IRAQI JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH (IJAR)
Ministry of Agriculture
ISSN Print: 2790-5306 - ISSN Online: 2790-5314
www.ijarmoa.gov.iq - OPEN ACCESS
Vol. 28 No. (1) 2024
DOI: https://doi.org/10.65814/ijar.2024.28.1.1

تقويم الصفات الريولوجية والحاصل ومكوناته لبعض التراكيب الوراثية من حنطة الخبز

عماد خليل هاشم[1] ليث خضير حسان[1]
هشام سرحان علي[1] حسين جعفر رمضان[1]
E-mail: dr.emadkhalil2021@gmail.com

©2024 Office of Agricultural Research, Ministry of Agriculture. This is an-open access article under the CC by Licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

الملخص

تعد صفات الجودة للحبوب عاملاً مهماً في تحديد الاستخدام النهائي لطحين الحنطة وتساهم في تعظيم سلسلة القيمة، وهي أحد الأهداف الرئيسة لبرامج تربية الحنطة، اذ تؤخذ في الاعتبار ضمن عملية استنباط الأصناف الجديدة.

تهدف الدراسة الحالية الى تقييم حاصل الحبوب ومكوناته والصفات الكيميائية والريولوجية لخمسة تراكيب وراثية من حنطة الخبز وهي: (Doma 6 و 2MA و 8-T2-49 و 11-T3-50 و 13-T4-30) والمزروعة منتصف شهر تشرين ثاني في محطة بحوث الصويرة/ دائرة البحوث الزراعية في عامي 2020 و2021. أظهرت نتائج الدراسة وجود اختلافات معنوية في صفات الحاصل ومكوناته اذ تفوقت التراكيب الوراثية (2MA و 11-T3-50 و 8-T2-49) واعطت المتوسطات (5340 و 5833 و 5213) و (6873 و 6849 و 6460) كغم.هكتار$^{-1}$ للموسمين الاول والثاني على التوالي. وهذا التفوق في حاصل الحبوب كان نتيجة امتلاكها توليفات عالية من مكونات الحاصل. كذلك أظهرت النتائج وجود اختلافات معنوية في اختبارات الفارينوكراف، اذ تراوحت قيم نسبة الامتصاص المائي من (61.4–67.7) %، وزمن النضج من (4.3 – 7.8) دقيقة، وزمن الاستقرار (4.2 – 11.8) دقيقة، ودرجة التقويم من (71 – 150). كانت الاختلافات معنوية أيضا في اختبارات الاكستنسوكراف، وقد تراوحت القيم لاختبار الطاقة من (85 – 190) سم^2، ومقاومة المطاطية من (259 – 483) وحدة برابندر، والمطاطية من (178 – 309) ملم. كذلك وجدت اختلافات معنوية بين التراكيب الوراثية في نسبة الكلوتين الرطب والجاف ومؤشر الكلوتين وتراوحت المتوسطات من (25–38)%، ومن (8.2–12.3)%، ومن (12–92)% لهذه الصفات على التوالي.

اظهر التركيبان الوراثيان (2MA و 8-T2-49) تفوقاً في صفات الانتاجية والنوعية، اذ امتلكا اعلى المتوسطات لصفات حاصل الحبوب ومكوناته وافضل القيم لمعظم الصفات الريولوجية وكمية وقوة الكلوتين وهذه الصفات تؤهلها لان تكون مرشحة للتقديم للتسجيل والاعتماد.

الكلمات الدالة: الحنطة، حاصل الحبوب، مكونات الحاصل، الفارينوكراف، الاكستنسوكراف، الكلوتين.

المقدمة

[1] وزارة الزراعة / دائرة البحوث الزراعية

تاريخ تسلم البحث: 14/ايلول/2023
تاريخ قبول البحث: 21/كانون الثاني/2024
متاح على الانترنت: 25/تموز/2024

تعد الحنطة من اهم محاصيل الحبوب على المستوى العالمي فهي الغذاء الرئيس لأكثر من 55% من البشر، كما انها تؤمن 20% من السعرات الحرارية المستهلكة في العالم، فضلاً عن تميز طحين الحنطة بخصائص فريدة عن باقي الحبوب، ولذلك يدخل في صناعة العديد من المنتجات الغذائية كالخبز والمعجنات والكعك بأنواعه والبسكويت والفطائر [19]. لذلك، فإن تحسين كمية وجودة طحين الحنطة له تأثير مهم في الأمن الغذائي والحالة التغذوية وصحة الإنسان. لقد تركزت جهود مربو النبات في العراق على استنباط اصناف عالية الحاصل دون الاهتمام بجودة حاصل الحبوب وان البعض من اصناف الحنطة المستنبطة حديثاً تميزت بانخفاض محتواها من البروتين والكلوتين، مما ينعكس في انخفاض قابليتها على تصنيع الخبز. اذ يتحدد استخدام الحنطة في تصنيع المنتجات بشكل كبير بمعقد الكلوتين الذي هو عبارة عن بروتين ثلاثي الابعاد ينشأ من ارتباط بروتينات الكلياديين والكلوتين بعد خلط الطحين مع الماء في اثناء عملية تحضير العجينة، ويمثل الكلوتين نسبة 80 – 85 % من مجموع البروتينات في طحين الحنطة [6]. يتكون الكلياديين من بروتينات ذات وزن جزيئي منخفض في حين يتكون الكلوتين من بروتينات ذات وزن جزيئي مرتفع، لذلك يختلف الكلياديين عن الكلوتين في الصفات الفيزيائية لا سيما اللزوجة والمرونة، فالكلياديين لزج ولكنه قليل المطاطية، في حين ان الكلوتين لزج ومطاط ولذلك يجمع الكلوتين صفات المطاطية واللزوجة كما بين Urade [28]. ولهذا السبب تعتمد الخصائص الوظيفية للطحين الى حدٍ كبير على بروتينات الكلوتين. تتأثر جودة الكلوتين في عوامل مختلفة منها العامل الوراثي والظروف المناخية وعوامل الاجهاد المختلفة (رطوبة وحرارة وملوحة) وإدارة العمليات الزراعية [14].

