تقييم جودة بعض سلالات القمح الطري (قمح الخبز) *Triticum aestivum* L. المزروعة تحت نظام الري التكميلي

جمال عمر نصر[1] (*) عبد المعطي عياد زريبة[2] محمد البدري الصيد[3] علاء مختار فرارة[4]
(1-2) مركز البحوث الزراعية – طرابلس (3-4) شركة الموسم لطحن الغلال- طرابلس

jamalbulgasem@gmail.com(*)

تاريخ النشر: 2024/7/7

ملخص: تهدف هذه الدراسة إلى تقييم جودة الحبوب لثلاثة وعشرين سلالة لقمح الخبز المزروعة في محطة مصراته للبحوث الزراعية التابعة لمركز البحوث الزراعية في ليبيا. أجريت التجربة في الموسم الزراعي 2020-2021 تحت نظام الري التكميلي. حيث أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين السلالات المدروسة في كل صفات الجودة المتمثلة في الوزن النوعي ووزن الألف حبة ورقم السقوط والصلابة ومحتوى الرطوبة ومحتوى البروتين والجلوتين الرطب ومؤشر الجلوتين ورقم الترسيب (اختبار زيليني). وتشير الدراسة إلى أن السلالتين EBW 17 وEBW 21 من بين كل السلالات التي تم اختبارها، أثبتتا قدرتهما على التكيف مع الظروف البيئية للمنطقة من خلال اكتسابها خصائص الجودة المطلوبة واللازمة لصناعة الخبز.

الكلمات المفتاحية: سلالات قمح، قمح الخبز، الري التكميلي، جودة الحبوب، البحوث الزراعية.

المقدمة

يعد قمح الخبز *Triticum aestivum* L من أكثر المحاصيل زراعة واستهلاكا في العالم. فهو يوفر للإنسان الغذاء اليومي الغني بالسعرات الحرارية والبروتينات، ويتميز بقدرته على إنتاج عجينة dough تتسم بخصائص المرونة واللزوجة viscoelastic مما جعله الأكثر ملائمة من بين المحاصيل الأخرى في انتاج رغيف الخبز [1].

استوردت ليبيا 1132.5 ألف طن من القمح في 2020 وهو ما يعادل 89.7% من متطلباتها من هذه السلعة للاستهلاك المحلي [2]. فقد سعت ليبيا منذ عقود عبر قطاع الزراعة لتغطية احتياجاتها من القمح محلياً، إلا أن عديد العقبات حالت دون بلوغ ذلك أهمها الظروف البيئية غير الملائمة، باعتبار أن ليبيا واحدة من أكثر الدول جفافاً في المنطقة والعالم [3،4].

يبذل مركز البحوث الزراعية منذ إنشائه جهوداً لاستنباط وتحسين أصناف من القمح تتميز بالإنتاجية العالية تحت الظروف المناخية والبيئية المحلية من خلال برنامج تحسين انتاجية الحبوب في ليبيا. وقد تضمن البرنامج مؤخراً استجلاب سلالات وأصناف محسنة من القمح ذات خصائص محكومة وراثياً genetically controlled بعد نجاح مربو القمح breeders في العقود القليلة الماضية في تطوير ناجح لأصناف من قمح الخبز bread wheat تتمتع بإنتاجية عالية وقدرة على مقاومة الآفات والأمراض وتتميز بمعايير جودة quality parameters أفضل [5،6]، وذلك لزراعتها في البيئة المحلية ودراسة التأثيرات المناخية والنظم البيئية عليها. فخصائص جودة الحبوب يتم التحكم

بها وراثياً، وقد تختلف بشكل كبير تبعا للظروف البيئية ومن مكان لآخر في تراكيبها الكيميائية الكمية منها والنوعية بالإضافة الى خصائصها الفيزيائية، وأن هدف برامج التربية breeding programs هو انتقاء انماط جينية genotypes جديدة من قمح الخبز تتميز بالإنتاجية والجودة العالية [1].

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم معايير الجودة الخاصة بإنتاج الخبز الجيد والمتمثلة في الوزن النوعي ووزن الألف حبة ورقم السقوط والصلابة ومحتوى الرطوبة ومحتوى البروتين والجلوتين الرطب ومؤشر الجلوتين ورقم الترسيب لعدد من سلالات قمح الخبز المزروعة في محطة مصراته للبحوث الزراعية التابعة لمركز البحوث الزراعية تحت ظروف الري التكميلي ضمن برنامج تحسين إنتاجية الحبوب في ليبيا.

