تأثير المعاملة بأنزيم ترانس كلوتامنيز على بعض الخصائص الريولوجية لطحين الحنطة العراقية – صنف الرشيد

حسين جعفر رمضان
كلية الزراعة – جامعة بغداد

جاسم محيسن ناصر
كلية الزراعة – جامعة بغداد

Email:hussain199218@yahoo.com

المستخلص

اجريت الدراسة الحالية للتحقق من إمكانية تحسين الخواص الكيميائية والريولوجية لعجينة طحين الحنطة العراقية (صنف الرشيد) وذلك بإضافة أنزيم ترانس كلوتامينيز البكتيري. كان الطحين المستخدم في البحث ضعيف النوعية، وان زمن نضج وثبات العجينة منخفضان، واللزوجة القصوى له مرتفعة عن الحد الطبيعي للطحين الصالح لصناعة الخبز، كما أن مقاومة المطاطية والمطاطية ومساحة المنحنى ونسبة البروتين كانت منخفضة أيضا". تمت معاملة الطحين المستخدم بتراكيز مختلفة من أنزيم ترانس كلوتامينيز (10 ، 30 ، 50 ، 100 ،150 وحدة / 100 غم طحين) . كان التركيز 30 وحدة / 100 غم طحين هو الأفضل معنويا، فقد أعطى أعلى مقاومة للمطاطية ومساحة منحنى ومقاومة قصوى مقارنة مع معاملة السيطرة وبقية المعاملات ، كما أظهرت المعاملة 50 وحدة / 100 غم طحين زيادة معنوية في كل من محتوى الكلوتين الجاف والكلوتين الرطب (القوي). أظهرت نتائج معاملة الطحين بتراكيز مختلفة من الأنزيم ارتفاع معنوي في مؤشر الكلوتين ولكل المعاملات.

الكلمات المفتاحية : انزيم الكلوتامنيز – الخصائص الريولوجية – الحنطة العراقية .

البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الاول .

Effect of transglutaminase enzyme treatment on some rheological properties for the Iraqi wheat flour of Al-Rasheed class

Hussein Jaafer Ramadhan **Jassim M. Nasir**
College of Agriculture- University of Baghdad

Abstract

The current study was undertaken to explore the possibility of improving chemical and rheological properties of Iraqi wheat flour dough (Al-Rasheed Class), by adding bacterial transglutaminase enzyme. The flour used currently was poor quality, as the development time and stability of the dough were low and the greatest viscosity was up from the normal limit of the flour suitable for the bread industry. The extension resistance, extensibility, extensograph area as well as the protein percentage was low. The flour treated with different concentrations of transglutaminase enzyme (10, 30, 50, 100 and 150 units /100 gm flour). Greater extension resistance, extensograph area and greatest resistance were obtained using 30 unit /100 gm flour transglutaminase as com-

pared with the control and remaining treatment. Moreover, 50 unit/100 gm flour of transglutaminase revealed a significant increase in strong and dry gluten content. Flour treated with all transglutaminase concentration exhibited the significantly greater gluten index.