تعتمد ملائمة طحين الحنطة لصنع المنتج النهائي المقصود إلى حد كبير على الخصائص الريولوجية للعجين، ويعد الفارينوكراف الأداة الأكثر أهمية والأكثر استخدامًا لاختبار جودة وقوة الطحين من خلال تحديد معايير عديدة مثل امتصاص الطحين للماء، ووقت تطوير العجين، وثبات العجين وضعفه [25]. ومن مرحلة التخمير يمر العجين بعملية تمدد يقوم فيها ثاني أكسيد الكاربون المتكون بتوسيع مسام العجين وهكذا يزيد حجم العجين، ولهذا السبب فإن طاقة اختزان الغاز الخاص بالعجين ينظر إليها باعتبارها معياراً مهماً من معايير الجودة وتمثل عن طريق منحنيات المرونة والمطاطية بجهاز الاكستنسوكراف. ان نجاح عملية التربية ليس بالامر السهل بسبب العلاقات المعقدة بين حاصل الحبوب ومكوناته، فبعض المكونات ترتبط ارتباطاً موجباً والبعض الآخر يكون ارتباطها سلبياً بالحاصل، مما يجعل من كفاءة انتخاب تراكيب وراثية عالية الحاصل عملية صعبة لان تحسين احد المكونات يؤدي الى انخفاض المكونات الاخرى كما بينه Knezevic, et al. [18]. وبالرغم من ذلك فقد نجحت برامج تربية الحنطة في المراكز البحثية العالمية والاقليمية مثل ايكاردا واكساد في تطوير سلالات من الحنطة ذات انتاجية عالية ومتحملة للاجهادات البيئية لمواجهة التغيرات المناخية. وقد تم ادخال عدد من هذه السلالات واختبارها في البيئات العراقية ضمن تجارب التقويم الاولي للحاصل وقد اثبتت تفوقها على صنف المقارنة المحلي وملائمتها للظروف المحلية.

مما تقدم فان الدراسة الحالية تهدف الى تقويم الصفات الكيميائية والريولوجية وصفات حاصل الحبوب ومكوناته لعدد من التراكيب الوراثية الواعدة من حنطة الخبز من اجل تطوير اصناف عالية الحاصل وذات جودة عالية.

المواد وطرائق البحث

نفذت تجربة حقلية في محطة بحوث الصويرة/ دائرة البحوث الزراعية في الموسمين 2019–2020 و2020–2021 لدراسة صفات الحاصل ومكوناته والصفات النوعية لخمسة تراكيب وراثية من حنطة الخبز متفوقة في الانتاجية وهي: (Doma 6، 2MA، 8-T2-49، 11-T3-50، 13-T4-30) رمز لها بـ (V1، V2، V3، V4، V5) على التوالي، والموضحة نسبها الوراثي في جدول 1. حُرِثت ارض التجربة ثم نُعِمت وسُويت وقُسِمت الى الواح بأبعاد (2×3)م. أستُخدِام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة R.C.B.D بثلاث مكررات. تمت الزراعة في منتصف شهر

تشرين ثاني في كلا الموسمين باستخدام معدل بذار 140 كغم.هكتار$^{-1}$. احتوت الوحدة التجريبية الواحدة على 10 خطوط بطول 2 متر والمسافة بين الخطوط 20 سم. سُمدَت ارض التجربة بسماد اليوريا بمعدل 200 كغم.هكتار$^{-1}$ أُضيف سماد الداب بمعدل 200 كغم.هكتار$^{-1}$ دفعة واحدة عند تحضير الارض للزراعة [16]. في الموسم الثاني اخذت عينات الحبوب من كل وحدة تجريبية الى مختبرات الشركة العامة لتصنيع الحبوب لغرض دراسة الصفات النوعية، اذ قدرت نسبة الرطوبة لعينات الحبوب الخام التي تراوحت من 5.1 – 6.0 % بعدها طحنت العينات بمطحنة بوهلر MLU202 السويسرية عند نسبة رطوبة 14% بنسبة استخلاص 80 % بحسب المعادلة التالية:

$$\text{الاستخلاص \%} = \frac{\text{وزن الطحين}}{\text{وزن القمح النظيف الجاف}} \times 100$$

جدول 1: النسب الوراثي ومصدر التراكيب الوراثية الداخلة في التجربة

الرمز	التركيب الوراثي	المصدر	النسب
V1	Doma 6	ACSAD	Snb>s>//shi4414/crow>s>/3/Mon>s>/crow>s>ACS-W-9678(2001)-23IZ-2IZ-0IZ
V2	2MA	Egypt	''S'' /3/NAP063/TNIA66//WERN''S'' HD2206-HORK
V3	8-T2-49	ICARDA	ICW06-00807-6AP-0AP-1AP-0AP-0TR
V4	11-T3-50	ICARDA	SERI-1B//KAVZ/HEVO/3/AMAD/4/PFAU/MILAN
V5	13-T4-30	ICARDA	ATTILA*2/RAYON//CATBIRD-1

1. تقدير الخواص الريولوجية للطحين

1.1 اختبار الفارينوكراف Farinograph Test

يستخدم هذا الجهاز في دراسة صفات الجودة للطحين، اذ يفيد في التعرف على نوع الطحين وقوته ودرجة امتصاصه للماء. تم اجراء اختبار الفارينوكراف (المجهز من قبل شركة Brabender الالمانية) على وفق الطريقة المذكورة في AACC [1] رقم (54 – 21) على أساس استخدام 300 غم من الطحين نسبة رطوبته 14%، وضبطت درجة حرارة الجهاز على 30 م°. من المرتسم البياني للفارينوكراف تم الحصول على الصفات التالية:

أ- نسبة امتصاص الماء (water absorption): هي كمية الماء (مل) بدرجة حرارة 30 م° التي يحتاجها الطحين للوصول بالفارينوكراف الى خط 500 وحدة برابندر.

