافة أصناف القمح المدروسة (الجدول 3)، حيث تراوح رقم السقوط بين 300 ثانية عند صنف القمح الصلب أكساد1105، و398 ثانية في صنف القمح الصلب أكساد1229، وهذا يدل على الجفاف الذي ساد أثناء موسم النمو، وتُعد هذه القيم المتدنية من النشاط الأنزيمي مناسبة جداً لإنتاج الخبز بكافة أنواعه.

ويلاحظ محتوى الدقيق العالي من البروتين الذي وصل إلى 14.97، 15.03، 16.10، 16.24% لدى الأصناف أكساد885، أكساد1133، أكساد1105، أكساد1229على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينها. وتُعد هذه النسب المرتفعة في الدقيق بسبب ارتفاع محتوى الحبوب من البروتين في جميع أصناف القمح المدروسة، وبالتالي تكون مناسبة لصناعة الخبز. وتراوح متوسط محتوى الغلوتين في الدقيق بين 40.1% للصنف أكساد1229، و42.1 % للصنف أكساد1133 (الجدول 3)، ولكن لم تكن نوعية الغلوتين جيدة، حيث وصلت قيمة اختبار الشد إلى 4، مما يدل على ضعف مقاومة العجين للشد. وفيما يتعلق بمتوسط الغلوتين الجاف، فقد تراوح بين 13.22% و14.03% لدى صنفي القمح الصلب أكساد1229 وأكساد1105 على التوالي. وتراوح متوسط دليل الغلوتين بين 51.20 لدى صنف قمح الخبز أكساد885، و57.17 لدى صنف القمح الصلب أكساد1229 وبفروقاتٍ معنوية بينهما.

الجدول رقم (3): الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق أصناف القمح المدروسة.

الصفة	أكساد885	أكساد1133	أكساد 1105	أكساد 1229
المحتوى المائي للدقيق (%)	12.22 ± 0.09^{b}	12.36 ± 0.02^{a}	12.20 ± 0.10^{b}	11.59 ± 0.01^{c}
حموضة الدقيق	3.30 ± 0.10^{c}	3.60 ± 0.20^{b}	4.10 ± 0.10^{a}	3.70 ± 0.10^{b}
تحبب الدقيق	53.6/99.3	54.7/99.8	35.1/99.3	34.8/99.5
رقم السقوط (ثا)	375.67 ± 4.04^{b}	320.00 ± 2.00^{c}	300.00 ± 2.00^{d}	398.33 ± 12.58^{a}
المحتوى البروتيني (%)	14.97 ± 0.06^{d}	15.03 ± 0.06^{c}	16.10 ± 0.10^{b}	16.24 ± 0.10^{a}
الغلوتين الرطب (%)	4/41.4	4/42.1	4/41.1	4/40.1
الغلوتين الجاف (%)	13.47 ± 0.06^{c}	13.70 ± 0.10^{b}	14.03 ± 0.15^{a}	13.22 ± 0.03^{d}
دليل الغلوتين (%)	51.20 ± 0.10^{b}	43.30 ± 0.10^{c}	34.13 ± 0.15^{d}	57.17 ± 0.06^{a}

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى معنوية $P \leq 0.05$.

4- الخصائص الريولوجية لدقيق أصناف القمح :

تمّت دراسة الخصائص الريولوجية لدقيق أصناف أكساد باستخدام تقنيتي الفارينوغراف والاكستنسوغراف (الجدولين 4 و5). كان متوسط امتصاص الدقيق للماء مرتفعاً، حيث بلغ 63.4، 68.3، 72.67، 73% في أصناف أكساد 1133 و885 و1229 و1105 على التوالي، وبفروقاتٍ معنوية فيما بينها، باستثناء صنفي القمح الصلب. ويُعزى ارتفاع نسبة امتصاص الماء إلى نعومة الدقيق المختبر. ولوحظ الانخفاض النسبي لمتوسط زمن تكّون العجين، حيث بلغت قيمته لجميع الأصناف قرابة 3 دقائق باستثناء صنف أكساد885، الذي بلغ متوسط زمن تكون العجينة له 5 دقائق مع وجود فروقاتٍ معنوية مع بقية الأصناف. وكان متوسط زمن ثبات العجين منخفضاً أيضاً، وتراوح بين 2 دقيقة لدى صنف القمح الصلب أكساد1229، و2.75 دقيقة لدى صنف قمح الخبز أكساد885. ويدل ذلك على انخفاض جودة الغلوتين، بسبب فترة الجفاف التي تعرض لها القمح خلال مرحلة النضج الفيزيولوجي، بالإضافة إلى إصابة الحبوب بحشرة السونة. وتراوح متوسط درجة ضعف العجينة بين 40 وحدة برابندر (BU) لدى صنف قمح الخبز أكساد885، و65 BU عند صنف القمح الصلب أكساد1229 وبفروقاتٍ معنوية فيما بينها (الجدول 4). وبلغت قيم الفالوريمتري نحو 50.33، 50.67، 55.67، و60.67 في أصناف أكساد 1133 و1105 و1229 و885 على التوالي مع وجود فروقاتٍ معنوية فيما بينها، عدا الصنفين أكساد1133، وأكساد1105، إذْ لم تكن الفروقات بينهما معنوية (الجدول 4).