Key words: Transglutaminase enzyme,Rheological properties,Iraqi wheat

المقدمة

منذ العصور القديمة وحتى وقتنا الحاضر بقي الخبز المادة الاساسية التي تقدم في وجبات الطعام لدى الناس الفقراء منهم والاغنياء ، ان تاريخ صناعة الخبز يعود الى العصر الحجري ، ويعد الخبز من اقدم الاغذية المحضرة ، ويشكل المكون الرئيس من غذاء الانسان في اجزاء عديدة من العالم [10]. اذ يتميز الخبز باحتواءه على العديد من العناصر المهمة التي يحتاجها جسم الانسان (البروتين ، الكاربوهيدرات ، الدهن ، والعديد من العناصر المعدنية وبعض الفيتامينات). ان محاولات المحافظة على صفات الخبز المرغوبة وتحسينه من حيث المظهر والنكهة والطعم والقيمة الغذائية اضافة الى محاولات الحفاظ على جعله طازجا لاطول مدة زمنية ممكنة نال اهتمام الباحثين وهو عمل ذو قيمة علمية واقتصادية في وقت واحد [20]و [24] . تعتمد عملية صناعة الخبز وجودته بصورة رئيسة على المكونات الداخلة في تركيبه والتي تشمل الطحين والخميرة والملح والماء ، فضلا عن مضافات اخرى يمكن استخدامها لتحسين تركيبة العجينة وقابليتها على التشكل وتحملها للعمليات التصنيعية فضلا عن تحسين جودة المنتوج من حيث حجم الخبز وتركيب اللب ومدة الصلاحية والنكهة واللون، وتتعلق كل هذه الصفات بخواص الكلوتين والكاربوهيدرات والصبغات الموجودة في الطحين [25] . ان انواع حنطة الخبز تقسم بصورة عامة حسب اصنافها الى نوعين من الحنطة، هما الحنطة الصلبة Hard wheat والتي تمتاز بمحتواها البروتيني العالي، اما النوع الاخر فتسمى الحنطة الناعمة او الطرية Soft wheat ، والتي تتميز اصناف هذه الحنطة بمحتواها البروتيني المنخفض نسبيا وكلوتينها الضعيف [2] . ان معاملة الطحين بالانزيم يعتبر بديلا مهما للحصول على التغييرات المطلوبة في تركيب العجينة، ومن ثم الى تحسين خواصها الوظيفية، وتعد هذه الانزيمات على العموم انها مامونة الاستخدام GRAS (Generally Recognized As Safe) [12]. ان تاريخ أول أستخدام للانزيمات في عمليات الخبز يعود الى أكثر من قرن [22] . هنالك الكثير من الانزيمات قد تم انتاجها في وقتنا الحاضر خصيصا لاستخدامها في صناعة الخبز ولاغراض متنوعة، وان هذه الانزيمات تحفز على تكوين الاواصر التساهمية بين السلاسل الببتيدية ضمن جزيئة البروتين او بين الجزيئات المختلفة مما يؤدي الى تحسين السلوك الوظيفي للعجينة خلال عملية تصنيع الخبز[16] . ان اضافة بعض الانزيمات الى العجينة تعمل على تحسين عملية السيطرة على انتاج الخبز وتسبب تقليل الزمن اللازم للانتاج وتاخير تجلد المنتوج والتغلب على مشكلة اختلاف نوع الطحين والاستغناء عن بعض المستحلبات والمضافات الكيميائية [23]. ان كل انزيم مستخدم في تحسين صفات الطحين والعجين والخبز يؤثر في مكون ما [12] . أن المعاملة بإنزيم ناقل الكلوتامين Transglutaminase(TG–ase) عملت على تقوية الشبكة الكلوتنية

وجعلت الكلوتين أقل حساسية تجاه الحرارة ، فضلا عن ان الانزيم يعمل على تكوين جسور ثنائية الكبريت بين وحدات الاحماض الامينية المتجاورة والحاوية على الكبريت [17] . تعتبر الحنطة العراقية من النوع الثاني اي الحنطة الناعمة (الطرية) والتي تمتاز بانها ضعيفة لكون بروتينها منخفض وكلوتينها ضعيف، لذا فهي تحتاج الى اضافة المحسنات الى الطحين لغرض تحسين صفاته والاستفادة منه في تحضير المنتجات الغذائية وخاصة في عمل الخبز. لذا فان الهدف من هذه الدراسة هو لتحسين صفات الخبز المنتج من الحنطة العراقية باستخدام انزيم ناقل الكلوتامين (TG–ase) بتراكيز مختلفة ومعرفة أفضل تركيز يضاف الى الطحين لاعطاء الصفات المرغوبة في الخبز.

مواد وطرق العمل :

1 – نموذج الطحين المستخدم : تم الحصول على حنطة الرشيد *Triticum aestivum* من مركز تكنولوجيا البذور التابع لوزارة العلوم والتكنولوجيا ثم تم حفظها في الثلاجة بعدها تم اجراء العمليات التالية على نموذج الحنطة :

1 – تنقية الحنطة من الشوائب (البذور الفارغة والمكسورة والمواد الغريبة) .