المواد والطرق

أجريت التجربة خلال الموسم الزراعي 2020-2021 في محطة مصراته للبحوث الزراعية التابعة لمركز البحوث الزراعية، والتي تقع ضمن الشريط الساحلي المتميز بالمناخ الجاف صيفاً والرطب نسبياً شتاء المتأثر بمناخ البحر المتوسط شمالاً والمناخ الصحراوي جنوباً، وتتميز كذلك بقلة الأمطار التي تهطل عادة من أكتوبر حتى مارس وبتذبذبها من سنة لأُخرى والتي تبعد حوالي 180 كم شرق مدينة طرابلس وخط طول (15.05) شرقاً وعرض (32.32) شمالاً، وترتفع (16 متر) عن مستوى سطح البحر وتقع ضمن الخط المطري 250 مم سنوياً. أجريت التجربة تحت نظام الري التكميلي وتحت معدل تسميد 150 كيلوجرام للهكتار من السماد الأساسي فوسفات ثنائي الأمونيوم Di-ammonium phosphate (18/ 46%) و 200 كيلوجرام للهكتار من السماد التكميلي اليوريا Urea (46% N).

تم الحصول على ثلاثة وعشرين عينة حبوب لسلالات مختلفة من قمح الخبز زرعت بمحطة مصراته للبحوث الزراعية لتقييم جودتها. وعُرفت السلالات على النحو التالي: EBW 1، EBW 2، EBW 3، EBW 4، EBW 5، EBW 6، EBW 7، EBW 8، EBW 9، EBW 10، EBW 11، EBW 12، EBW 13، EBW 14، EBW 15، EBW 16، EBW 17، EBW 18، EBW 19، EBW 20، EBW 21، EBW 22، EBW 23.

قُدر الوزن النوعي Test weight باستخدام اسطوانة قياسية سعة لتر واحد، وقدرت القيم بالكيلوجرام/هيكتولتر. قُدر وزن الألف حبة Thousand Kernel Weight بعد استبعاد الحبوب المكسورة والمواد الغريبة من العينة يدوياً للحصول على عينة نظيفة، ومن ثم حساب عدد الحبوب الموجودة في 20 جرام من العينة النقية باستخدام عداد البذور الإلكتروني.

وضمن تجهيز العينات للاختبارات الإضافية، تم إخضاع عينات حبوب القمح المستهدف اختبار جودتها لأنواع مختلفة من الطواحين المعملية وفقاً لنوع الاختبار. طاحونة Buhler mod. cMLI-204 Mill استخدمت لتقييم محتوى الرطوبة Moisture Content طبقاً للطريقة AACC 44-15. طاحونة Perten Lab Mill 3100 استخدمت لتقدير رقم السقوط Falling Number طبقاً للطريقة AACC 56-81، كذلك لتقدير الجلوتين الرطب Wet Gluten ومؤشر الجلوتين Gluten Index طبقاً للطريقة AACC 38-12، وأيضاً لتقدير محتوى البروتين Protein Content بطريقة كلداهل Kjeldahl في المادة الجافة طبقاً للطريقة AACC 46-10. واستخدمت طاحونة Perten Lab Mill 3303 المعملية المزودة بالقرص رقم 2 لتقييم الصلابة Hardness وفق طريقة مؤشر حجم الجسيمات Particle Size Index طبقاً للطريقة AACC 55-30 [7]. واستخدمت طاحونة Brabender Sedimat Automatic Grinding Mill لتقدير رقم أو حجم الترسيب Sedimentation volume وفق اختبار زيليني Zeleny وذلك طبقاً للطريقة 116/1 [8]. أُجريت اختبارات تحليل الجودة لكافة العينات بمكررين.

تم استخدام اسلوب التحليل القياسي للتباين الأحادي (ANOVA one way) لحساب المتوسطات والفروق المعنوية بين المعاملات باستخدام برنامج جين ستات Gen Stat [9]، وتمت مقارنة المتوسطات باستخدام LSD عند مستوى معنوية ($P = 0.05$).

النتائج والمناقشة

يتم التعبير عن جودة الحبوب من خلال مجموعة معقدة من المؤشرات تتضمن حالتها الفيزيائية وتركيبها الكيميائي وخصائصها الكيموحيوية، ويعتمد ذلك التعبير على طبيعتها الوراثية بالإضافة إلى التأثيرات البيئة [1،10]. معايير تحديد الجودة لحبوب القمح يمكن أن تتضمن البروتين، الرطوبة، الجلوتين، اختبار الترسيب، النشاط الإنزيمي وغيرها، فيما لا يعتبر أي منها في حد ذاته كافياً للتعبير عنها [11]. سلالات قمح الخبز المدروسة أظهرت تبايناً معنوياً في كل الصفات المقاسة عند مستوى ($P = 0.05$) والجدول 1 و 2 يوضح ذلك.