ب- زمن نضج العجينة (Dough development time): وهو الزمن بالدقائق من اضافة الماء (Zero time) لتكوين العجينة حتى الوصول الى اعلى نقطة (قمة المنحنى) في المخطط، اذ تكون شبكة الكلوتين قد تكاملت.

ج- الثباتية (Stability): وهي المدة الزمنية (بالدقائق) من صعود مؤشر الفارينوكراف الى نقطة 500 وحدة برابندر حتى نزوله عن هذه النقطة.

د- درجة تقويم الفارينوكراف (Farinograph quality number): هو تقويم للقراءات المتحصلة كافة من منحنيات جهاز الفارينوكراف، وكلما ازدادت قوة العجينة ازدادت درجة التقويم.

2.1. جهاز الاكستنسوكراف Extensograph Test

تم اجراء اختبار الاكستنسوكراف (المجهز من قبل شركة Brabender الالمانية) على وفق الطريقة المذكورة في AACC (2) رقم (54 – 10)، اذ أجري هذا الاختبار لثلاث فترات حضن وهي 45، 90، 135 دقيقة واستخدم جهاز الاكستنسوكراف المذكور آنفا لتحضير العجينة وتمت إضافة كمية الماء اللازمة للامتصاص وملح الطعام 2% وأذابتهم بصورة جيدة، ثم اضافة المزيج الى الطحين في حوض العجن.

من المرتسم البياني للاكستنسوكراف تم الحصول على الصفات التالية:

أ- الطاقة (**Energy**): وهي عبارة عن مساحة منحنى الاكستنسوكراف الكلية (سم٢) وهي محصلة لصفتي درجة المطاطية (**Extensibility**) وكذلك قابلية العجينة لاستعادة شكلها عند تعرضها للضغط (**Elasticity**).

ب- مقاومة المطاطية (**Extension resistance**): وتمثل ارتفاع المخطط المتمثلة بعدد وحدات برابندر التي يصلها المنحني بعد **5** سم من بداية عملية الشد.

ج-المطاطية (**Extensibility**): وهي تمثل طول الجزء من المحور الافقي للاكستنسوكراف (ملم) من بدء شد العجينة حتى تمزقها.

3.1. تقدير نشاط انزيم الفا أميليز المحلل للنشا

قدرت فعالية أنزيم ألفا أميليز باستعمال الطريقة القياسية **AACC [1]** رقم (**07-22**) بواسطة استخدام جهاز رقم السقوط **Falling number 1-700** المجهز من شركة **Perten** السويدية، اذ تم وضع العينة في أنبوب الاختبار ويضاف الماء المقطر، ثم يهز الأنبوب بقوة لتحقيق مزيج متجانس، ثم تم وضع الأنبوب في حمام الماء المغلي، ويبدأ المشغل في تحريك العينة، يضمن الخلط تجانس عملية الجلتنة (**Gelatinization**)، وان يصبح الخليط أكثر لزوجة، وهو أمر بالغ الأهمية للحصول على نتائج اختبار متناسقة.

رقم السقوط هو الوقت الذي يستغرقه المحرك في الهبوط إلى القاع، ان قيمة **FN** لها علاقة عكسية مع نشاط الالفا أميليز، مما يعني أنه كلما زاد نشاط الالفا أميليز انخفضت قيمة **(FN)** والعكس صحيح.

4.1. تقدير نسبة الكلوتين الرطب (الكلي) والجاف ومؤشر الكلوتين

استخدمت الطريقة المذكورة في **AACC [1]**المرقمة (**38 – 12**) لتقدير نسبة الكلوتين الرطب باستخدام جهاز **Glutomatic 2200** المجهز من شركة **Perten** السويدية، وذلك بوزن **10**غم من الطحين واجريت عملية الغسل الميكانيكي بوضع العجينة فوق المنخل الخاص بالجهاز، وتمت عملية الغسل بإضافة المحلول الملحي (كلوريد الصوديوم **2%**) تدريجياً بمعدل من **2-3** قطرة في الثانية. استغرقت العملية مدة خمس دقائق، قدر الكلوتين الجاف بتجفيف الكلوتين الرطب الكلي بجهاز **(Glutork 2020)** المجهز من شركة **Perten** السويدية للحصول على الكلوتين الجاف وتم وزنه واستخدمت المعادلات التالية في حساب نسب المكونات المطلوبة:

أ- نسبة الكلوتين الرطب (الكلي) = وزن الكلوتين الرطب / وزن عينة الطحين × **100**

ب- مؤشر الكلوتين = وزن الكلوتين الرطب المتبقي على منخل الحرير/ وزن الكلوتين الرطب الكلي × **100**

ج- نسبة الكلوتين الجاف (الكلي) = وزن الكلوتين الجاف / وزن عينة الطحين × **100**

2. تقدير حاصل الحبوب ومكوناته

1.2. حاصل الحبوب: تم تقديره من حصاد مساحة متر مربع من كل وحدة تجريبية ثم حول الوزن الى كغم.هكتار$^{-1}$

2.2. عدد السنابل.م^{2}: حسبت من حصاد مساحة ربع متر مربع من كل وحدة تجريبية ثم حولت النتائج الى المتر المربع.

3.2. عدد الحبوب بالسنبلة: حسبت من متوسط حبوب (**10**) سنابل.

4.2. وزن **1000** حبة: اخذت عشوائياً من حاصل حبوب المتر المربع.

التحليل الاحصائي

تم اجراء التحليل الاحصائي لنتائج الصفات المدروسة بحسب التصميم التجريبي المطبق واستخدم اختبار دنكن متعدد الحدود للمقارنة بين المتوسطات الحسابية عند مستوى احتمال (**0.05**).