2 – ترطيب النموذج بماء الحنفية العادي بدرجة حرارة الغرفة وذلك باضافة كمية من الماء الى الاوعية الحاوية على نموذج الحنطة . وتم حساب كمية الماء المضاف (مل) حسب المعادلة الاتية :

$$\text{كمية الماء المضافة (مل)} = \left[1 - \frac{5.20-100}{15-100} \right] \times 1000$$

وكانت كمية الماء المضافة 115 مل / كغم من الحنطة .

3 – ترك النموذج بعد الترطيب مع التقليب لعدة مرات لمدة 48 ساعة ، وكان الترطيب على دفعتين كل دفعة لمدة 24 ساعة .

5 – طحن النموذج بمطحنة مختبرية (Laboratory Mill) من شركة برابندر (Brabender) الالمانية في مختبر قسم علوم الاغذية / كلية الزراعة بدرجة استخلاص 65–70% . وتم حساب نسبة الاستخلاص (انتاجية الطحين) حسب المعادلة الاتية :

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

6 – اجراء عملية النخل بمنخل قطر فتحاته 150 مايكرون.

7 – ثم حفظ الطحين في اكياس متعدد الاثيلين في الثلاجة بدرجة حرارة (4–5) م° لحين اجراء الفحوصات اللاحقة عليه .

2 – الانزيم المستخدم : تم استعمال انزيم ناقل الكلوتامين Transglutaminas (TG–ase) بفعالية انزيمية مقدارها (100 وحدة / غم) من شركة Ajinomoto .

3–الاختبارات الكميائية للحنطة :

1– تقدير نسبة الرطوبة .Moisture deter : تم تقدير نسبة الرطوبة بإستعمال الطريقة القياسية لرابطة كيميائي الحبوب الامريكية AACC ذات الرقم (19–44) [4].

2 – تقدير نسبة البروتين .Protein deter : تم تقدير نسبة البروتين باستعمال طريقة مايكروكلدال القياسية رقم (12–46) [4] ، وبأستعمال الثابت (5.7XN) .

3 – تقدير نسبة الرماد .Ash deter : قدرت نسبة الرماد حسب الطريقة القياسية رقم (0.1–0.8) [4] .

4 – تقدير نسبة الدهن .Fat deter :تم تقدير نسبة الدهن بأستعمال جهاز السوكسليت Soxhelt وحسب الطريقة القياسية المعتمدة رقم (3–44) [8] بأستعمال الايثر الاثيلي الجاف.

5 – تقدير نسبة الألياف .Fiber deter :تم تقدير الألياف بأستعمال الطريقة القياسية المثبتة في [7] .

6 – تقدير نسبة الكاربوهيدرات الكلية. Total carbohydrate deter: قدرت نسبة الكاربوهيدرات بحساب الفرق بعد جمع نسبة البروتين والرماد والدهن والالياف والرطوبة وطرحها من 100% ويمثل الفرق نسبة الكربوهيدرات الكلية .

4 –الاختبارات الكميائية للطحين :

1–تقدير نسبة الرطوبة والبروتين والرماد: قدرت نسبة الرطوبة والبروتين والرماد في الطحين باستخدام جهاز Inframatic من شركة perten Instrument السويدية وذلك بوضع كمية من الطحين في شق خاص موجود في الجهاز .

2– تقدير نسبة الدهن : تم تقدير نسبة الدهن بأستعمال جهاز السوكسليت Soxhelt وحسب الطريقة القياسية المعتمدة رقم (3–44) [8] .

3 – تقدير نسبة الألياف .Fiber deter :تم تقدير الألياف بأستعمال الطريقة القياسية المثبتة في [7] .

4– تقدير نسبة الكاربوهيدرات الكلية : قدرت نسبة الكاربوهيدرات بحساب الفرق بعد جمع نسبة البروتين والرماد والدهن والالياف والرطوبة وطرحها من 100% ويمثل الفرق نسبة الكربوهيدرات الكلية .

5– تقدير نسبة الكلوتين الرطب والجاف ومؤشر الكلوتين : حيث تم استخدام جهاز الكلوتين الرطب (Glutomatic 2200 system) ، وجهاز الكلوتين الجاف (Glutork 2020) ، وجهاز الطرد المركزي (Centrifugal Gluten) ، من شركة perten Instrument السويدية . واستخدمت الطريقة الواردة في [5] والمرقمة (12–38) .