يعد الوزن النوعي Test weight أحد العناصر التي يُعتمد عليها في تصنيف جودة القمح، فكلما زادت القيمة زادت كمية المادة الجافة وبالتالي إنتاجية الدقيق [12]. يختلف الوزن النوعي اعتمادًا على التراكيب الوراثية والظروف البيئية والممارسات الزراعية [13]. في هذه الدراسة سجلت السلالة EBW 18 أعلى قيمة للوزن النوعي لحبوب القمح المختلفة وكانت 82.0 كيلوجرام/هيكتولتر، بينما سجلت السلالة EBW 15 أدنى قيمة وكانت 75.3 كيلوجرام/هيكتولتر. متوسط قراءات الوزن النوعي للسلالات المختبرة كان 80.1 كيلوجرام/هيكتولتر (جدول 1). الجدير بالذكر أن الوزن النوعي لحبوب القمح المقبول للاستخدام الصناعي يجب ألا يقل عن 76.0 كيلوجرام/هيكتولتر، بينما يُصنف ما يصل منها إلى 82.0 كيلوجرام/هيكتولتر على أنها أصناف قمح جيدة جدًا [12-14]. يمكن تصنيف السلالات المدروسة على أنها سلالات قمح ذات أهمية اقتصادية وصناعية بالنظر لأوزانها النوعية باستثناء السلالة EBW 15. تحاليل معاملات الارتباط المبينة في الجدول رقم 3. تبين وجود ارتباط موجب جيد (0.556) بين الوزن النوعي مع وزن الألف حبة، وارتباط موجب (0.425) مع محتوى الرطوبة، وآخر (0.284) مع رقم السقوط.

وزن الألف حبة Thousand Kernel Weight هو اختبار يفيد في تكوين فكرة مبدئية عن درجة امتلاء الحبوب وبالتالي نسبة الدقيق الناتج من طحن الحبوب، حيث يتأثر وزن الألف حبة وحجم الحبة kernel size بالعامل الوراثي وكذلك بالتأثيرات البيئية [11]. تراوحت قيم وزن الألف حبة للسلالات المختلفة في هذه الدراسة بين 60.6 و 33.9 جرام بمتوسط 48.2 جرام. وسجلت سلالة القمح EBW 6 أعلى قيمة، بينما سجلت السلالة EBW 15 أقل قيمة (جدول 1). تميزت معظم السلالات في دراستنا بامتلاكها لقيم مرتفعة من وزن الألف حبة بالرغم من التباين الكبير ما بين أعلى وأدنى قيمة لوزن الألف حبة للسلالات المختلفة، فمتوسط وزن الألاف حبة للسلالات كافة يبين أن معظم السلالات المدروسة تميل لامتلاك قيم مرتفعة نسبياً من وزن الألف حبة وهي ميزة من الناحية الصناعية. تؤكد نتائج الدراسة أن السلالات المستخدمة كانت أقل تأثراً بالظروف البيئية باستثناء السلالة EBW 15 التي سجلت أدنى قيمة لوزن الألف حبة وللوزن النوعي من بين مختلف السلالات المختبرة، فالظروف البيئية تؤدي لانخفاض في وزن الألف حبة [15]. الى جانب الارتباط الموجب الجيد المسجل بين وزن الألف حبة مع الوزن النوعي فقد وجدت علاقة ايجابية (0.455) بين وزن الألف حبة مع رقم السقوط وأخرى (0.418) مع رقم الترسيب وكذلك (0.358) مع مؤشر الجلوتين (جدول 3).

يمثل رقم السقوط Falling number حالة النشاط الإنزيمي للحبوب ودرجة إنبات ما قبل الحصاد pre-harvest sprouting والذي من خلاله يمكن التنبؤ بتقدير حجم رغيف الخبز baking volume، والنطاق الأمثل لرقم السقوط للقمح يتراوح ما بين 220 و 250 ثانية [1]. يعمل اختبار رقم السقوط على قياس نشاط إنزيم α-amylase الذي يكسر جزيئات النشا إلى سكر، وترجع الزيادة في نشاط إنزيم α-amylase بشكل عام إلى إنبات الحبوب في نبات الأم في الحقل قبل الحصاد بسبب التعرض لفترات طويلة للظروف الرطبة [16]. سجلت السلالات المختلفة في دراستنا مدى واسعاً لرقم السقوط بمتوسط 482 ثانية للسلالات كافةً، وبحد أعلى بقيمة 802 ثانية للسلالة EBW 9 وحد أدنى بقيمة 150 ثانية للسلالة EBW 15 (الجدول1).