النتائج والمناقشة

اولاً: حاصل الحبوب ومكوناته

1. عدد السنابل في المتر المربع

تشير نتائج جدول 2 الى وجود اختلافات معنوية في عدد سنابل المتر المربع في كلا الموسمين وقد سجل التركيب الوراثي V3 اعلى متوسطاً للصفة بلغ (353.3) سنبلة. م$^{-2}$ في الموسم الاول، واعطى التركيب V2 اعلى متوسط للصفة بلغ (440) سنبلة.م$^{-2}$ في الموسم الثاني، في حين سجل التركيب الوراثي V1 اقل متوسط للصفة بلغ (328.7 و319.3) سنبلة.م$^{-2}$ للموسمين على التوالي. يعود السبب الى تباين القدرة الوراثية للتركيب بأنتاج الاشطاء. وتتفق هذه النتيجة مع نتائج العديد من الدراسات التي عزت سبب تباين اصناف الحنطة في هذه الصفة الى اختلاف مقدرتها على التفريع فالأصناف ذات القابلية العالية على انتاج الاشطاء تعطي عدداً اعلى من السنابل بوحدة المساحة مقارنة بالأصناف قليلة التفريع [5 و 10].

2. عدد الحبوب بالسنبلة

اظهرت التراكيب الوراثية اختلافاً معنوياً فيما بينها في هذه الصفة في موسمي الدراسة جدول 2، اذ تفوق التركيب الوراثي V2 بإعطائه اعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 63.67 و60.67 حبة. سنبلة$^{-1}$ للموسمين على التوالي، بينما اعطى التركيب الوراثي V5 اقل متوسطاً للصفة بلغ (50) و (56.33) حبة. سنبلة$^{-1}$ للموسمين على الترتيب. تتفق هذه النتائج مع نتائج Al-Hassan [5] وNaes [22]، اذ يرتبط عدد الحبوب في السنبلة بعدد السنيبلات في السنبلة وعدد الزهيرات في السنيبلة الواحدة وكذلك كفاءة التلقيح وتطور الحبة في الزهيرات، ويرجع سبب تباين التراكيب الوراثية فيما بينها في هذه الصفة الى اختلاف بنيتها الوراثية [18].

3. وزن ألف حبة

يلاحظ من نتائج جدول 2 ان الاختلافات في متوسط وزن 1000 حبة كانت معنوية في الموسم الاول فقط، اذ سجل التركيب الوراثي V3 اعلى متوسطاً للصفة بلغ (42) غم، اتفقت هذه النتائج مع نتائج Naes [22] الذي وجد اختلاف التراكيب الوراثية للحنطة معنوياً فيما بينهما في هذه الصفة. إن قيمة وزن الألف حبة في القمح تعد محصلة مهمة لصفة امتلاء الحبة كما أنها تعطي مؤشراً جيداً لكمية محصول الدقيق الناتج عن الحبوب [13].

4. حاصل الحبوب كغم. هكتار$^{-1}$

وجدت اختلافات معنوية بين التراكيب الوراثية في صفة حاصل الحبوب في كلا الموسمين جدول 2، وسجلت التراكيب الوراثية V4 وV2 وV3 اعلى متوسطات لحاصل الحبوب في الموسم الاول بلغت 5833 و5340 و5213 كغم.هكتار$^{-1}$ على التوالي. في حين سجلت التراكيب الوراثية V2 وV4 وV3 اعلى المتوسطات للحاصل في الموسم الثاني وبلغت 6873 و6849 و6460 كغم.هكتار$^{-1}$على التوالي. يعزى سبب زيادة حاصل الحبوب في التركيب الوراثي V2الى تفوقه في عدد حبوب السنبلة (63.67 و60.67) حبة للموسمين على التوالي، والتركيب الوراثي V3 في سنابل.م$^{-2}$ (353.3) سنبلة في الموسم الاول والتركيب الوراثي V4 في وزن 1000 حبة (39.33) غم في الموسم الثاني، مما انعكس ايجابياً على حاصل الحبوب. كانت زيادة الحاصل في الموسم الثاني بسبب الظروف البيئية المناسبة التي أدت إلى تشجيع النمو الخضري وعملية التفريع وزيادة عدد السنابل بوحدة المساحة وبالتالي زيادة حاصل الحبوب.

جدول 2: متوسط صفات حاصل الحبوب ومكوناته للموسمين 2019–2020 و 2020–2021

الموسم الزراعي	التركيب الوراثي	عدد السنابل. م$^{-2}$	عدد الحبوب. سنبلة$^{-1}$	وزن 1000 حبة (غم)	حاصل الحبوب كغم. هكتار$^{-1}$

4577 c	38.00 b	59.33 a	328.7 b	V1	2019 – 2020
5340 ab	39.67 ab	63.67 a	330.0 b	V2	
5213 ab	42.00 a	56.67 b	353.3 a	V3	
5833 a	40.00 ab	51.67 c	345.0 ab	V4	
5020 bc	40.00 ab	50.00 c	343.3 ab	V5	
5533 c	37.67 a	59.00 ab	319.3 c	V1	2020 - 2021
6873 a	38.33 a	60.67 a	440.0 a	V2	
6460 ab	37.67 a	54.67 c	396.7 ab	V3	
6849 a	39.33 a	56.33 bc	395.3 b	V4	
5800 bc	39.00 a	56.33 bc	378.3 ab	V5	

المتوسطات التي تحمل أحرف متشابهة لا تختلف معنويا فيما بينها حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05

ثانياً: نتائج فحوص الصفات الكيميائية والريولوجية

يعد تحديد محتوى رطوبة الطحين الخطوة الاساس الأولى في تحديد جودة الطحين وكذلك لمعرفة نسبة امتصاصية الطحين للماء، وقد تراوح محتوى رطوبة الطحين للعينات المدروسة من 11.3% – 12.1%، وعموما تقع هذه النتائج ضمن الحدود المسموح بها، اذ انها لم تتجاوز 14% وهو الحد الاعلى المثبت في المواصفة القياسية العراقية رقم (2141) الخاصة بطحين الحنطة.