الجدول رقم (4): نتائج اختبار الفارينوغراف لدقيق أصناف القمح المدروسة.

الصفة	أكساد885	أكساد 1133	أكساد 1105	أكساد 1229
امتصاص الماء (%)	68.30 ± 0.20^{b}	63.40 ± 0.10^{c}	73.00 ± 1.00^{a}	72.67 ± 0.58^{a}
زمن التكون (د)	5.00 ± 0.20^{a}	3.03 ± 0.06^{c}	3.00 ± 0.20^{c}	3.52 ± 0.03^{b}
زمن الثبات (د)	2.75 ± 0.05^{a}	2.50 ± 0.00^{b}	2.50 ± 0.00^{b}	2.00 ± 0.00^{c}
الضعف (BU)	40.00 ± 2.00^{d}	50.00 ± 2.00^{c}	60.67 ± 3.06^{b}	65.00 ± 1.00^{a}
الرقم الفالوريمتري	60.67 ± 2.08^{a}	50.33 ± 2.08^{c}	50.67 ± 1.15^{c}	55.67 ± 0.58^{b}

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى معنوية $P \leq 0.05$.

يبين الجدول (5) وجود فروقاتٍ معنوية بين الأصناف المدروسة بالنسبة لمتوسط مطاطية العجين، حيث تدرجت من 26.33 ملم للصنف أكساد1105 إلى 71 ملم للصنف أكساد1229، وبلغت 80 ملم للصنف أكساد 1133، وكانت قيمة مطاطية العجين الأعلى معنوياً في الصنف أكساد885 (114 ملم) مع وجود فروقاتٍ معنوية فيما بينها، كما تباين متوسط مقاومة العجين للشد عند اجراء اختبار الاكستنسوغراف بين 200 BU لدى الصنف أكساد1133 و259.33 BU لدى الصنف أكساد 1229 (الجدول 5). وكان متوسط المقاومة العظمى للشد 210، 240.67، 262 و339.33 BU للأصناف أكساد1133 و1105 و1229 و885 على التوالي، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Randall and Moss (1990)، ويعزى ذلك إلى أنّ الجفاف يسبب ضرراً فيزيولوجياً لمكونات الحبة ويزيد من معدّل فقد الماء. وتراوح متوسط قدرة العجين قرابة 2.19 سم^2 لدى صنف أكساد1105 و51.70 سم^2 لدى صنف أكساد885 وبوجود فروقاتٍ معنوية بين الأصناف المدروسة.

الجدول رقم (5): نتائج اختبار الاكستنسوغراف لدقيق أصناف القمح المدروسة.

الصفة	أكساد885	أكساد 1133	أكساد 1105	أكساد 1229
المطاطية (ملم)	114.00 ± 2.00^{a}	80.00 ± 2.00^{b}	26.33 ± 1.53^{d}	71.00 ± 1.00^{c}
مقاومة الشد (BU)	242.00 ± 2.00^{b}	200.00 ± 2.00^{d}	238.67 ± 1.53^{c}	259.33 ± 1.15^{a}
المقاومة العظمى للشد (BU)	329.33 ± 2.08^{a}	210.00 ± 2.00^{d}	240.67 ± 1.15^{c}	262.00 ± 2.00^{b}
الرقم النسبي	2.12 ± 0.05^{d}	2.50 ± 0.10^{c}	9.09 ± 0.48^{a}	3.63 ± 0.06^{b}
القدرة (سم^2)	51.70 ± 0.20^{a}	25.30 ± 0.30^{c}	12.19 ± 0.04^{d}	27.27 ± 0.25^{b}