جدول 1. الخصائص الفيزيائية لسلالات القمح

السلالة	الوزن النوعي (كج/ هكتولتر)	وزن الألف حبة (جم)	رقم السقوط (ثانية)	الصلابة (%)
EBW 1	78.4 de	44.2 ij	359 i	17.9 a
EBW 2	80.6 ab	46.3 ghi	471 g	12.1 hi
EBW 3	80.2 abc	45.3 hij	286 j	13.4 fg
EBW 4	79.7 bcd	45.3 hij	307 j	12.2 hi
EBW 5	80.5 ab	54.3 c	557 cd	15.9 c
EBW 6	81.1 ab	60.6 a	499 fg	14.0 ef
EBW 7	80.7 ab	49.3 ef	416 h	12.3 h
EBW 8	81.8 a	47.7 fgh	549 cde	10.5 j
EBW 9	77.9 e	47.3 fgh	802 a	12.6 h
EBW 10	81.6 a	44.3 ij	424 h	11.5 i
EBW 11	79.3 bcde	47.5 fgh	651 b	12.8 gh
EBW 12	81.6 a	47.5 fgh	536 def	12.5 h
EBW 13	81.1 ab	51.1 de	473 g	16.3 c
EBW 14	80.8 ab	43.1 j	579 c	15.0 d
EBW 15	75.3 f	33.9 k	150 k	14.3 de
EBW 16	80.9 ab	53.5 cd	530 def	14.5 de
EBW 17	78.7 cde	52.6 cd	523 def	17.1 b
EBW 18	82.0 a	56.4 b	512 efg	14.1 ef
EBW 19	80.6 ab	48.6 efg	477 g	14.2 e
EBW 20	80.2 abc	47.6 fgh	497 fg	12.2 hi
EBW 21	80.4 abc	49.3 ef	551 cde	17.8 a
EBW 22	80.2 abc	47.9 fgh	478 g	12.1 hi
EBW 23	79.4 bcde	45.5 hij	470 g	12.8 gh
Mean	**80.1**	**48.2**	**482**	**13.8**
LSD (0.5%)	**1.83**	**2.42**	**38.68**	**0.70**
CV (%)	**0.9**	**2.4**	**3.9**	**2.4**

تختلف سمة رقم السقوط باختلاف أصناف القمح، إلا أنه تم ملاحظة انخفاضًا في رقم السقوط مع الري بنحو 25% تحت أنظمة الري التكميلية [1،16]. بالنظر الى علاقة الارتباط الموجب بين رقم السقوط مع كل من الوزن النوعي ووزن الألف حبة، وجدت علاقة ايجابية أُخرى (0.325) بين رقم السقوط ومؤشر الجلوتين (جدول 3).

تعد صلابة الحبوب hardness عاملاً مهمًا في تحسين جودة المنتج النهائي للقمح. ويُفضل استخدام الحبوب الصلبة أو المتوسطة الصلابة Hard or medium hard في صناعة الخبز المخمر leavened والمسطح باعتبار أن مستويات النشا التالفة damaged starch الناتجة عن عملية الطحن من هذه الفئات من القمح مناسبة لامتصاص أعلى كمية ماء في العجين dough والمرغوبة من قبل الخباز [10،17]. يستخدم القمح متوسط الليونة medium soft الى متوسط الصلابة الذي تتراوح صلابته ما بين 17- 25% وفق مقياس مؤشر حجم الجسيمات Particle Size Index في صناعة الخبز، ويفضل القمح متوسط الصلابة الذي تتراوح صلابته ما بين 17- 20% للحصول على جودة أفضل [17-18]. وتجدر الإشارة الى أن الصلابة تزداد مع تناقص القيمة أو النسبة وفق مقياس مؤشر حجم الجسيمات. متوسط الصلابة للسلالات المدروسة كان 13.8%. قيمة الصلابة للسلالة EBW 1 بلغت 17.9% فيما سجلت السلالة EBW 8 قيمة بمقدار 10.5% (جدول 1). غالبية السلالات في هذه الدراسة عانت من تدهور في خاصية الصلابة، فالصلابة تتأثر بالعوامل الوراثية كما تتأثر بالعوامل البيئية. فإجهاد الجفاف يزيد من صلابة الحبوب، وتزداد صلابة الحبوب تحت إجهاد الجفاف بسبب قلة تراكم محتوى النشا، ويبدو أن للعامل الجيني الدور الأكبر في إظهار سمة

الصلابة في دراستنا حيث أن السلالات نمت تحت نظام الري التكميلي ولم نشهد انخفاض يذكر في وزن الألف حبة لها بشكل عام، فالصلابة بشكل مباشر تؤثر في المنتج النهائي والعائد من الدقيق وفي تحديد مسارات عملية الطحن والطاقة المستهلكة فيها، لذلك فهي من أهم خصائص تقييم الجودة للأغراض التجارية [18،10-19]. فقد وُجدت علاقة ارتباط موجبة (0.447) بين الصلابة ورقم الترسيب (جدول 3).