1. الصفات الريولوجية التي قيست بجهاز الفارينوكراف

أ. نسبة الامتصاص المائي %

هي كمية الماء اللازمة لإتمام عملية العجن بشكل صحيح ويعبر عنها بالنسبة المئوية من وزن الطحين على أساس رطوبة 14%. تظهر النتائج في جدول 3 وجود اختلافات معنوية في هذه الصفة، اذ سجل التركيب الوراثي V4 اعلى نسبة امتصاص الماء بلغت 67.7% واختلف معنوياً فقط مع التركيب الوراثي V1 الذي سجل ادنى قيمة لهذه الصفة بلغت 61.4% وهذه النتيجة تتفق مع نتائج Muhamad, et al. [21] الذين وجدوا اختلافات معنوية بين اصناف الحنطة في نسبة امتصاص الماء، وتراوحت القيم من 66.1 % الى 74.6%، فيما بين Zain El-abideen [29]. ان نسبة امتصاص الماء المفضلة للخبازين كانت تقريباً من 50.7–61.1%، ويعود السبب في زيادة امتصاص الطحين للماء إلى عوامل عدة منها زيادة نسبة استخلاص الطحين أو زيادة نسبة البروتين أو وجود البنتوزانات أو زيادة صلابة الحبة، مما يؤدي الى تحطم الكثير من حبيبات النشا في أثناء عملية الطحن. وبالتالي فان ارتفاع نسبة الكلوتين تعطي مؤشراً جيداً للخواص الريولوجية الجيدة للعجينة وتبقى نوعية الكلوتين هي الفاصل، اذ يمتاز الكلوتين الجيد بقابليته العالية على امتصاص الماء مقارنة بالكلوتين الضعيف [20].

ب. زمن نضج العجينة

تفوق التركيبان الوراثيان V2 وV3 معنوياً وسجلا اعلى متوسطاً لهذه الصفة بلغ 7.8 و7 دقيقة على التوالي، في حين سجل التركيبان الوراثيان V1 وV5 اقل متوسطاً للصفة بلغ 4.3 و5 دقيقة على التوالي كما موضح في جدول 3. وقد بين Edward [11] ان زمن نضج العجينة في طحين الخبز الاعتيادي يتراوح بين 5–7 دقائق. ويشير زمن النضج (زمن القمة) الطويل إلى قوة الكلوتين وخصائص أفضل للعجين، بينما قد يشير زمن القمة الأقصر إلى ضعف الكلوتين ويعد غير مرغوب في صناعة الخبز [4]. يعود زمن تطور العجينة المرتفع في التركيبين الوراثيين V2 وV3 لامتلاكهما طحين مرتفع في محتواه الكلوتيني الرطب وتكوين شبكة كلوتينية جيدة ومتجانسة، في حين انخفاض فترة زمن تطور العجين في التركيبين الوراثيين V1 وV4 يعود الى ضعف تكون الشبكة الكلوتينية بالرغم من وجود نسبة جيدة من الكلوتين الرطب.

ج. زمن الاستقرار

يلاحظ من جدول 3 وجود اختلافات معنوية بين التراكيب الوراثية في زمن الاستقرار، اذ سجل التركيب الوراثي V2 اعلى متوسطاً للصفة بلغ 11.8 دقيقة، فيما سجل التركيب الوراثي V1 اقل قيمة بلغت 4.2 دقيقة، ان ازدياد زمن استقرار عجينة الخبز من الصفات المرغوبة، اذ تصبح العجينة ذات قوة تحمل للعمليات التصنيعية وعمليات التخمير وزيادة قابليتها على تحمل الغاز الناتج بفعل الخميرة، وذكر Edward [11] ان أفضل زمن استقرار يتراوح من 9–12 دقيقة. زمن استقرار العجين هو مؤشر جيد على جودة البروتين، الذي يتأثر في العوامل الوراثية ونسبة البروتين ونسبة الكلوتين الرطب، اذ وجد انه يرتفع بزيادة نسبة البروتين ونسبة الكلوتين، الذي من خلالهما يمكن معرفة زمن استقرار العجين وتحديد صلاحية الطحين لصناعة الخبز من عدمه [4]. سجل التركيبان الوراثيان V2 وV3 اعلى زمناً في استقرار للعجين بسبب ارتفاع نسبة الكلوتين الرطب وتكوين شبكة كلوتينية جيدة، بينما انخفض زمن الاستقرار في التراكيب الوراثية V1 وV4 وV5 لضعف الشبكة الكلوتينية المتكونة التي تتميز بعدم قدرتها على تحمل العمليات التصنيعية للخبز على الرغم من وجود نسبة كلوتين جيدة في هذه التراكيب.

د. درجة تقويم الفارينوكراف

اختلفت التراكيب الوراثية معنوياً في درجة تقويم الفارينوكراف، ويتضح من جدول 3 ان التركيب الوراثي V2 سجل اعلى متوسط للصفة بلغ 150، بينما سجل التركيب V1 اقل تقويماً بلغ 71، تعطي درجة تقويم الفارينوكراف دلالة على جودة الطحين من عدمه، وكلما كانت درجة التقييم عالية دلت على جودة طحين جيدة للخبز والعكس صحيح [15]. اذ تزداد درجة التقويم بزيادة زمن النضج والاستقرار ونسبة الامتصاص كما في التراكيب الوراثية V2 وV3 في حين قلت درجة التقييم في باقي التراكيب الوراثية.

جدول 3: صفات عجينة طحين الحنطة للتراكيب الوراثية المقاسة بجهاز الفارينوكراف

التركيب الوراثي	نسبة الامتصاص المائي %	زمن النضج بالدقائق	زمن الاستقرار بالدقائق	درجة تقييم الفارينوكراف
V1	61.4 b	4.3 c	4.2 d	71 c
V2	67.3 ab	7.8 a	11.8 a	150 a
V3	66.7 ab	7.0 a	10.7 ab	120 ab
V4	67.7 a	6.0 b	7.8 bc	105 bc
V5	67.3 ab	5.0 c	6.1 cd	88 bc

المتوسطات التي تحمل أحرف متشابهة لا تختلف معنوياً فيما بينها حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05

2. الصفات الريولوجية التي قيست بجهاز الاكستنسوكراف

أ. الطاقة او المساحة (سم^2)

اظهرت نتائج جدول 4 وجود فروق معنوية بين التراكيب الوراثية، اذ اعطى التركيب V2 اعلى طاقة بلغ 190 سم٢ ولم يختلف معنويا عن التركيب V3، في حين اعطى التركيب V1 اقل طاقة بلغ 85 سم٢، الطاقة هي مقياس مهم لمعرفة قوة الكلوتين، وكلما زادت المساحة تحت المنحنى دلت على قوة الطحين [15]. اشار Edward [11] الى ان طاقة الاكستنسوكراف للطحين الملائم للخبز الاعتيادي تتراوح من 120–140 سم٢. يدل هذا على ان نوعية وقوة الكلوتين تكون افضل في التراكيب الوراثية V2 وV3 مقارنة بالتراكيب الوراثية الاخرى.

