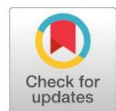


Research Article

Open Access



تقييم خصائص الجودة لثلاثة أصناف محلية من القمح الطري (قمح الخبز) وصنف مدخل مزروعة تحت نظام الري التكميلي

جمال عمر نصر^{1*}، صلاح الدين مصطفى أبو غرسة²، محمد عبد السلام الككلي³ وناصر محمد خطاب⁴

الباحث الاول^{1*}: علوم وتقنية الأغذية، مركز البحوث الزراعية، طرابلس، ليبيا.

الباحث الثاني: قسم الأحياء، كلية العلوم، جامعة مصراته، ليبيا.

الباحث الثالث: قسم الجودة، شركة الموسم لطحن الغلال، طرابلس، ليبيا.

الباحث الرابع: قسم المحاصيل الحقلية، مركز البحوث الزراعية، البيضاء، ليبيا.

المستخلص: أجريت هذه الدراسة لتقييم ومقارنة جودة الحبوب لثلاثة أصناف من قمح الخبز المحلي مع صنف مدخل معروف بإنتاجيته العالية في موطنه الأصلي. أجريت التجربة في المحطة التجريبية مصراته التابعة لمركز البحوث الزراعية - ليبيا للموسم الزراعي 2020-2021 تحت نظام الري التكميلي. أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين الأصناف المدروسة في كافة صفات الجودة للحبوب باستثناء وزن الهكتولتر والتمثلة في وزن الألف حبة، رقم السقوط، الصلابة وفق طريقة مؤشر حجم الجسيمات، محتوى الرطوبة، محتوى البروتين، الجلوتين الرطب، مؤشر الجلوتين ورقم الترسيب. سجل الصنف المدخل سلامبو أعلى القيم لوزن الهكتولتر ووزن الألف حبة ورقم السقوط ومحتوى الرطوبة حيث بلغت 81.6 كجم/هكتولتر، 52.1 جرام، 523 ثانية، 12.59% على التوالي. بينما سجل الصنف المحلي بحوث 208 أعلى القيم لمحتوى البروتين والجلوتين الرطب ورقم الترسيب حيث بلغت 15.66%، 37.7%، 32.8 مل على التوالي. وسجل الصنف المحلي بحوث 210 أفضل صلابة من بين الأصناف المختبرة وأعلى ومؤشر للجلوتين حيث كانا 14.7%، 86.0% على التوالي، بينما أظهر الصنف المحلي بحوث 212 صلابة مفرطة بلغت 9.0%. تشير الدراسة إلى أن الصنف المحلي بحوث 210 والصنف المدخل سلامبو، من بين كل الأصناف التي تم اختبارها، أثبتا قدرة أكبر على التكيف مع الظروف البيئية للمنطقة بامتلاكهما لغالبية خصائص الجودة المطلوبة والضرورية لصناعة الخبز.

الكلمات المفتاحية: قمح طري، قمح خبز، ري تكميلي، تأقلم، خصائص الجودة.

Evaluation of Quality characteristics of three local soft wheats (bread wheat) varieties and an introduced variety grown under a supplementary irrigation system

Abstract: This study was conducted to evaluate and compare the grain quality of three local bread wheat cultivars with an introduced variety known for its high productivity in its native region. The experiment was carried out at the Musrata Experimental Station, affiliated with the Agricultural Research Center, Libya, during the 2020-2021 growing season under supplemental irrigation conditions. The results revealed significant differences among the studied cultivars in all grain quality traits, except for hectoliter weight. The evaluated parameters included thousand kernel weight, falling number, hardness (particle size index method), moisture content, protein content, wet gluten, gluten index, and sedimentation value. The introduced Salambo variety recorded the highest values for hectoliter weight (81.6 kg/hl), thousand kernel weight (52.1 g), falling number (523 seconds), and moisture content (12.59%). Among the local cultivars, Bohouth 208 showed the highest values for protein content (15.66%), wet gluten (37.7%), and sedimentation value (32.8 ml). Meanwhile, Bohouth 210 exhibited the best hardness and the highest gluten index (86.0%), with hardness recorded at 14.7%. In contrast, Bohouth 212 displayed excessive hardness, reaching 9.0%. The findings indicate that Bohouth 210 and the introduced Salambo variety demonstrated superior adaptability to the environmental conditions of the region, possessing most of the essential quality traits required for bread-making.

Keywords: Soft wheat, Bread wheat, Supplementary irrigation, Adaptation, Quality characteristics

*Corresponding author: Jamal Omar Nasr: jamalbul-gasem@gmail.com, Department of Food Science & Techn., Agricultural Research Center, Tripoli, Libya.

² Salaheldin M. Abo-Gharsa: Ssgharsa017@Sci.misuratau.edu.ly, Department of Biological Science, Faculty of Science- Misurata University, Misurata, Libya.

³ Mohamed A. Elkekli Elkekli.m@gmail.com, Department of Quality, Almosim Co. For Grinding Grains, Tripoli, Libya.

⁴ Nasir M. Khatib: Naserk-tab2@gmail.com, Department of Field Crops, Agricultural Research Center, Al-Bayda, Libya.