محتوى الرطوبة moisture content لحبوب القمح ذا أهمية بالغة لعمليات ما بعد الحصاد، فالرطوبة العالية في الحبوب تؤدي إلى زيادة النشاط الميكروبي والى انخفاض المادة الجافة وهو أمر غير مرغوب بالنسبة لتخزين وطحن وتجارة الحبوب، وليس للمحتوى الرطوبي أي تأثير مباشر على جودة الحبوب، إلا أنه يمكن أن يؤثر بشكل غير مباشر على الجودة ويقلل من فترة التخزين للحبوب التي تحتوي على نسبة رطوبة أعلى من الموصى بها، فالمحتوى الرطوبي الأقل من 11% للحبوب يكون أكثر ملاءمة لظروف التخزين و/ أو لظروف عمليات الطحن [1،6،11]. في هذه الدراسة تراوح محتوى الرطوبة لحبوب القمح للسلالات المدروسة من 11.43 إلى 12.75% وبمتوسط 12.34%. وقد سجلت السلالة EBW 10 أعلى قيمة للرطوبة، وسجلت السلالة EBW 16 أقل قيمة لها (جدول 2). ساعد نظام الري التكميلي في زيادة محتوى الرطوبة لمختلف السلالات، فالجفاف يزيد من معدل فقدان الماء من الحبوب [20]. وقد وُجد ارتباط موجب (0.425) بين محتوى الرطوبة والوزن النوعي للحبوب وارتباط سالب (-0.325) مع الجلوتين الرطب (جدول 3).

يعد محتوى البروتين protein content في حبوب القمح عاملاً حاسماً في صناعة الخبز ويرتبط المحتوى العالي من البروتين في القمح بخصائص الخبز الجيد. تعتمد جودة الخبز المُنتج بشكل كبير على كمية quantity وجودة quality بروتين القمح، ويتراوح محتوى البروتين في القمح من 6 الى 20% ويعتمد ذلك جزئيًا على النوع والصنف إلا أنه يتأثر بالعوامل المناخية والعمليات الزراعية وكمية الأسمدة النيتروجينية ووقت إضافتها والنيتروجين المتبقي في التربة والرطوبة النسبية المتاحة أثناء مرحلة امتلاء الحبوب grain filling [12،21]. في هذه الدراسة وجد أن أعلى محتوى بروتين كان في السلالة EBW 12 بقيمة 17.18% وأدناها في السلالة EBW 8 والبالغة 13.22%، وبمتوسط 15.15% للسلالات كافةً (جدول 2). محتوى البروتين لعدد من السلالات في دراستنا كان مرتفعاً نسبياً ويتجاوز المستوى المطلوب لصنع الخبز عالي الجودة، فمحتوى بروتين حبوب القمح يتراوح ما بين 8 و18% من المادة الجافة [1]. وفي دراسة انجزت تحت ظروف الإجهاد المائي water conditions stress سُجل فيها ارتفاع ملحوظ في محتوى البروتين لأصناف من قمح الخبز تراوحت ما بين 16.96 و 18.14%، فتأثيرات الإجهاد المائي على جودة أصناف القمح تظهر بشكل رئيسي في انخفاض وزن الحبة وزيادة محتواها من البروتين [15-20،16]. السلالات المدروسة تحت ظروف نظام الري التكميلي من المستبعد أن تكون قد تعرضت للإجهاد المائي، حيث أنه لم يُلاحظ انخفاض يذكر في الوزن النوعي للحبوب ولا في وزن الألف حبة بشكل عام، وبذلك يمكن أن يُعزى ارتفاع محتواها من البروتين الى طبيعتها الوراثية من ناحية و/ أو لوفرة محتوى النيتروجين في التربة. لم يُلاحظ أي ارتباط ما بين محتوى البروتين وباقي عناصر الجودة الأُخرى باستثناء علاقة موجبة (0.268) مع الجلوتين الرطب (جدول 3).

الجلوتين Gluten هو البروتين الرئيسي من بين مختلف البروتينات الموجودة في حبوب القمح، وهو المسؤول عن قوام العجين structure dough وعلى جودة المنتج النهائي للخبز. مرونة الجلوتين elasticity تحدد مدى ملاءمة الدقيق لصنع الخبز، وللجلوتين الدور الأكثر أهمية من بين مكونات جودة القمح الأخرى في تحديد المنتج النهائي، كما أن قوة الجلوتين تعتبر أحد المعايير المستخدمة في تصنيف مدى كفاءة القمح لإنتاج الخبز، وبشكل عام يعطي الدقيق الذي يحتوي على نسبة عالية من الجلوتين نتائج أفضل لصنع الخبز بالنظر لقدرته على امتصاص أعلى كمية من الماء في العجين وللحجم الجيد للرغيف المنتج منه high loaf volume [5،12]. فكمية الجلوتين الرطب wet gluten التي تزيد عن 35% في القمح تعتبر نسبة عالية، وما بين 28-35% محتوى جيد، وما بين 20-27% محتوى متوسط وأقل من 20% محتوى ضعيف من الجلوتين [12-13]. السلالات المدروسة اظهرت تبايناً في قيم محتواها من الجلوتين الرطب تراوحت بين 29.3 و 39.8%، وأعلى قيمة كانت للسلالة EBW 12، بينما أقل قيمة كانت للسلالة EBW 1. متوسط قيم الجلوتين الرطب للسلالات المختلفة بلغ 33.8% (الجدول 2). قيم الجلوتين الرطب التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة جيدة الى مرتفعة وهي مناسبة لصناعة الخبز الجيد. أظهرت معاملات الارتباط وجود علاقة طردية موجبة (0.268) بين الجلوتين الرطب ومحتوى البروتين، في حين كانت العلاقة عكسية سالبة (-0.471) مع مؤشر الجلوتين وكذلك (-0.325) مع المحتوى الرطوبي للحبوب (جدول 3).