ب. مقاومة المطاطية

يبين جدول 4 وجود فرق معنوي ($P<0.05$) في مقاومة المطاطية بعد مدة حضن 135 دقيقة، اذ سجل التركيب الوراثي V2 اعلى متوسط للصفة بلغ 483 وحدة برابندر، بينما سجل التركيب الوراثي V1 اقل متوسط

قيمته 259 وحدة برابندر. بين Ciffi, et al. [8] بأن الكلوتين يتكون من الكليادين والكلوتين، وان الكلوتين مسؤول عن مقاومة العجين والكليادين يسهم في المطاطية، وهما مفهومان متعاكسان. وفي دراسة اخرى وجد انه عندما تزداد نسبة الكلوتين يصبح العجين أكثر مقاومة للشد، بينما تسبب زيادة الكليادين ارتفاع المطاطية كما بينه [7] Barak, et al.، ومن المحتمل بان اختلاف نسبتيهما في كلوتين التراكيب المدروسة هو ما يفسر الاختلافات في صفة مقاومة المطاطية، اذ وجود الكلوتين بنسبة اعلى في التركيب الوراثي V2 ادى الى زيادة مقاومة المطاطية ونسبته اقل في بقية التراكيب الوراثية ادى الى انخفاض مقاومة المطاطية.

ج. المطاطية

بينت نتائج الجدول 4 وجود فروق معنوية بين التراكيب الوراثية في هذه الصفة وكانت اعلاها 309 ملم عند التركيب V2، فيما أشار Zain El-abideen (29) الى ان القيم المفضلة لعمل الخبازين كانت بين 185 – 395 وحدة برابندر ومن 155 – 220 ملم لكل من مقاومة المطاطية والمطاطية. اي كلما كان الفرق بين مقاومة المطاطية والمطاطية عالي كانت مواصفات العجين جيدة كما هو الحال في التركيب الوراثي V2.

جدول4: صفات عجينة طحين الحنطة للتراكيب الوراثية المقاسة بجهاز الاكستنسوكراف بعد 135 دقيقة

التركيب الوراثي	الطاقة (سم٢)	مقاومة المطاطية (وحدة برابندر)	المطاطية (ملم)
V1	85 c	259 c	178 c
V2	190 a	483 a	309 a
V3	179 a	368 b	259 ab
V4	133 b	334 bc	207 bc
V5	160 ab	290 bc	236 bc

المتوسطات التي تحمل أحرف متشابهة لا تختلف معنوياً فيما بينها حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05

3. فحص انزيم الفا أميليز للتراكيب الوراثية (رقم السقوط Falling Number)

اظهرت نتائج الفحص نشاطاً انزيمياً ضعيفاً للتراكيب الوراثية جميعها، اذ سجلت التراكيب الوراثية متوسطات عالية لرقم السقوط تراوحت من 435 – 675 ثانية، وهذا يرجع إلى انخفاض الرطوبة في الحبوب نتيجة الظروف الحارة والجافة في اثناء موسم الحصاد. ان الحدود المقبولة والملائمة لتصنيع الخبز التي ذكرها Zain El-abideen (29) تتراوح بين (213 –446) ثانية.

4. نسب الكلوتين الكلي والجاف ومؤشر الكلوتين

أ. الكلوتين الكلي (الرطب)

يعد تقدير نسبة الكلوتين الكلي في الطحين مهماً جداً لانه مؤشراً مهماً على قوة الطحين وجودته وهو انعكاساً لنسبة البروتين ويدل على جودة الحنطة ومدى ملائمته لصناعة الخبز، كما ويعطي مؤشراً عن الصفات الريولوجية المتوقعة للعجينة (10). اذ يشر الجدول 5 الى وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين التراكيب الوراثية في نسبة الكلوتين الرطب وبلغ اعلى متوسطاً 38% للتركيب الوراثي V2، فيما سجل التركيب الوراثي V5 اقل متوسطاً وقيمته 25%. تعود الاختلافات في نسبة الكلوتين الرطب بين اصناف الحنطة الى الاختلافات في التركيبة الوراثية لهذه الاصناف. وتتراوح النسبة الجيدة للكلوتين الرطب بين 30.3 – 36.5٪ كما بين Mousa [20]، وذكر Abbadi [2] ان مواصفات الطحين المنتج في العراق يجب ان لاتقل نسبة الكلوتين عن 25%. وكانت النتائج المستحصلة متوافقة مع البحوث المذكورة انفا. يعد الكلوتين الجزء المهم من بروتينات الحنطة الذي يمثل 85 % من مجموع البروتين وله اهمية في تكوين

شبكة الكلوتين المسؤولة عن قوة وضعف العجين والقدرة على الاحتفاظ بغازات التخمر التي تســاعد على نفاشية العجين[26].

ب. الكلوتين الجاف

يشير جدول 5 الى وجود اختلافات معنوية ($P<0.05$) في نسبة الكلوتين الجاف وسجلت اعلى نسبة مقدارها 12.3% للتركيب الوراثي V2، وادناها للتركيب الوراثي V5 بلغت 8.2%، وتتراوح نسبة الكلوتين الجاف بين 8.44 – 11.77% في طحين الحنطة الصلبة [12]. وكانت النتائج متفقة مع البحث السابق. وجود الفروق في نسب الكلوتين الرطب والجاف يتأثر بدرجة كبيرة في التراكيب الوراثية والعوامل البيئية، فضلاً عن التداخل الوراثي والبيئي واشارت العديد من الدراسات السابقة في ذلك المجال الى ان جودة الكلوتين وقوته اظهرتا تأثراً كبيراً في العامل الوراثي اكثر من العامل البيئي [23]. ان سبب زيادة الكلوتين الجاف في التركيب الوراثي V2 قد تعود الى زيادة نسبة الكلوتين الرطب وزيادة نسبة البروتين الكلي للحبوب.