اما المعادلات المستخدمة في حساب نسب المكونات المطلوبة فكانت :

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

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

مؤشر الكلوتين = وزن الكلوتين الرطب الكلي– وزن الكلوتين الضعيف/ وزن الكلوتين الرطب الكلي× 100

5 – تقدير الخواص الريولوجية للطحين :

1–اختبار الفارينوكراف Farinograph Test

تم اجراء اختبار الفارينوكراف بوساطة جهاز (Farinograph) من شركة برابندر (Brabender) الالمانية . وفق الطريقة المذكورة في [5] رقم (21–54) باستخدام 300 غم طحين على اساس نسبة رطوبة 14% .

2– اختبار الاكستنسوكراف Extensograph Test

تم اجراء اختبار الاكستنسوكراف بوساطة جهاز (Extensograph) من شركة برابندر (Brabender) الالمانية وفق الطريقة المذكورة في [5] رقم (10-54) ، اذ تم هذا الاختبار لثلاث فترات تخمر هي 45 ، 90، 135 دقيقة واستخدم جهاز الفارينوكراف المذكور سابقا لتحضير العجينة لوضعها في جهاز الاكستنسوكراف .

3-اختبار الاميلوكراف Amylograph Test

تم اجراء اختبار الاميلوكراف بوساطة جهاز (Amylograph) من شركة برابندر (Brabender) الالمانية وفق الطريقة المذكورة في [5] رقم (10-22)، يفيد هذا الجهاز في التعرف على درجة نشاط الاميليز في الطحين (وهو فحص يستخدم لتقدير درجة الحرارة الابتدائية للجلتنة ودرجة حرارة الجلتنة واللزوجة القصوى للطحين) .

التحليل الاحصائي

استعمل البرنامج الإحصائي [21] Statistical Analysis System في تحليل البيانات لدراسة تأثير المعاملات المختلفة في الصفات المدروسة وفق تصميم عشوائي كامل (CRD)، وقورنت الفروق المعنوية بين المتوسطات باختبار أقل فرق معنوي (LSD) فضلا عن اختبار [14] متعدد الحدود.

الانموذج الرياضي:

$$Yij = \mu + Ti + eij$$

أذ أن :

Yij: قيمة المشاهدة j العائدة للمعاملة i.

μ : المتوسط العام للصفة المدروسة.

Ti: تأثير المعاملة i .

eij: الخطأ العشوائي الذي يتوزع توزيعا طبيعيا بمتوسط يساوي صفر وتباين قدره $\sigma^2 e$.

المعاملات الانزيمية التي تم استخدامها :

تم استخدام خمسة معاملات انزيمية ومعاملة السيطرة باستعمال الطحين الناتج من عملية الطحن المختبري في اجراء الفحوصات الريولوجية وكانت (صفر ، 10 ، 30 ، 50 ، 100 ، 150 وحدة من الانزيم / 100 غم طحين) على التوالي .

النتائج والمناقشة :

1 – دراسة التركيب الكيميائي للحنطة:

يتبين من الجدول (1) نسب مكونات التركيب الكيميائي للحنطة واتضح ان نسبة الرطوبة في الحنطة كانت 5.20% ، ونسبة البروتين 11.14% ، في حين ان نسبة البروتين في الحنطة اللينة 9-12% [1] ، وكانت النسبة مقاربة لها ، وكانت نسبة الدهن 2.10% وهي متوافقة مع دراسة سابقة [13]، اما نسبة الرماد فكانت 1.65% وهي مقاربة لما وجدت في دراسة سابقة اذ كانت 1.7% [19]. بينما سجلت نسبة الالياف 4.18% ونسبة الكاربوهيدرات الكلية 75.73% كما في جدول (1) .