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الاستنتاجات

- ارتفاع المحتوى البروتيني لجميع الأصناف المدروسة سواء أقماح الخبز أو الاقماح الصلبة، الذي يترافق مع محتوى غلوتيني عالٍ، حيث تجاوز صنفا أكساد1105 و1229 المحتوى 16%، ما يؤهلهما للاستعمال في صناعة الخبز والعديد من الصناعات الغذائية التي يعتمد تصنيعها على القمح.
- ارتفاع نسب الاستخراج عند طحن عينات أصناف أكساد المدروسة سواءً بدون النخالة السكرية أو بعد إضافتها الى الدقيق.
- بيّنت الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق أصناف الأقماح المدروسة ارتفاع رقم السقوط، الذي يدل على ضعف النشاط الأنزيمي الأميلازي، وهذا يدل على ارتفاع جودة النشاء وعدم تضرره، الذي يُعد مرغوباً به عند تصنيع الخبز، حيث يجب أن يتجاوز رقم السقوط 250 ثانية، وتحقق ذلك في جميع الأصناف المدروسة.
- تبين من خلال دراسة مخططات الفارينوغرام ارتفاع نسبة امتصاص الماء، وضعف ثبات العجين لكافة الأصناف المدروسة، وقد يعود ذلك إلى ظروف الزراعة والجفاف الذي ساد خلال موسم النمو.
- أظهرت مخططات الاكستنسوغرام مطاطية جيدة ومقاومه متوسطة، ولكنّ قدرة العجين كانت منخفضة بشكلٍ عام لدى كافة الأصناف المدروسة.

كلمة شكر

أتوجه بالشكر العميم للمركز العربي أكساد، وللسورية للحبوب لتوفير الامكانات والتجهيزات التي ساهمت في تنفيذ البحث.

المراجع

- AACC. 2000. Approved Methods of the AACC, 10th ed. Methods 44-A15,38 -A12, 46-10, 02-02, 26-95, 56-81B, 54-21, 54-10. St Paul, MN. AACC.
- Ahmed, R., Ali, R., Khan, M.S., Sayeed, S.A., Saeed, J. and Yousufi, F., 2015. Effect of proteases and carbohydarse on dough Rheology and End quality of cookie. American Journal of Food Science and Nutrition Research 2(2): 62-66.
- Akter N. and Islam MR, 2017. Heat stress effects and management in wheat. A review. Agron. Sustain. Dev. 37:37.
- Al-Saleh and C. S. Brennan, 2012. "Bread wheat quality: some physical, chemical and rheological characteristics of Syrian and English bread wheat samples," Foods, vol. 1, pp. 3-17,.
- Balla K, Rakszegi M, Li Z, Bekes F, Bencze S. and Veisz O., 2011. Quality of winter wheat in relation to heat and drought shock after anthesis. Czech J. Food Sci. 29:117-28.
- Barak, S., Mudgil, D. and Khatkar, B.S., 2014. Effect of flour particle size and damaged starch on the quality of cookies. Journal of Food Science and Technology 51(7): 1342-1348.
- Battenfield, S.D., Guzman, C., Gaynor, R.C., Singh, R.P., Peña, R.J., Dreisigacker, S., Fritz, A.K. and Poland, J.A., 2016. Genomic selection for processing and end-use quality traits in the CIMMYT spring bread wheat breeding program. Plant Genome 9, 1–12
- Blumenthal, C., Bekes, F., Gras, P.W., Barlow, E.W and Wrigley, C.W., 1995. Identification of wheat genotypes tolerant to the effects of heat stress on grain quality. Cereal Chem. 72, 539–544.
- Chung, O.K., Ohm, J.B., Lookhart, G.L. and Bruns, R.F., 2003. Quality characteristics of hard winter and spring wheat grown under an over-wintering condition. Journal of Cereal Science 37: 91-99.