Received:
30 July 2024

Accepted:
20 December 2024

Publish online:
31 December 2024



The Author(s) 2024. This article is distributed under the terms of the *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License* (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, *for non-commercial purposes only*, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

المقدمة

يُعد القمح الطري (*Triticum aestivum* L.) من أكثر المحاصيل زراعة واستهلاكاً في العالم. فهو يوفر للإنسان الغذاء اليومي الغني بالسعرات الحرارية والبروتينات (Delibaltova وآخرون، 2014)، ويتميز بقدرته على إنتاج عجينة dough تتسم بخاصية المرونة واللزوجة viscoelastic مما جعله الأكثر ملائمة من بين المحاصيل الأخرى في إنتاج الخبز (Aissaoui و Fenni، 2018). تستورد ليبيا منذ سنوات حوالي 90% من احتياجاتها من القمح سنوياً، فقد استوردت في 2020 حوالي 89.7% من متطلباتها من القمح للاستهلاك المحلي (FAO، 2022). كما سعت منذ عقود عبر قطاع الزراعة لتغطية العجز القائم من احتياجاتها من هذا المحصول محلياً، إلا أن عقبات عدة حالت دون ذلك أهمها الظروف البيئية المعاكسة، باعتبارها واحدة من أكثر الدول جفافاً في المنطقة والعالم (Heemskerck و Koopmanschap، 2012؛ ICARDA، 2004). تُشكل خصائص الجودة العامل الرئيسي في تجارة وتداول القمح للأغراض الصناعية، وتتذبذب أسعاره تبعاً لمحتواه من البروتين باعتباره العامل المؤثر في صناعة وجودة الخبز (Iqbal وآخرون، 2015). انتاجية القمح ترتبط في الغالب بعلاقة سلبية مع جودة الحبوب خاصة تحت ظروف الإجهاد البيئي، ويرجع ذلك أساساً إلى أن الزيادة في الإنتاجية تكون مصحوبة عموماً بانخفاض في محتوى الحبوب من البروتين (Aissaoui و Fenni، 2018؛ Ozturk و Aydin، 2004؛ Pena، 2002؛ Sakr وآخرون، 2021؛ Tatar وآخرون، 2020). هذه العلاقة كان لها مردود سيء على إنتاج القمح بالطرق التقليدية في ليبيا، وأدى ذلك لعزوف عديد المزارعين عن زراعة القمح والاتجاه لزراعة محاصيل أخرى لها عائد مادي أفضل. تركز نشاط مركز البحوث الزراعية في ليبيا منذ تأسيسه على استنباط وتحسين أصناف محلية من القمح ذات الإنتاجية العالية، وكذلك في تقييم مدى تأقلم المُدخلات introduced varieties من القمح المعروفة في مواطنها الأصلية بالإنتاجية والجودة العالية وذلك بزراعتها تحت ظروف البيئة المحلية. التراكيب الوراثية genotypes هي العامل المحدد لخواص الجودة في القمح، إلا أنها تتأثر بالظروف البيئية من رطوبة وحرارة وغيرها، كما تتأثر بالعمليات الزراعية من ري وتسميد وحرث وغيرها. التراكيب الوراثية الأكثر استقراراً وثباتاً في مواجهة العوامل البيئية المختلفة يُمكن الاعتماد عليها كأصناف مُحسنة لإنتاج محاصيل من القمح تتسم بالإنتاجية والجودة العالية (Tayyar، 2010). تهدف هذه الدراسة لمقارنة سمات الجودة لثلاث أصناف محلية من قمح الخبز مع صنف مُدخل معروف بالإنتاجية والجودة العالية زرعت جميعها بمحطة مصراته للبحوث الزراعية التابعة لمركز البحوث الزراعية تحت نظام الري التكميلي ضمن برنامج تحسين إنتاجية الحبوب في ليبيا.

المواد وطرق البحث

تم الحصول على ثلاث عينات حبوب لأصناف محلية من قمح الخبز وهي بحوث 208، بحوث 210 وبحوث 212 وكذلك عينة حبوب للصنف المُدخل لقمح الخبز سلامبو لتقييم ومقارنة جودتها. نظفت عينات حبوب القمح جميعها ونقيت من الشوائب وحفظت إلى حين إجراء الفحوصات اللازمة عليها. عينات القمح للأصناف الأربعة كانت حصيلة تجربة أجريت خلال الموسم الزراعي 2020-2021 في محطة مصراته للبحوث الزراعية، التي تقع على بعد (12 كم) إلى الغرب من مركز مدينة مصراته وشرق مدينة طرابلس (182 كم)، وخط طول (15.05) شرقاً وعرض (32.32) شمالاً، وترتفع (16 م) عن مستوى سطح البحر، وتقع ضمن معدل الخط المطري 250 مل سنوياً. أجريت التجربة تحت نظام الري التكميلي وتحت معدل تسميد 150 كيلوجرام للهكتار من السماد الأساسي فوسفات ثنائي الأمونيوم (18/ 46%) Di-ammonium phosphate و 200 كيلوجرام للهكتار من السماد التكميلي اليوريا. Urea (46% N).