جدول (1) نتائج الفحص الكيمياوي للحنطة المدروسة

ت	المكونات	النسبة المئوية
1	الرطوبة	5.20
2	البروتين	11.14
3	الدهن	2.10
4	الرماد	1.65
5	الألياف	4.18
6	الكربوهيدرات الكلية	75.73

2 – صفات طحين الحنطة المستخدم:

تم تقدير نسبة الرطوبة والبروتين والرماد في الطحين وذلك لان الرطوبة تعتبر من العوامل المهمة في تحديد جودة الطحين ولمعرفة نسبة امتصاصية الطحين للماء ، اما نسبة البروتين فلها اهمية في جودة المنتوج ، في حين ان نسبة الرماد تكون مهمة في تحديد جودة الطحين التصنيعية ولها دلالة على مهارة عملية الطحن . ويتضح من الجدول (2) تقدير النسب المئوية للصفات الكيميائية اذ كانت نسبة الرطوبة للطحين 14.6% وهي ضمن النسبة المفضلة للخبازين 11.5–15.2% [3]. اما نسبة البروتين فكانت 10.7% . أما الصفات الريولوجية التي قيست بجهاز الفارينوكراف والتي اشار اليها الجدول (2) فكانت نسبة امتصاص الماء 56.8% وهي كمية الماء (مل) بدرجة حرارة 30 م° التي يحتاجها الطحين للوصول بالفارينوكراف الى خط 500 وحدة برابندر ، اما زمن ثبات العجينة فكان 3.3 دقيقة وهي المدة الزمنية (بالدقائق) منذ صعود مؤشر الفارينوكراف الى نقطة 500 وحدة برابندر الى حين نزوله عن هذه النقطة ، وزمن نضج العجينة 3.5 دقيقة وهو الزمن بالدقائق منذ اضافة الماء (Zero time) لتكوين العجينة الى حين الوصول الى اعلى نقطة (قمة المنحنى) في المخطط حيث تكون شبكة الكلوتين قد تكاملت ، فيما أشار[3] في دراسته ان نسبة امتصاص الماء للخبازين كانت 50.7–61.1% وزمن الثبات 5–11 دقيقة ، في حين أشار [15] في دراسته ان طحين الحنطة اللين (Soft wheat flour) يتراوح زمن الثباتية فيه 3–5 دقيقة و زمن نضج العجينة من 2– 4 دقيقة وهي متفقة مع نتائجنا. يبين الجدول (2) ان الصفات الريولوجية التي قيست بجهاز الاكستنسوكراف بعد مدة حضن 135 دقيقة هي مقاومة المطاطية وسجلت 211 وحدة برابندر والمطاطية 211 ملم ومساحة المنحنى 61 سم² ، فيما أشار [3] الى ان القيم المفضلة لعمل الخبازين كانت بين 185 – 395 وحدة برابندر و155 – 220 ملم و 50–135 سم² لكل من مقاومة المطاطية والمطاطية والمساحة على التوالي . كما عد [15] ان مساحة الاكستنسوكراف لطحين الحنطة اللين هي ما بين 60 – 80 سم² وهي متفقة مع نتائجنا . اما صفة اللزوجة القصوى والذي تم اختبارها

بجهاز الاميلوكراف فيوضح الجدول (2) ان قيمتها 767 وحدة برابندر وهي قيمة مرتفعة (إذ يدل ارتفاع القيمة عن هذا المدى على انخفاض في الفعالية الانزيمية لانزيم الفا– اميليز) ، وان المدى من 400 – 600 وحدة برابندر هو المناسب لطحين الخبز الاعتيادي [18] .

جدول (2) نتائج فحوصات الصفات الكيميائية والريولوجية لنموذج طحين الحنطة المدروسة

ت	الصفات	القيم
1	الرطوبة	% 14.6
2	البروتين	%10.7
3	الرماد	% 0.69
4	الدهن	% 1.46
5	الالياف	% 1.47
6	الكاربوهيدرات	%71.08
7	امتصاص الماء	% 56.8
8	زمن النضج	3.5 دقيقة
9	زمن الثبات	3.3 دقيقة
10	المساحة	61 سم^2
11	مقاومة المطاطية	211 وحدة برابندر
12	المطاطية	211 ملم
13	اللزوجة القصوى	767 وحدة برابندر

3– تأثير اضافة انزيم ترانس كلوتامنيز في قيم الكلوتين الجاف والضعيف والقوي والكلي ومؤشر الكلوتين لطحين الحنطة المدروسة