مؤشر الجلوتين Gluten index هو مقياس لجودة بروتين القمح "الجلوتين"، ويُستخدم لتحديد ما إذا كانت بنية الجلوتين في القمح ضعيفة أم قوية، جودة الجلوتين مرتبطة وراثياً بالنوع، ولكن قد يختلف ذلك بشكل كبير اعتمادًا على الصنف والموقع والظروف المناخية وخصوبة التربة وغيرها والى التفاعلات المتداخلة بين هذه العوامل [5،12].

جدول 2. الخصائص الكيميائية لسلالات القمح

السلالة	محتوى الرطوبة (%)	محتوى البروتين (%)	الجلوتين الرطب (%)	مؤشر الجلوتين (%)	رقم/ حجم الترسيب (مل)
EBW 1	12.33 defg	13.55 i	29.3 j	48.5 d	21.1 i
EBW 2	12.55 abcd	15.06 cde	30.9 ghij	84.0 ab	22.1 hi
EBW 3	12.47 bcde	14.43 gh	31.7 ghij	51.5 d	26.5 fg
EBW 4	12.45 bcdef	16.38 b	39.5 a	22.5 f	27.5 efg
EBW 5	12.23 fgh	14.56 gh	36.9 abc	27.5 ef	27.0 efg
EBW 6	12.73 a	15.24 cd	31.1 ghij	95.0 a	33.0 cd
EBW 7	12.66 ab	15.04 cde	33.4 efgh	49.5 d	26.1 g
EBW 8	12.46 bcde	13.22 i	31.2 ghij	25.0 ef	18.7 j
EBW 9	11.73 i	14.68 fg	33.9 defg	82.0 ab	21.4 i
EBW 10	12.75 a	14.76 efg	33.3 efgh	51.5 d	28.6 e
EBW 11	12.25 efgh	16.35 b	36.1 bcde	67.5 c	28.4 ef
EBW 12	12.08 h	17.18 a	39.8 a	38.5 de	23.0 hi
EBW 13	12.44 bcdef	16.93 a	33.1 efghi	50.5 d	32.9 d
EBW 14	12.22 gh	14.51 gh	39.0 ab	48.0 d	34.3 bcd
EBW 15	11.81 i	16.34 b	31.3 ghij	38.0 de	23.9 h
EBW 16	11.43 j	13.50 i	37.3 abc	49.0 d	34.5 bcd
EBW 17	12.32 efg	16.05 b	30.8 ghij	91.0 ab	35.3 ab
EBW 18	12.72 a	15.32 c	30.7 hij	88.5 ab	33.5 bcd
EBW 19	12.44 bcdef	14.73 efg	32.7 fghi	78.5 bc	32.9 d
EBW 20	12.44 cdef	14.93 def	30.0 ij	93.0 ab	34.9 bc
EBW 21	12.39 cdefg	14.28 h	33.3 efgh	78.5 bc	36.8 a
EBW 22	12.40 cdefg	15.34 c	36.4 bcd	23.0 f	21.6 i
EBW 23	12.59 abc	16.22 b	35.5 cdef	81.0 abc	28.0 efg
Mean	**12.34**	**15.15**	**33.8**	**59.2**	**28.4**
LSD (0.5%)	**0.19**	**0.322**	**2.71**	**12.90**	**1.75**
CV (%)	**0.7**	**1.0**	**3.9**	**10.5**	**3.0**

قيم مؤشر الجلوتين التي تتراوح ما بين 60 - 90% تعتبر مقبولة في تجارة قمح الخبز، فالأعلى قيمة أكثر قوة وأفضل جودة [6]. كما تقبل قيمة 90% لمؤشر الجلوتين على أنها مرتفعة، بينما الأقل من 50% على أنها منخفضة [17]. وفي نفس السياق فإن قيمة مؤشر الجلوتين للقمح الأقل من 63% تمثل جودة جلوتين منخفضة، وبين 63 - 80% جودة جلوتين متوسطة، وبين 80 - 96% جودة جلوتين جيدة وأعلى من 96% جودة قوية جدًا للجلوتين [12]. في هذه الدراسة تراوحت قيم مؤشر الجلوتين للسلالات المختلفة من 22.5 إلى 95.0%، وسجلت السلالة EBW 6 أعلى قيمة، في حين كانت السلالة EBW 4 الأقل قيمة بين السلالات المدروسة. متوسط قيمة مؤشر الجلوتين للسلالات المختلفة كانت 59.2% (جدول 2). العديد من السلالات في دراستنا لم تتمكن من تلبية متطلبات الجودة الخاصة بمؤشر الجلوتين، فالجلوتين هو المسؤول عن خصائص العجن وبالتالي المنتج النهائي. كمية الجلوتين في الدقيق تزداد بزيادة محتواه من البروتين، إلا أن كمية البروتين والجلوتين لا تعتبران مقياساً لجودة الجلوتين، فجودة الجلوتين تُحدد بدرجة تمدده ومرونته [22]. أظهرت نتائج تحليل معاملات الارتباط وجود علاقة ارتباط موجبة (0.494) بين مؤشر الجلوتين ورقم الترسيب وأُخرى (0.358) مع وزن الألف حبة وكذلك (0.325) مع رقم السقوط، وعلاقة ارتباط سالبة (-0.471) مع الجلوتين الرطب (جدول 3).