الخصائص الفيزيائية: قُدر وزن الهكتولتر Hectoliter weight باستخدام اسطوانة قياسية سعة 1 لتر، قسمت الأوزان التي تم الحصول عليها بالجرام للتر المقاس من القمح على 10، وقدرت القيم بالكيلوجرام/هكتولتر. كما تم تقدير وزن الألف حبة

Automatic Seed Counter. Thousand Kernel Weight من حبوب قمح سليمة ونقية بوزن 10 جرام باستخدام جهاز. Particle Size Index باستخدام طاحونة Perten Lab Mill 3303 العملية المزودة بالقرص الناعم وذلك طبقاً للطريقة القياسية 55-30 (AACC، 2000).

الخصائص الكيميائية: استخدمت طاحونة Buhler mod. MLI-204 Mill في تقدير محتوى الرطوبة Moisture Content طبقاً للطريقة القياسية 44-15 (AACC، 2000)، واستخدمت طاحونة Perten Lab Mill 3100 لتقدير كل من الجلوتين الرطب Wet Gluten ومؤشر الجلوتين Gluten Index طبقاً للطريقة القياسية 38-12 (AACC، 2000)، وكذلك في تقدير محتوى البروتين Content Protein بطريقة كلداهل Kjeldahl في المادة الجافة طبقاً للطريقة القياسية 46-10 (AACC، 2000).

الخصائص الفيزيوكيميائية: استخدمت طاحونة Perten Lab Mill 3100 لتقدير رقم السقوط Falling Number طبقاً للطريقة القياسية 56-81 (AACC، 2000)، وطاحونة Brabender Sedimat Automatic Grinding Mill في تقدير رقم الترسيب وفق اختبار زيليني Zeleny طبقاً للطريقة القياسية 116/1 (ICC، 1994). أُجريت اختبارات تحليل الجودة لكافة العينات بمكررين.

التحليل الإحصائي: تم استخدام أسلوب التحليل القياسي للتباين الأحادي (ANOVA one way) لحساب المتوسطات والفروق المعنوية بين المعاملات باستخدام برنامج جين ستات (Gen Stat (VSN International، 2010)، وتمت مقارنة المتوسطات باستخدام LSD عند مستوى معنوية ($P = 0.05$).

النتائج والمناقشة

يُعد وزن الهكتولتر Hectoliter weight أحد العوامل التي يُعتمد عليها في تصنيف جودة القمح للاستدلال على ارتفاع أو قلة نسبة الدقيق المتوقعة عند طحن الحبوب، فكلما زادت القيمة زادت كمية المادة الجافة، وبالتالي إنتاجية الدقيق. ويختلف وزن الهكتولتر اعتماداً على التركيب الوراثي للصنف وعلى الظروف البيئية المحيطة والعمليات الزراعية (Yildirim وAtasoy، 2020؛ Deger وYildirim، 2021). في هذه الدراسة قيم وزن الهكتولتر للأصناف المحلية الثلاثة بحوث 208، بحوث 210 وبحوث 212 كانت 80.9، 81.3 و 81.5 كيلوجرام/هكتولتر على التوالي، في حين كان للصنف المدخل سلامبو 81.6 كيلوجرام/هكتولتر، وكان متوسط وزن الهكتولتر للأصناف ككل 81.3 كيلوجرام/هكتولتر جدول (1). لم يتم تسجيل أي فروق معنوية في وزن الهكتولتر بين كل الأصناف. يُشار إلى أن وزن الهكتولتر المقبول لحبوب القمح للاستخدام الصناعي يجب أن لا يقل عن 76 كيلوجرام/هكتولتر، في حين يُصنف ما يصل منها إلى 82.00 كيلوجرام/هكتولتر على أنها أصناف قمح جيدة جداً (Dhaka وآخرون، 2012؛ Yildirim وAtasoy، 2020؛ Deger وYildirim، 2021). الأصناف الأربعة في هذه الدراسة يمكن اعتبارها أصناف قمح ذات أهمية اقتصادية وصناعية بالنظر لأوزان الهكتولتر لها.

وزن الألف حبة Thousand kernel weight هو أداة مفيدة لتقييم إنتاجية الطحن المحتملة، فمثلاً يساهم حجم الحبة kernel size في تحسين إنتاجية الحبوب فإنه كذلك يساهم في تحسين ناتج الطحن على حد سواء، وكلما زاد وزن الألف حبة ارتفع مردود الدقيق من القمح المطحون، ويتأثر وزن الألف حبة وحجم الحبة بالعامل الوراثي وبالتأثيرات البيئية وكذلك بالعمليات الزراعية (Iqbal وآخرون، 2015). تراوحت قيم وزن الألف حبة للأصناف المختلفة في هذه الدراسة ما بين 43.3 و 52.1 جرام بمتوسط

48.9 جرام لكافة الأصناف، وسجل الصنف المدخل سلامبو أعلى قيمة، بينما سجل الصنف المحلي بحوث 210 أقل قيمة جدول (1). ورغم وجود فروق معنوية بين الأصناف المدروسة إلا أنها تميزت باكتسابها لقيم مرتفعة جيدة من وزن الألف حبة ذات أهمية وقيمة اقتصادية وصناعية، فالأوزان التي تتعدى 33.0 جرام هي الأكثر قبولاً لعمليات الطحن.