يتبين من الجدول (3) حصول زيادة معنوية ($P<0.05$) في نسبة الكلوتين الجاف بزيادة تركيز الانزيم حتى اصبحت نسبته 10.9% باستخدام الانزيم بتركيز 50 وحدة/ 100 غم طحين ثم انخفض بازدياد تركيز الانزيم المضاف وكان الاختلاف معنويا" بين المعاملات ، كما يلاحظ حصول أنخفاض في نسبة الكلوتين الضعيف بزيادة تركيز الانزيم المضاف وكان الاختلاف معنويا" بين المعاملات، أما نسبة الكلوتين القوي فان النتائج تشير الى حصول زيادة في نسبته نتيجة اضافة الانزيم أذ اصبح 23.5% باستخدام الانزيم بتركيز 50 وحدة/ 100 غم طحين، وذلك لان فعالية الانزيم تؤدي الى الارتباط التقاطعي بين البروتينات اي تكوين الجسور العرضية مما يؤدي الى زيادة الوزن الجزيئي لجزيئة البروتينات المترابطة وبالتالي يؤدي الى زيادة نسبة الكلوتين القوي ثم انخفضت نسبة الكلوتين القوي بازدياد تركيز الانزيم المضاف وكان الاختلاف معنويا" بين المعاملات ومعاملة السيطرة ، وذلك لان زيادة تركيز الانزيم المضاف قد أدى الى زيادة الوزن الجزيئي للجزيئات الكبيرة من

البروتينات المترابطة بشكل كبير وذلك لزيادة الجسور العرضية بين البروتينات مما أدى الى تكسر هذه الجزيئات الكبيرة وبالتالي الى انخفاض نسبة الكلوتين القوي. أما نسبة الكلوتين الكلي فيوضح الجدول (3) ان اعلى نسبة له قد سجلت 32.6% عند استخدام الانزيم بتركيز 50 وحدة / 100 غم طحين، وذلك لان نسبة الكلوتين الكلي هي حاصل جمع الكلوتين الضعيف والقوي فعند زيادة نسبة الكلوتين القوي نتيجة زيادة الارتباط التقاطعي بين البروتينات لحد معين قد أدت الى زيادة نسبة الكلوتين الكلي وعند انخفاض نسبة الكلوتين القوي نتيجة تكسر الجزيئات الكبيرة بزيادة تركيز الانزيم مما أدت الى انخفاض نسبة الكلوتين الكلي الى 15.5% عند استخدام الانزيم بتركيز 150 وحدة/ 100 غم طحين وكان الاختلاف معنويا" بين المعاملات. اما مؤشر الكلوتين (الاندكس) فقد تبين من النتائج حصول زيادة في نسبته بأزدياد تركيز الانزيم المضاف وكان الاختلاف معنويا" بين المعاملات ، وذلك لان مؤشر الكلوتين هو عبارة عن قيمة حسابية ناتجة عن قسمة البسط اي الكلوتين القوي على المقام اي الكلوتين الكلي فعند نقصان قيمة البسط او زيادة قيمة المقام تكون القيمة الحسابية منخفضة وسجلت 39.11% عند تركيز 10 وحدة ، اما عند زيادة قيمة البسط او نقصان نسبة المقام بانخفاض نسبة الكلوتين الكلي تكون قيمة مؤشر الكلوتين مرتفعة اذ سجلت اعلاها نسبة 92.23% عند تركيز 150 وحدة.

جدول (3) تأثير أضافة أنزيم ترانس كلوتاميناز في قيم الكلوتين الجاف والضعيف والقوي والكلي ومؤشر الكلوتين لطحين الحنطة المدروسة