- Critchley, B.R., 1998. Literature review of sunn pest *Eurygaster Integriceps Put. (Hemiptera, Scutelleridae*). Crop Protection, 17(4): 271-287.
- Dencic S, DePauw R, Kobiljski B. and Momcilovic V, 2013. Hagberg falling number and rheological properties of wheat cultivars in wet and dry preharvest periods. Plant Prod. Sci. 16:342-51.
- Diosi, G., More, M. and Sipos, P., 2015. Role of Farinograph test in the wheat flour quality determination. Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria 8: 104-110.
- El-Porai, E.S., Salama, A.E., Sharaf, A.M., Hegazy, A.I. and Gadallah, M.G.E., 2013. Effect of different milling processes on Egyptian wheat flour properties and pan bread quality. Annals of Agricultural Science 58(1): 51-59.
- FAO. (2021). Annual report on the global production of cereals and their products, international statistics on wheat production, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nation.
- Gale, K.R., 2005. Diagnostic DNA markers for quality traits in wheat. Journal of Cereal Science 41: 181-192
- Halef Dizlek, 2017. Effects of sunn pest (Eurygaster spp.) sucking degree in grain on wheat quality characteristics. Romanian Agricultural Research, No. 34:393-348
- Hernandez-Espinosa N, Mondal S, Autrique E, Gonzalez-Santoyo H, Crossa J, Huerta-Espino J., Singh R.P. and Guzman C, 2018. Milling, processing and end-use quality traits of CIMMYT spring bread wheat germplasm under drought and heat stress. Field Crops Res. 215:104-112
- Kang, C.S., Jung, J.U., Baik, B.K. and Park, C.S., 2014. Relationship between physicochemical characteristics of flour and sugar snap cookie quality in Korean wheat cultivar. International Food Research Journal 21(2): 617-624.
- Khatkar, B.S., Fido, R.J., Tatham, A.S. and Schofield, J.D., 2002. Functional properties of wheat gliadins-II. Effects on dynamic rheological properties of wheat gluten. Journal of Cereal Science 35: 307-313.
- Kim, W., Johnson, J.W., Graybosch, R.A. and Gaines, C.S., 2003. Physicochemical properties and end-use quality of wheat starch as a function of waxy protein alleles. Journal of Cereal Science 37: 195-204.
- Kondic-Spika A, Mladenov N. and Hristov N, 2019. Biometric analyses of yield, oil and protein contents of wheat (Triticum aestivum L.) genotypes in different environments. Agronomy 9:270.
- Li, Y., Wu, Y., Hernandez-Espinosa, N., Peña, R.J., 2013. The influence of drought and heat stress on the expression of end-use quality parameters of common wheat. J. Cereal Sci. 57, 73–78.
- Martre, P.; J.R. Porter; P.D. Jamieson; and E. Triboi (2003). Modeling grain nitrogen accumulation and protein composition to understand the sink/source regulations of nitrogen remobilization for wheat. Plant Physiology. 133: 1959-1967.
- Peterson, C.J., Graybosch, R.A., Shelton, D.R. and Baenzinger, P.S., 1998. Baking quality of hard winter wheat: response of cultivars to environment in the Great Plains. Euphytica 100, 157–162.
- Ram, S. and Singh, R.P., 2004. Solvent retention capacity of Indian wheats and their relationship with cookie-making quality. Cereal Chemistry 81(1): 128-133.
- Randall, P. J. and H. J. Moss. 1990. Some effects of temperature regime during grain filling on wheat quality. Australian Journal of Agricultural Research, 41: 603-617.

- Safari-Ardi, M. and Phan-Thien, N., 1998. Stress relaxation and oscillatory tests to distinguish between doughs prepared from wheat flours of different varietal origin. Cereal Chemistry 75: 80-84.
- Shewry, P.R. and Hey, S., 2015. The contribution of wheat to human diet and health. Food Energy Secur. 4, 178–202.
- Tomas D, Rodrigues JC, Viegas W and Silva M, 2020. Assessment of High Temperature Effects on Grain Yield and Composition in Bread Wheat Commercial Varieties. Agronomy, 10:499.
- Triboi, E.; A. Abad; A. Michelena; J. Loveras; J.L. Ollird; and C. Daniel (2000). Environmental effects on the quality of tow wheat genotypes: 1. Quantitative and qualitative variation on storage protein. European Journal of Agronomy. 13: 47-64.
- Van Bokstaele, F., De Leyn, I., Eeckhout M. and Dewettinck, K., 2008. Rheological properties of wheat flour dough and the relationship with bread, Vol. II. Dynamic oscillation measurements. Cereal Chemistry 85: 762-768.
- Vizitiu, D., Ognean, M. and Danci, I., 2012. Rheological evaluation of some laboratory mills. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies 69(2): 440-446.
- Wikström, K. and Eliasson, A.-C., 1998. Effects of enzymes and oxidizing agents on shear stress relaxation of wheat flour dough: additions of protease, glucose oxidase, ascorbic acid, and potassium bromated. Cereal Chemistry 73: 331-337.
- Zhang, Q., Zhang, Y., Zhang, Y., He, Z. and Pena, R.J., 2007. Effects of solvent retention capacities, pentosan content, and dough rheological properties on sugar snap cookie quality in Chinese soft wheat genotypes. Crop Science 47: 656-664.

N° Ref: 1127