تُعد صلابة الحبوب Hardness سمة من سمات الجودة لحبوب القمح المرتبطة بخصائص الطحن، وعاملاً مهماً في تحسين جودة المنتج النهائي للقمح (Pena، 2002). يُفضل استخدام الحبوب الصلبة أو المتوسطة الصلبة hard or medium hard في صناعة الخبز المخمر leavened والمسطح (الخبز العربي) باعتبار أن مستويات النشا المُتهشم damaged starch نتيجة الطحن من هذه الفئات من القمح مناسبة لبلوغ أعلى كمية ماء يُمكن امتصاصها في العجين والمرغوبة من قبل الخباز (Başçiftçi وKınacı، 2015؛ Rao وآخرون، 2021؛ Pena، 2002). يُستخدم القمح متوسط الليونة الى متوسط الصلبة medium soft to medium hard الذي تتراوح صلابته ما بين 17-25% (وفق اختبار مؤشر حجم الجسيمات المُتبع في هذه الدراسة والذي تزداد فيه الصلبة مع انخفاض القيمة) لصناعة الخبز الجيد، بينما تكون جودة الخبز أعلى باستخدام قمح متوسط الصلبة medium hard تتراوح صلابته ما بين 17-20% (Başçiftçi وKınacı، 2015؛ Hruskova وŠvecc، 2009). تتأثر الصلبة بالعوامل الوراثية كما تتأثر بالظروف البيئية السائدة، وتتدخل هذه الخاصية في تحديد مسارات عملية الطحن من زمن وطاقة مُستهلكة وفي العائد من الدقيق المرغوب، وبالتالي فهي من أهم خصائص الجودة المؤثرة في تكاليف المنتج النهائي (Famera وآخرون، 2004؛ Hruskova وŠvecc، 2009؛ Pena، 2002). تدهورت خاصية الصلبة في كل الأصناف المدروسة، ولم يتمكن أي صنف من بلوغ قيم الصلبة المرغوبة والمفضلة لإنتاج الخبز الجيد رغم وجود فروق معنوية بين الأصناف المختبرة. فقد سجل الصنف المحلي بحوث 210 أعلى وأفضل قيمة من بين كافة الأصناف المُختبرة وكانت 14.7%، وكانت أقل قيمة 9.2% للصنف المحلي بحوث 212. قيمة الصلبة للصنف المدخل سلامبو كانت 12.8%، فيما كان متوسط قيم الصلبة للأصناف كافة 12.6% جدول (1). فحسب Rao وآخرون، (2021)، فإن الصلبة تزداد مع نقص مياه الري نتيجة الإجهاد المائي water stress كعامل بيئي بسبب قلة النشا المتراكم في الحبوب. إلا أن الصلبة الزائدة في الأصناف المدروسة في هذه الدراسة يبدو أنها كانت متأثرة بالعامل الجيني بشكل أكبر باعتبارها نمت جميعها تحت نظام الري التكميلي ومن المستبعد أن تكون قد تعرضت للإجهاد المائي.

جدول (1) الخصائص الطبيعية لأصناف القمح

الصنف	وزن الهكتولتر (كجم/ هكتولتر)	وزن الألف حبة (جم)	صلابة الحبوب (%)
بحوث 208	80.9 a	51.3 a	13.6 ab
بحوث 210	81.3 a	43.3 c	14.7 a
بحوث 212	81.5 a	48.7 b	9.2 c
سلامبو	81.6a	52.1 a	12.8 b
المتوسط	81.3	48.9	12.6
LSD 0.05	1.86	2.55	1.40
CV (%)	0.8	1.9	4.0

يُعد محتوى الرطوبة Moisture content لحبوب قمح الخبز ذا أهمية حاسمة لعمليات ما بعد الحصاد من تخزين وطحن وتداول، فالمحتوى العالي من الرطوبة في الحبوب يؤدي إلى زيادة النشاط الميكروبي وإلى انخفاض كل من المادة الجافة والوزن

النوعي وناتج الطحن من الدقيق (Aissaoui و Fenni، 2018؛ Tayyar، 2010). ليس لمحتوى الرطوبة أي تأثير مباشر على جودة الحبوب، إلا أن تأثيره يمكن أن يكون بشكل غير مباشر على الجودة من حيث تحديد فترة التخزين للحبوب، فمستويات الرطوبة الأقل من 11.0% في الحبوب تكون أكثر ملائمة لظروف التخزين ولظروف عمليات الطحن (Aissaoui و Fenni، 2018؛ Iqbal وآخرون، 2015). في هذه الدراسة تراوحت نسبة الرطوبة لحبوب القمح للأصناف المدروسة من 12.11 إلى 12.59% بمتوسط 12.38%. وقد سجل الصنف سلامبو أعلى قيمة، فيما سجل الصنف المحلي بحوث 208 أدنى قيمة جدول (2). ويبدو أن نظام الري التكميلي في هذه الدراسة قد ساهم في زيادة محتوى الرطوبة للحبوب لمختلف الأصناف، فحسب Aydin و Ozturk (2004)، فإن الجفاف يزيد من معدل فقدان الماء من الحبوب.