المعاملة الانزيمية (وحدة/100 غم طحين)	المتوسط ± الخطأ القياسي				
	نسبة الكلوتين الجاف (%)	نسبة الكلوتين الضعيف(%)	نسبة الكلوتين القوي(%)	نسبة الكلوتين الكلي (%)	مؤشر الكلوتين (الاندكس %)
العينة الضابطة	b 0.00± 9.60	1.2 a± 21.1	1.0 f±7.8	b 0.25± 28.85	e 3.70± 27.10
10 وحدة	b 0.30± 9.80	0.2 b± 17.9	e 0.3± 11.5	b 0.50± 29.40	d 0.36± 39.11
30 وحدة	ab 0.30± 10.10	0.4 c± 11.6	0.5 c±18.3	b 0.80± 29.90	c 0.04± 61.21
50 وحدة	a 0.20± 10.90	d 0.2 ± 9.1	a 0.3± 23.5	a 0.50± 32.60	b 0.18± 72.08
100 وحدة	c 0.40± 7.60	0.2 e± 1.9	b 0.4± 21.2	c 0.60± 23.10	a 0.65± 91.79
150 وحدة	d 0.20±5.30	0.3 e±1.2	d 0.4± 14.3	d 0.70± 15.50	a 1.59± 92.33
قيمة LSD	* 0.926	*1.93	* 1.87	* 2.023	* 5.790

* (P<0.05).

المتوسطات التي تحمل حروف مختلفة ضمن العمود الواحد تختلف معنويا فيما بينها .

4- تأثير اضافة انزيم ترانس كلوتامنيز في صفات عجينة طحين الحنطة العراقية المستخدمة والمقاسة

بجهاز الاكستنسوكراف :

يلاحظ من الجدول (4) حصول زيادة معنوية ($P<0.05$) في مقاومة المطاطية بزيادة تركيز انزيم ترانس كلوتامنيز ولكل مدد الحضن ، اذ سجلت اعلى مقاومة للمطاطية عند التركيز 30 وحدة / 100 غم طحين وكانت 444 ، 553 ،683 وحدة برابندر لمدد الحضن 45 ،90 ، 135 دقيقة على التوالي ، اذ لوحظ من النتائج وجود علاقة طردية بين مدة الحضن وارتفاع المقاومة، اي عند زيادة مدة الحضن فان فعالية الانزيم ازدادت مما أدت الى زيادة المقاومة، ولكن عند زيادة تركيز الانزيم الى اكثر من 50 وحدة /100 غم طحين تبين ان المقاومة بدأت بالانخفاض حتى اصبحت 190 وحدة برابندر عن التركيز 150 وحدة / 100 غم طحين ، اما المطاطية فقد حصل انخفاض فيها مقارنة بالعينة الضابطة وهذا الانخفاض كان يتناقص بزيادة تركيز الانزيم وزيادة مدة الحضن اذ سجلت المطاطية قيمة مقدارها 60 ملم عند التركيز 150 وحدة / 100 غم طحين ، وهذا ما أشار اليه [25] ان اضافة انزيم ترانس كلوتامينيز ادت الى زيادة كبيرة في مقاومة المطاطية ولكنها ادت الى خفض المطاطية ، وذلك لوجود علاقة عكسية بين مقاومة المطاطية والمطاطية اي عند زيادة احدهما يؤدي الى نقصان الثانية، اما المساحة فقد سجلت نفس القيمة السابقة للمعاملة الضابطة عند إضافة الانزيم بتركيز 10 وحدة / 100 غم طحين ثم ازدادت قيمتها عند تركيز 30 وحدة اذ سجلت 81 سم^2 ، ثم انخفضت تدريجيا بزيادة التركيز الى ان وصلت قيمتها 51 سم^2 عند التركيز 150 وحدة / 100 غم طحين ، في حين سجلت المقاومة القصوى اعلى قيمة عند تركيز الانزيم 150 وحدة/ 100 غم طحين واقل قيمة عند معاملة السيطرة وكانت هناك فروق معنوية بين المعاملات . يلاحظ من الجدول المذكور زيادة في المقاومة القصوى عند زيادة تركيز الانزيم المضاف ولكل مدد الحضن ونتيجة لهذه التغيرات فقد ارتفعت نسبة مقاومة المطاطية / المطاطية بزيادة تركيز الانزيم المضاف تدريجيا ولكل مدد الحضن على العموم وسجلت اعلى قيمة عند تركيز الانزيم 50 وحدة / 100 غم طحين ثم انخفضت بزيادة تركيز الانزيم . وجد ان افضل نسبة مقاومة المطاطية / المطاطية للطحين المناسب لتصنيع الخبز هي
(2 – 4) وان الانخفاض عن هذه النسب يعني ان العجين شديد الليونة وربما يكون سيالا وبالعكس عند ارتفاع القيمة عن (4) فهو يدل على قوته وقلة مرونته المناسبة للتمدد [11]. يتبين من الجدول (4) زيادة قيم المساحة ، مقاومة المطاطية ، المقاومة القصوى ، مقاومة المطاطية / مطاطية بزيادة تركيز الانزيم الى ان تصل الى اعلى قيمة ثم نقصانها وهذا عكس المطاطية حيث يلاحظ انخفاضها بزيادة تركيز الانزيم المضاف ، وهذا يدل على تدهور العجين بزيادة تركيز الانزيم عن حد معين . حيث ان التاثير السلبي للتراكيز العالية من الترانس كلوتامنيز في حجم الخبز قد يعود الى الجسور العرضية الكثيرة المتكونة التي تسبب زيادة غير طبيعية وغير مرغوبة في قوة العجينة [9] .