ج. مؤشر الكلوتين (Gluten Index)

بينت نتائج جدول 5 وجود فروق معنوية بين التراكيب الوراثية، وسجل التركيب الوراثي V5 اعلى متوسطاً بلغ 92%، واختلف معنوياً فقط مع التركيب الوراثي V1 الذي سجل اقل متوسطاً للصفة بلغ 12%. مؤشر الكلوتين (GI) هو معيار يحدد ما إذا كانت جودة الكلوتين ضعيفة GI <30%، أو طبيعية GI=30–80%، أو قوية GI> 80% [9]. ان القيمة المطلوبة لمؤشر الكلوتين في الطحين القوي تتراوح من 60–90% [27]. بين Schopf, [24] et al.، ان قوة الكلوتين لها عملاً مهماً في تحديد القابلية التصنيعية لطحين الحنطة ونوعية الخبز المنتج. ان زيادة نسبة مؤشر الكلوتين في التراكيب الوراثية V2وV3 وV4 وV5 هي نتيجة لزيادة نسبة البروتين القوي الموجود في الكلوتين.

جدول 5: نسب الكلوتين الكلي والجاف ومؤشر الكلوتين للتراكيب الوراثية.

التركيب الوراثي	الكلوتين الكلي %	الكلوتين الجاف %	مؤشر الكلوتين %
V1	33 b	10.2 b	12 b
V2	38 a	12.3 a	58 a
V3	32 b	10.4 b	91 a
V4	32 b	10.2 b	88 a
V5	25 c	8.2 c	92 a

المتوسطات التي تحمل أحرف متشابهة لا تختلف معنوياً فيما بينها حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05

الاستنتاج

اعتماداً على نتائج تقويم الصفات المذكورة في أعلاه يتضح بان اداء التركيبين الوراثيين V1 و V5 كان الاقل من الناحية الانتاجية والنوعية فيما امتاز التركيب الوراثي V4 بقيم عالية لحاصل الحبوب وقيم متوسطة للنوعية (قراءات الفارينوكراف والاكستنسوكراف)، اما التركيبان الوراثيان V2 وV3 فقد تفوقا في الصفات الانتاجية والنوعية (الخبازية) اذ امتلكا متوسطات عالية لحاصل الحبوب ومكوناته ومعظم الصفات الريولوجية وكمية وقوة الكلوتين، وبذلك فان صلاحيتها لعمل الخبز العراقي جيدة وهذه الصفات مجتمعة تؤهلها لان تكون مرشحة للتقديم الى اللجنة الوطنية لتسجيل واعتماد وحماية الاصناف الزراعية لغرض اعتمادها.

REFERENCES

1- AACC (2000). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th ed. AACC, St. Paul, MN, USA.

2- Abbadi, F. A. (2020). Technical milling of wheat grains. Iraqi Ministry of Trade - General Company for Manufacturing of Grain.

3- Abdulmola, N. A. (2013). Comparative study of chemical, physical and rheological properties of some local Libyan wheat. J. Food and Dairy Sci., Mansoura Univ., Vol. 4 (3): 27 – 35.

4- Aberham, H. (1975). Proposed classification of dough properties. Food Sci. Tech. 73(16).

5- Al-Hassan, M. F. H. (2011). Understanding the mechanism of branching in several cultivars of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) by the effect of seeding rate, nitrogen level, and its relationship to grain yield and its components. PhD Dissertation. College of Agriculture- University of Baghdad.

6- Anjum, F.M.; M.R. Khan; A. Din; M. Saeed, and I. Pasha, M.U. Arshad (2007). Wheat Gluten: High Molecular Weight Glutenin Subunits– Structure, Genetics, and Relation to Dough Elasticity. J. Food Sci., 72:56–63.

7- Barak, S.; D. Mudgil, and B. S. Khatkar (2013). Relationship of gliadin and glutenin proteins with dough rheology, flour pasting and bread making performance of wheat varieties. LWT- Food Science and Technology 51(1), 211-217.

8- Ciffi, M.; L. Tozzi, and D. Lafiandra (1996). Relationship between flour protein composition determined by size-exclusion high-performance liquid chromatography and dough rheological parameters. Cereal Chemistry. 73: 346-351.

9- Cubadda, R.; M. Carcea, and L.A. Pasqui (1992). Suitability of the gluten index method for assessing gluten strength in durum wheat and semolina. Cereal Foods World, 37 (12), 866–869.

10- Dreccer, M.F.; S.C. Chapman; A.R. Rattey; J. Neal; Y. Song; J.T. Christopher, and M. Reynolds (2013). Developmental and growth controls of tillering and water-soluble carbohydrate accumulation in contrasting wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes: can we dissect them? Journal of Experimental Botany, 64(1): 143–160.

11- Edward, P.W. (2007). Flour Testing in: Science of Baking Products. First ed. The Royal Society of chemistry; P. 139-153.

12- Elagib, E.; E. Bureng, and B. Mohamed (2004). Proteins and baking quality of three Sudanese wheat cultivars ı. The relationship between protein soluble fractions and bread making properties U. of K. J. Agric. Sic. 12 (3).

13- Fadle, J. A.; M. S. Shaiban and M. A. Obadi. (2010). Comparison of the physical, chemical, rheological and baking properties of some local and imported wheat varieties. Ass. Univ. Bull. Environ. Res. Vol. (13) No. (2).

14- Filip, E.; K. Woronko; E. Stepien, and N. Czarniecka (2023). An Overview of Factors Affecting the Functional Quality of Common Wheat (*Triticum aestivum* L.). Int. J. Mol. Sci. 2023, 24, 7524.