يُعد محتوى البروتين Protein content في حبوب القمح عاملاً حاسماً في صناعة الخبز، ويرتبط المحتوى العالي من البروتين في القمح بخصائص صنع الخبز الجيد، وتعتمد جودة مُنتج الخبز بشكل كبير على كمية quantity ونوعية quality البروتين الموجود في أصناف قمح الخبز (Pena، 2002). يتراوح محتوى حبوب القمح من البروتين ما بين 7 إلى 18% من المادة الجافة (Aissaoui و Fenni، 2018)، وتعتمد نسبة البروتين في حبوب القمح جزئياً على النوع وعلى الصنف، وتتأثر كذلك بالعوامل المناخية خاصة الرطوبة المتاحة أثناء مرحلة تعبئة الحبوب grain-filling، وكذلك بالعمليات الزراعية المختلفة من معدلات الأسمدة النيتروجينية المستخدمة ووقت إضافتها ومُتبقياتها في التربة (Iqbal وآخرون، 2015؛ Rharrabti وآخرون، 2003؛ Deger و Yildirim، 2021). سجلت الأصناف المحلية الثلاث بحوث 208، 210 و 212 ارتفاعاً معنوياً في محتواها من البروتين عن الصنف المدخل سلامبو، حيث كانت محتوياتها من البروتين 15.66، 15.38 و 15.57% على التوالي على أساس الوزن الجاف، في حين كان 14.40% للصنف سلامبو جدول (2). ويبدو من النتائج أن محتوى البروتين للأصناف المدروسة مرتفع نسبياً خاصة في الأصناف المحلية. فقد وجد Sakr وآخرون (2021)، في دراستهم تحت ظروف الإجهاد المائي ارتفاعاً ملحوظاً في محتوى البروتين لأصناف قمح الخبز تراوحت ما بين 16.96 و 18.14%. فالإجهاد المائي خاصة في مرحلة امتلاء الحبوب يؤثر على جودة أصناف القمح بزيادة محتواها من البروتين وبخفض محتواها من النشا بشكل ملحوظ (Ozturk و Aydin، 2004؛ Tatar وآخرون، 2020). اصناف القمح في هذه الدراسة من المستبعد أن تكون قد تعرضت للإجهاد المائي في أي مرحلة من مراحل النمو، حيث أنها نمت جميعها تحت نظام الري التكميلي ولم يتم ملاحظة انخفاض يذكر في أوزان حبوبها، لذلك فإن ارتفاع محتواها من البروتين قد يعود إلى حد كبير لنوعية ومعدلات الأسمدة النيتروجينية المستخدمة من ناحية وإلى التراكيب الجينية للأصناف من ناحية أخرى خاصة في الأصناف المحلية.

يعتبر الجلوتين Gluten هو البروتين الرئيسي من بين مختلف البروتينات الموجودة في حبوب القمح، ويُشكل ما يقارب من 85 إلى 87% من بروتينات دقيق القمح، وهو البروتين الوظيفي functional المسؤول عن بنية العجين dough structure وعلى جودة المنتج النهائي للخبز (Pena، 2002). كمية ونوعية الجلوتين تعتبر السمة الأكثر أهمية من بين مكونات جودة القمح الأخرى في تحديد المنتج النهائي، وبشكل عام يؤدي الدقيق الذي يحتوي على نسبة عالية من الجلوتين إلى نتائج أفضل بالنظر لقدرته على امتصاص أكبر كمية من الماء في العجين وكذلك للحجم الجيد للريغيف المتوقع انتاجه منه، فمحتوى الدقيق من الجلوتين الرطب wet gluten بنسبة 20% أو أقل مقبول على أنه منخفض، بينما بنسبة 27% فما فوق يعتبر مرتفعاً (Başçıftçi و Kınacı، 2015؛ Delibaltova وآخرون، 2014؛ Iqbal وآخرون، 2015؛ Tayyar، 2010؛ Yildirim و Deger، 2021). تراوحت نسبة الجلوتين الرطب في هذه الدراسة ما بين 30.7 و 37.7%، وكانت أعلى قيمة للصنف المحلي بحوث 208 وأدناها للصنفين المحلي بحوث 210 والمدخل سلامبو. متوسط قراءة الجلوتين الرطب للأصناف كافة كانت 33.9%

جدول (2). رغم احتواء كافة الأصناف المدروسة على كمية جيدة من الجلوتين الرطب فقد تفوق الصنفان المحليان بحوث 208 وبحوث 212 معنوياً على الصنفان المحلي بحوث 210 والمُدخل سلامبو في محتوى الجلوتين الرطب، واقترن ارتفاع محتوى الأصناف المدروسة من الجلوتين الرطب بشكل عام بارتفاع محتواها من البروتين، فكمية الجلوتين في الدقيق تزداد بزيادة محتواه من البروتين (Curic وآخرون، 2001؛ Iqbal وآخرون، 2015).