رقم (حجم) الترسيب Sedimentation volume أو اختبار زيليني Zeleny أحد أهم الاختبارات المستخدمة لتمييز الأنماط الجينية genotypes للقمح بناءً على كمية وجودة الجلوتين فيها [14،23]. حجم الترسيب الأقل من 15 مل ml يشير الى ضعف في جلوتين الدقيق، 16-24 مل جلوتين متوسط القوة، 25-36 مل جلوتين قوي وأكثر من 36 مل جلوتين قوي جداً في الدقيق [6،17]. في دراستنا تراوحت قيم حجم الترسيب للسلالات المختلفة من حيث توصيف قدرة الجلوتين على الانتفاخ من 18.7 إلى 36.8 مل. وقد كانت أعلى قيمة للسلالة EBW 21، في حين أظهرت السلالة EBW 8 أدنى قيمة. متوسط قيمة حجم الترسيب للسلالات المختلفة كانت 28.35 مل

(جدول 2). تشير الدلائل إلى أن اختبار زيليني للترسيب يعطي بشكل فردي أفضل تنبؤ بقوة القمح وبإمكانات الخَبْزْ baking، وقد اكتسب هذا الاختبار قبولًا واسعاً باعتباره اختبارًا مفيدًا وسريع في برامج تربية قمح الخبز لإعطاء مؤشر جيد للاختلافات لكل من محتوى البروتين وجودة الجلوتين باعتبارهما العاملان المؤثران في جودة الخبز، خاصة في الأنماط الجينية التي يصل محتوى البروتين فيها إلى حوالي 13%، حيث يرتبط رقم الترسيب العالي بجلوتين أقوى وأكثر جودة [14،23]. معاملات الارتباط كانت موجبة (0.494) ما بين رقم الترسيب ومؤشر الجلوتين و (0.447) مع الصلابة، وكذلك (0.418) مع وزن الألف حبة (جدول 3).

جدول (3) معاملات الارتباط

	الوزن النوعي	وزن الألف حبة	رقم السقوط	الصلابة	محتوى الرطوبة	محتوى البروتين	الجلوتين الرطب	مؤشر الجلوتين	رقم الترسيب
الوزن النوعي									
وزن الألف حبة	0.556								
رقم السقوط	0.284	0.455							
الصلابة	-0.203	0.178	-0.040						
محتوى الرطوبة	0.425	0.215	-0.186	-0.159					
محتوى البروتين	-0.166	-0.095	-0.140	-0.076	0.092				
الجلوتين الرطب	0.134	-0.062	0.201	-0.143	-0.325	0.268			
مؤشر الجلوتين	-0.009	0.358	0.325	0.165	0.205	0.040	-0.471		
حجم الترسيب	0.209	0.418	0.120	0.447	0.088	0.066	-0.013	0.494	

الخلاصة

العديد من سلالات القمح التي خضعت لتقييم الجودة فيها في هذه الدراسة تباينت في تلبيتها لمتطلبات معايير الجودة، باستثناء السلالة EBW 17 والسلالة EBW 21 اللتان تمكنتا من تلبية كافة معايير الجودة المطلوبة لإنتاج الخبز. ومن الممكن الحصول على نتائج أفضل لسمات الجودة لعدد من السلالات

التي تعثرت في تلبية كل معايير الجودة الضرورية واللازمة لإنتاج الخبز في هذه الدراسة ومنها السلالة EBW 6، EBW 18 ، EBW 19 و EBW 20 والعمل على تحسينها وفق برامج التربية المتبعة، فخصائص الجودة تتأثر بالعوامل الوراثية وكذلك بالعوامل البيئية والعمليات الزراعية.