15- Hasan, S. T. (2015). Study of the symbiotic role of some enzymes in improving the bread quality, PhD Dissertation, Department of Food Sciences - College of Agriculture and Forestry - University of Mosul.

16- Jadoua, K. A. (1995). Wheat Facts and Guidelines. Ministry of Agriculture Publications. The General Authority for Agricultural Extension and Cooperation.

17- Kinabas, S.; K. Yagdi (2013). Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties Different annealing moisture and the time Quality Features Effects. 2 Uludag University Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Bursa.

18- Knezevic, D.; V. Zecevic; S. Stamenkovic; S. Atanasijevic, and B. Milosevic (2013). Variability of number of kernels per spike in wheat cultivars (Triticum aestivum L.). Journal of Central European Agriculture. 13(3):608-614

19- Kumar, A.; R. Singh; G. Singh; R.K. Sharma; M.S. Saharan; R.S. Chhokar; B.S. Tyagi; R. Sendhil; R. Chand, and I. Sharma (2014). Wheat cultivation in India (Pocket Guide), Directorate of Wheat Research Karnal-132 001, Extension Bulletin, (52) 34.

20- Mousa, M. A. (2007). Using HPLC technology to determine the identity of local wheat varieties based on the separation of gliadin, glutenin and their parts to determine their suitability for bread making. PhD Dissertation. College of Agriculture- University of Baghdad.

21- Muhamad, M.W.; A.K. Barzan; D.M. Karwan and M.A. Hardi (2021). Evaluation of Some Genotypes of Bread Wheat Cultivated in Sulaimanyah City for Their Physical, Chemical and Rheological Traits. J. of Kirkuk Univ. for Agri. Sci. 12(1):86-102.

22- Naes, M. A. (2016). Performance of pure lines of bread wheat under seed rates. Master Thesis. College of Agriculture - University of Baghdad.

23- Peterson, C.J.; R.A. Graybosch; P.S. Baenziger, and A.W. Grombacher (1992). Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat. Crop Sci., 32: 98–103.

24- Schopf, M.; M.C. Wehrli; T. Becker (2021). Fundamental characterization of wheat gluten. Eur Food Res Technol 247:985–997.

25- Shumate, B. (2020). Predicting Farinograph Stability of Wheat Flour with Mixograph and Glutomatic Tests. M. Sc. Thesis, Dept. of Plant Science., Univ. of South Dakota. p. 87.

26- Sramkova, Z.; E. Gregova, and E. Sturdik (2009). Chemical Composition and Nutritional Quality of Wheat Grain. Acta Chimica Slovaca, 2(1):115-138.

27- Unal, S. S. (2002). The methods used in the importance of quality wheat and determination. Grain cereals 2002 Technology Conference and Exhibition. Gaziantep.pp:25-37.

28- Urade, R.; S. Nobuhiro, and M. Sugiyama (2018). Gliadins from wheat grain: an overview, from primary structure to nanostructures of aggregates. Biophysical Reviews, 10:435–443.

29- Zain El-abideen, M. W. (1979). Study of install specification standard flour appropriate to the production of bread and Iraq's samoon. A Thesis of Master of Science in Food Science. In The Department of Food Science. Collage of Agriculture. Baghdad University.

IRAQI JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH (IJAR)
Ministry of Agriculture
ISSN Print: 2790-5306 - ISSN Online: 2790-5314
www.ijarmoa.gov.iq - OPEN ACCESS
Vol. 28 No. (1) 2024

DOI: https://doi.org/10.65814/ijar.2024.28.1.1

EVALUATION OF RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS, YIELD AND ITS COMPONENTS IN SOME BREAD WHEAT GENOTYPES

E. K. Hashim[1] **L. K. Hassan[1]**
H. S. Ali[1] **H. J. Ramadhan[1]**

E-mail: dr.emadkhalil2021@gmail.com

©2024 Office of Agricultural Research, Ministry of Agriculture. This is an-open access article under the CC by Licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

ABSTRACT

The quality properties of grain are an important factor in determining the final use of wheat flour and contribute to increasing the performance of the value chain. Therefore, quality properties are one of the main objectives of wheat breeding programs, as they are taken into account in the process of developing new varieties. Therefore, the current study aims to evaluate the grain yield, its components, and the chemical and rheological properties of five bread wheat genotypes, namely: (Doma 6, 2MA, 8-T2-49, 11-T3-50, and 13-T4-30). These genotypes were planted in mid-November at the Al-Suwaira Research Station Agricultural Research Office. During the years 2020 and 2021. The results showed that there were significant differences in grain yield, its components, where the genotypes (2MA, 11-T3-50 and 8-T2-49) exceeded in grain yield and gave averages (5340, 5833, 5213) and (6873, 6849, 6460) kg .hectare for the first and second seasons of study, respectively. This superiority in grain yield was the result of having high combinations of yield components. The results also showed significant differences in farinograph parameters, where the values ranged (61.4 - 67.7) % for water absorption and (4.3 - 7.8) minutes for dough development time and (4.2 - 11.8) minutes for dough stability and (71 - 150) for the degree of farinograph. The differences in extensograph tests were also significant, and the values ranged (85 - 190) cm^2 for area under the curve and (259 - 483) Brabender units for resistance and (178 - 309) mm for extensibility. Significant differences were also found between genotypes in the percentage of the wet and dry gluten and the gluten index, and the values ranged (25 - 38) %, (8.2 - 12.3) % and (12-92) % of these properties, respectively.

The two genotypes (2MA and 8-T2-49) showed superiority in the productivity and quality characteristics. As they possessed the highest averages of grain yield and its components and the best values for most of the rheological characteristics and the quantity and strength of the gluten and these characteristics qualify it to be a candidate for submission for registration and release.

Keywords: Grain Yield, Yield components, Bread wheat, Farinograph, Extensograph, Gluten

[1] **Agricultural Research Office, Ministry of Agriculture، Baghdad, Iraq.**

Received: September 14, 2023
Accepted: January 21, 2024
Available online: July 25, 2024