مؤشر الجلوتين Gluten index هو مقياس لجودة الجلوتين ويُستخدم لتحديد ما إذا كانت بنية الجلوتين في القمح ضعيفة أم قوية (Deger و Yildirim، 2021). يُضفي الجلوتين لقوام العجين خاصية المرونة elasticity والمطاطية stretchability والتي يعبر عنها بقوة العجين dough strength لتحديد مدى ملائمة الدقيق لصنع الخبز، فجودة الجلوتين يتم توصيفها بدرجة التمدد extensibility والمرونة للعجين (Curic وآخرون، 2001). يعتبر التركيب الجيني makeup genetic العامل المؤثر الأول في جودة الجلوتين، إلا أن ذلك قد يختلف بشكل كبير اعتماداً على الصنف والموقع والظروف المناخية وخصوبة التربة وغيرها وإلى التداخل بين هذه العوامل (Delibaltova وآخرون، 2014؛ Iqbal وآخرون، 2015). قيم مؤشر الجلوتين التي تتراوح ما بين 60 - 90% تعتبر مقبولة في تجارة القمح، فالأعلى قيمة أكثر قوة وأفضل جودة (Tayyar، 2010). في هذه الدراسة تراوحت قيم مؤشر الجلوتين للأصناف المختلفة من 28.0 إلى 88.5% بمتوسط 60.8% وكانت قيم مؤشر الجلوتين للأصناف المحلية الثلاث بحوث 208، بحوث 210، بحوث 212 وللصنف المُدخل سلامبو 40.5، 86.0، 28.0 و 88.5% على التوالي جدول (2). القيم المتحصل عليها من الصنفين بحوث 208 وبحوث 212 لم تبلغ الحد الأدنى لمتطلبات الجودة لمؤشر الجلوتين رغم اكتسابها لمحتوى أعلى من الجلوتين الرطب مقارنة بالصنفين بحوث 210 وسلامبو اللذان تحسلا على قيم مرتفعة لمؤشر الجلوتين رغم الانخفاض النسبي لمحتواهما من الجلوتين الرطب مقارنة بالصنفين الآخرين، فكمية البروتين والجلوتين لا تعتبران مقياساً لجودة الجلوتين (Curic وآخرون، 2001).

رقم الترسيب Sedimentation volume أو اختبار زيليني zeleny test هو أحد أهم الاختبارات المستخدمة لتمييز الأنماط الجينية genotypes للقمح بناءً على كمية وجودة الجلوتين فيها (Carter و آخرون، 1999؛ Dhaka وآخرون، 2012). رقم الترسيب الأقل من 15 مليلتر يشير إلى ضعف الجلوتين في الدقيق، 16-24 مليلتر متوسط القوة، 25-36 مليلتر قوي وأكثر من 36 مليلتر على أنه جلوتين قوي جداً في الدقيق، وبشكل عام فالمحتوى الأعلى من الجلوتين في الدقيق عادة ما يترافق مع قيم أعلى لرقم الترسيب (Başçiftçi و Kınacı، 2015؛ Tayyar، 2010). في دراستنا تراوحت قيم رقم الترسيب للأصناف المختلفة من حيث توصيف قدرة الجلوتين على الانتفاخ من 21.6 إلى 32.8 مليلتر. وقد كانت أعلى قيمة للصنف المحلي بحوث 208 وأدنى قيمة للصنف المحلي بحوث 210، في حين بلغ رقم الترسيب للصنف سلامبو 29.3 مليلتر. متوسط قيمة رقم الترسيب للأصناف المُختبرة كافة كانت 28.35 مليلتر جدول (2). يتطلب التوصيف الكامل لدقيق القمح قياس رقم الترسيب بالإضافة إلى معرفة بالبروتين ومحتوى الجلوتين. رقم الترسيب يشير إلى الارتباط بين محتوى الجلوتين وجودته وكذلك لجودة الخبز وحجم الرغيف، وتبقى تركيبة البروتين protein composition هي المحدد الرئيسي لرقم الترسيب الذي عادة ما يرتبط بشدة بمحتوى البروتين (Iqbal وآخرون، 2015).

يعطي رقم السقوط Falling number مؤشراً على معدل إنبات بعض حبوب القمح على نبات الام قبل الحصاد pre-harvest sprouting نتيجة تعرض محصول القمح الناضج لفترة طويلة للظروف الجوية الرطبة الناتجة عن تبخر الماء من التربة في أنظمة الري التكميلي أو الكامل أو نتيجة هطول الأمطار المتأخرة تحت نظام الري البعلي. وينتج عن الإنبات زيادة في نشاط إنزيم α -amylase في الحبوب الذي يعمل على تجزئة وإطلاق سكر الجلوكوز glucose من النشا. يساعد الجلوكوز الخميرة على

النمو وإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون اللازم لرفع العجين للحجم المطلوب خلال مرحلة التخمير، ويترتب عن محدودية أو فرط الإنزيمات إنتاج رغيف خبز صغير الحجم وممتدني الجودة. يُقاس نشاط إنزيم α -amylase من خلال تقييم لزوجة العجين، ومن خلال ذلك يُمكن تقدير الحجم المتوقع لرغيف الخبز، ورقم السقوط الأمثل للقمح يتراوح ما بين 220 إلى 250 ثانية (Aissaoui وFenni، 2018؛ Tatar وآخرون، 2020).