عرفان (Acknowledgement)

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

المراجع

1. Aissaoui, M. R. and Fenni, M. 2018 . Grain Yield and Quality Traits of Bread Wheat Genotypes under Mediterranean Semi-arid Conditions. *Sch. J. Agric. Vet. Sci.*5 (3) : 166 – 171.
2. FAO. 2022. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022. Rome. https://doi.org/10.4060/cc2211en.
3. Heemskerk, W. and Koopmanschap, E. 2012. Agribusiness development in Libya "A fact-finding mission". Project Report. Centre for Development Innovation, Wageningen UR.
4. ICARDA. 2004. Libya and ICARDA: Ties that Bind, No. 18. ICARDA, Aleppo, Syria, 20 pp. En.
5. Delibaltova, V., Kirchev, H., Zheliazkov, I. and Dyulgerski, Y. 2014. Investigation on the Yield and Grain Quality of Bread Wheat Varieties in Southeast Bulgaria. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 20 (1): 96-100.
6. 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.
7. 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.
8. 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.

9. VSN International. 2010. GenStat software for windows. Release 14. VSN Intl., Hemel, Hempstead, UK.
10. Rao, D. S., Raghavendra, M., Gill, P., Madan, S. and Munjal, R. 2021. Effect of Drought Stress on Grain Quality Attributes in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties. Biological Forum – An International Journal. 13(3): 58-63.
11. Iqbal, Z., Pasha, I., Abrar, M., Masih, S. and Hanif, M. S. 2015. Physico-chemical, Functional and Rheological Properties of Wheat Varieties. J. Agric. Res. 53(2): 253-267.
12. Yıldırım, A. and Deger, O. 2021. Physical, physicochemical (technological) and chemical characteristics of common bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties grown in Mardin region. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25 (2): 151-162.
13. Yıldırım, A. and Atasoy, A. F. 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.
14. Dhaka V., Gulia, N. and Khatkar, B. S. 2012. Application of Mixolab to Assess the Bread Making Quality of Wheat Varieties. 1 (3): 183-193. doi:10.4172/scientificreports. 183.
15. Sakr, N., Rhazi, L. and Aussenac, T. 2021. Bread Wheat Quality under Limiting Environmental Conditions: I-Molecular Properties of Storage Proteins and Starch Constituents in Mature Grains. Agriculture 11, 289-301.
16. Tatar, O., Cakalogulları, U., Tonk, F., Istipliler, D. and 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 (1): 236-244.
17. Başçiftçi, Z. B. and Kınacı, G. 2015. Investigation on Quality Characters and Correlations Among Hardness with Others in Bread Wheat. GIDA (2015) 40 (4): 187-192.
18. Hruskova, M. and Švecc, I. 2009. Wheat Hardness in Relation to Other Quality Factors. Czech J. Food Sci. 27(4): 240–248.
19. Faměra, O., Hrušková, M. and Novotná, D. 2004. Evaluation of methods for wheat grain hardness determination . Plant Soil Environ. 50 (11): 489–493.
20. Ozturk, A. and Aydin, F. 2004. Effect of Water Stress at Various Growth Stages on Some Quality Characteristics of Winter Wheat. J. Agronomy & Crop Science 190, 93-99.
21. Rharrabti, Y., Villegas, D., Royo, C., Martos-Nu´n˜ez, V. and Garcı´a del, M. 2001. Durum wheat quality in Mediterranean environments II. Influence of climatic variables and relationships between quality parameters. Field Crops Research 80: 133–140.
22. Curic, D., Karlovic, D., Tusak, D., Petrovic, B. and Dugum, J. 2001. Gluten as a Standard of Wheat Flour Quality. Food Technol. Biotechnol. 39 (4): 353–361.
23. Carter, B. P., Morris, C. F. and Anderson, J. A. 1999. Optimizing the SDS sedimentation test for end-use quality selection in a soft white and club wheat-breeding program. Cereal Chem 76: 907-911.

Quality Assessment of some Soft Wheat (Bread Wheat) genotypes *Triticum aestivum* L. Grown under Supplementary Irrigation System

Jamal Omar Nasr[1(*)] Abdulmoati Aiad Zriba[2] Mohamed Albadri Alseid[3] Alaa Mokhtar Fararra[4]

(1,2) Agricultural Research Center, Libya (3,4) Almosim Co. For Grinding Grain, Libya

jamalbulqasem@qmail.com(*)

Abstract: The study aimed to evaluate the grain quality of twenty-three bread wheat genotypes grown at Misurata Experimental Station of the Agricultural Research Center in Libya. The experimentation was conducted in the 2020-2021 agricultural season under a supplementary irrigation system. The results showed a significant difference amongst the tested genotypes in the grain quality characteristics, represented in, test weight, thousand kernel weight, falling number, hardness, moisture content, protein content, wet gluten, gluten index and Zeleny sedimentation volume. The study indicates that the two genotypes EBW 17 and EBW 21, among all the tested genotypes, demonstrated their ability to adapt to the environmental conditions of the region by possessing the required quality characteristics necessary for the bread making.

Keywords: wheat genotypes, bread wheat, supplementary irrigation, grain quality, agricultural research.