سجلت الأصناف المختلفة اختلافات معنوية فيما يخص رقم السقوط، فقد تراوحت قيم رقم السقوط للأصناف المختلفة ما بين 444 و523 ثانية بمتوسط 480 ثانية للأصناف كافة، وسجل الصنف المدخل سلامبو أعلى قيمة فيما سجل الصنف المحلي بحوث 212 أقل قيمة (جدول 2). قيم رقم السقوط لكافة الأصناف في دراستنا تجاوزت المدى الأمثل لرقم السقوط وتوافقت مع النتائج التي تحصل عليها Aissaoui وFenni (2018) حيث لم تظهر في دراستهم فروق معنوية بين الأصناف بينما كان الاختلاف معنوياً تحت تأثير معاملات الري والتي لاحظوا انخفاضاً

بنحو 25% في قيم رقم السقوط تحت تأثير الري التكميلي، وتوافقت نتائجنا كذلك مع النتائج التي تحصل عليها Tatar وآخرون (2020)، والتي ظهر من خلالها وجود فروق معنوية في رقم السقوط ما بين الأصناف ومن موسم لآخر. ومن الواضح أن الصنف المدخل سلامبو في دراستنا كان أقل الأصناف تأثراً بعامل الري بتسجيله لأعلى قيمة لرقم السقوط من بين الأصناف الأخرى.

جدول (2) الخصائص الكيميائية والفيزيوكيميائية لأصناف القمح

الصنف	الخصائص الكيميائية					الخصائص الفيزيوكيميائية
	محتوى رطوبة (%)	محتوى بروتين (%)	جلوتين رطب (%)	مؤشر الجلوتين (%)	رقم الترسيب (مل)	رقم السقوط (ثانية)
بحوث 208	12.11b	15.66a	37.7a	40.5b	32.8a	481ab
بحوث 210	12.58a	15.38a	30.7b	86.0a	21.6d	474ab
بحوث 212	12.26b	15.57a	36.4a	28.0b	25.5c	444b
سلامبو	12.59a	14.40b	30.7b	88.5a	29.3b	523a
المتوسط	12.38	15.25	33.9	60.8	27.3	480
LSD 0.05	0.16	0.48	3.63	15.27	1.10	53.03
CV (%)	0.5	1.1	3.9	9.1	1.4	4.0

لوحظ من جدول (3) وجود ارتباطات موجبة وأخرى سالبة قوية وجيدة بين عناصر الجودة في هذه الدراسة عند مستوى معنوية 0.05%. أهمها العلاقة الموجبة التي تربط كل من محتوى الرطوبة ورقم السقوط من ناحية مع مؤشر الجلوتين والسالبية التي تربطهما من ناحية أخرى بمحتوى البروتين وبالجلوتين الرطب. وُجدت علاقة موجبة بين الصلابة ومؤشر الجلوتين وأخرى سلبية مع الجلوتين الرطب. علاقة موجبة وجدت بين محتوى البروتين مع الجلوتين الرطب وأخرى سلبية تربط كل منهما مع مؤشر الجلوتين. علاقة موجبة معنوية بين رقم الترسيب ووزن الألف حبة من ناحية وأخرى متوسطة مع الجلوتين الرطب. ارتباطات أخرى موجبة وسالبة ضعيفة سجلت كذلك بين عدد من عناصر الجودة.

جدول (3). معاملات الارتباط بين خصائص الجودة

مؤشر الجلوتين	الجلوتين الرطب	محتوى البروتين	محتوى الرطوبة	الصلابة	رقم السقوط	وزن الألف حبة	وزن الهكتولتر
							وزن الهكتولتر
						0.042	وزن الألف حبة
					0.368	0.066	رقم السقوط
				0.429	-0.285	-0.282	الصلابة
			0.358	0.375	-0.338	0.379	محتوى الرطوبة
		-0.707	-0.132	-0.674	-0.376	-0.267	محتوى البروتين
	0.653	-0.909	-0.444	-0.530	0.394	-0.231	الجلوتين الرطب
-0.891	-0.731	0.895	0.657	0.599	-0.233	0.116	مؤشر الجلوتين
-0.309	0.501	-0.086	-0.562	0.010	0.357	0.877	رقم الترسيب

الخلاصة

نتائج الدراسة أظهرت أن الأصناف المختبرة دون استثناء لم تتمكن من تلبية كافة معايير الجودة المطلوبة واللائمة لصناعة الخبز الجيد. فقد تمتع الصنف المحلي بحوث 210 بغالبية خصائص الجودة المطلوبة لإنتاج الخبز الجيد، إلا أنه اتسم بصلابة زائدة ويتدهور نسبي في جودة محتواه من البروتين. أما الصنف المدخل سلامبو رغم تمتعه بغالبية خصائص الجودة المطلوبة لإنتاج الخبز الجيد، إلا أنه اتسم كذلك بصلابة فاقت صلابة الصنف المحلي بحوث 210. الصنفان المحليان بحوث 208 وبحوث 212 عانى كل منهما من الصلابة ومن التدهور الواضح في جودة وقوة الجلوتين. يمكن الاستفادة من نتائج الدراسة في برامج التربية breeding programs لإمكانية تحسين خصائص الجودة للأصناف المختبرة.

الشكر والتقدير

نود تقديم الشكر لشركة الموسم لطحن الغلال لمساهمتها في دعم جزء من هذه الدراسة البحثية.

ازدواجية الاهتمام: يعلن المؤلفون أنه ليس لديهم ازدواجية في الاهتمام مرتبطة بهذه المخطوطة.

مساهمات المؤلف: المساهمة متساوية بين المؤلفين.

التمويل: لا يوجد تمويل لهذه المخطوطة.

المراجع

- AACC. American Association of Cereal Chemists (2000): Approved methods of the AACC, 10th Edition. 2000. methods 38-12, 44-15, 46-10, 55-30 and 56- 81. St. Paul, MN.
- Aissaoui, M. R., Fenni, M. (2018). Grain yield and quality traits of bread wheat genotypes under Mediterranean Semi-arid conditions. Scholar Journal of Agriculture and Veterinary Sciences, 5(3), 166-171.
- Başçiftçi, Z. B., Kınacı, G. (2015). Investigation on quality characters and correlations among hardness with others in bread wheat. GIDA: The Journal of Food, 40(4).

- Carter, B. P., Morris, C. F., ̎ Anderson, J. A. (1999). Optimizing the SDS sedimentation test for end-use quality selection in a soft white and club wheat breeding program. *Cereal Chemistry*, 76(6), 907-911.
- Ćurić, D., Karlović, D., Tušak, D., Petrović, B., ̎ Đugum, J. (2001). Gluten as a standard of wheat flour quality. *Food Technology and Biotechnology*, 4(39), 353-361.
- Delibaltova, V., Kirchev, H., Zheliazkov, I., ̎ Dyulgerski, Y. (2014). Investigation on the yield and grain quality of bread wheat varieties in southeast Bulgaria.
- Dhaka, V., Gulia, N., Khatkar, B. S. (2012). Application of Mixolab to assess the bread making quality of wheat varieties. *Open Access Scientific Reports*, 1(3), 1-8.
- Faměra, O., Hrušková, M., Novotná, D. (2004). Evaluation of methods for wheat grain hardness determination. *Plant, Soil and Environment*, 50(11), 489-493.
- FAO. (2022). *World Food and Agriculture Statistical Yearbook 2022*. FAO.
- Heemskerk, W., Koopmanschap, E. M. J. (2012). *Agribusiness development in Libya: a fact-finding mission*. Wageningen UR Centre for Development Innovation.
- Hrušková, M., Švec, I. (2009). Wheat hardness in relation to other quality factors. *Czech Journal of Food Sciences*, 27(4), 240-248.
- ICARDA. (2004). *Libya and ICARDA: Ties that Bind*, No. 18. ICARDA, Aleppo, Syria, 20 pp. En.
- ICC. (1994). Standard No: 116/1. Determination of the sedimentation value (according to Zeleny) as an approximate measure of baking quality. *International Association for Cereal Science and Technology*, Huddinge, Sweden.
- Iqbal, Z., Pasha, I., Abrar, M., Masih, S., ̎ Hanif, M. S. (2015). Physico-chemical, functional and rheological properties of wheat varieties. *Journal of Agricultural Research* (03681157), 53(2).
- Ozturk, A., Aydin, F. (2004). Effect of water stress at various growth stages on some quality characteristics of winter wheat. *Journal of agronomy and crop science*, 190(2), 93-99.
- Peña, R. J. (2002). *Wheat for bread and other foods. Bread wheat improvement and production*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 483-542.
- Rao, D. S., Raghavendra, M., Gill, P., Madan, S., ̎ Munjal, R. (2021). Effect of drought stress on grain quality attributes in wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. In *Biological Forum—An International Journal* (Vol. 13, No. 3, pp. 58-63).
- Rharrabti, Y., Villegas, D., Royo, C., Martos-Núñez, V., ̎ Del Moral, L. G. (2003). Durum wheat quality in Mediterranean environments: II. Influence of climatic variables and relationships between quality parameters. *Field Crops Research*, 80(2), 133-140.

- Sakr, N., Rhazi, L., Aussenac, T. (2021). Bread wheat quality under limiting environmental conditions: I-molecular properties of storage proteins and starch constituents in mature grains. *Agriculture*, 11(4), 289 -301.
- Tatar, O., Cakalogulları, U., Tonk, F. A., Istıphiler, D., ı Karakoc, R. (2020). Effect of drought stress on yield and quality traits of common wheat during grain filling stage. *Turkish Journal of Field Crops*, 25(2), 236-244.
- Tayyar, S. (2010). Variation in grain yield and quality of Romanian bread wheat varieties compared to local varieties in northwestern Turkey. *Romanian Biotechnological Letters*, 15(2), 5189-5196.
- VSN International. (2010). GenStat software for windows. Release 14. VSN Intl., Hemel, Hempstead, UK.
- Yıldırım, A., Atasoy, A. (2020). Quality characteristics of some durum wheat varieties grown in Southeastern Anatolia Region of Turkey (GAP). *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(4), 420-431.
- Yıldırım, A., Deger, Ö. (2021). Physical, physicochemical (technological) and chemical characteristics of common bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties grown in Mardin region of Turkey. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(2), 151-162.