جدول (4) تأثير اضافة انزيم ترانس كلوتامنيز في صفات عجينة طحين الحنطة العراقية المستخدمة والمقاسة بجهاز الاكستنسوكراف

المعاملة الانزيمية (وحدة/100 غم طحين)	المساحة (سم^2)			مقاومة المطاطية (وحدة برابندر)			المطاطية (ملم)			المقاومة القصوى (وحدة برابندر)			مقاومة المطاطية /المطاطية		
	مدة الحضن (دقيقة)			مدة الحضن (دقيقة)			مدة الحضن (دقيقة)			مدة الحضن (دقيقة)			مدة الحضن (دقيقة)		
	45	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135
العينة الضابطة	b 66	a 69	b 61	c 215	d 226	d 211	a 226	a206	a211	d 242	e 260	d 235	c1.0	d 1.1	c 1.0
10 وحدة	c 58	b 61	b61	c 260	c 331	c 412	b 172	b 155	b 138	d 285	d 363	c 428	c 1.5	cd 2.1	b3.0
30 وحدة	a 74	a 73	a 81	a 444	a 553	a 683	c 145	c 119	c 107	b 447	c 557	b 684	b 3.1	ab 4.6	a 6.4
50 وحدة	cd 52	c 53	bc 56	b 392	b 482	b 582	d 108	d 94	c86	c 396	c 527	b 643	b 3.6	a 5.1	a6.8
100 وحدة	c 53	bc 54	c 52	a 483	b 491	c 457	e 67	de 85	c85	a 654	b 678	b 685	a 7.2	a 5.8	a 5.4
150 وحدة	d 45	c 49	c 51	c 218	d 231	d 190	e71	e 69	d 60	a 636	a 742	a 804	b 3.1	bc 3.4	b 3.1
قيمة LSD	* 7.5	*7.3	* 8.7	* 49.3	* 60.8	* 68.2	*23.6	*19.3	* 22.9	* 48.3	* 57.1	* 59.8	* 1.3	* 1.3	* 1.8

* ($P<0.05$). المتوسطات التي تحمل حروف مختلفة ضمن العمود الواحد تختلف معنويا فيما بينها.

المصادر :

1- السعيدي ، محمد عبد . 1983 . تكنولوجيا الحبوب . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، مطبعة جامعة الموصل .

2- جابر ، عبد الواحد شمخي . 1981 . دراسة لتثبيت نوعية المواد الاولية والمساعدة وطرق التصنيع لتحسين انتاج الخبز العراقي . رسالة ماجستير قسم علوم الاغذية –كلية الزراعة / جامعة بغداد .

3- زين العابدين، محمد وجيه. 1979. دراسة تثبيت المواصفات القياسية للطحين الملائم لانتاج الخبز والصمون العراقي . رسالة ماجستير قسم علوم الاغذية – كلية الزراعة / جامعة بغداد .

4- AACC.1998. Approved methods of American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota. U.S.A.

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

6- A.O.A.C. 1984. Association of Official Agriculture Chemists. Methods of Analysis, 14th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

7- A.O.C.S. 1971. Official and tentative methods 3^{ed} . American oil chemists society. Chicago, U.S.A, Crud Fat AC (3-44).

8- Basman, A., Köksel H., Perry, K.W.N., 2002. Effects of increasing levels of transglutaminase on the rheological properties and bread quality of two wheat flours Eur. Food Res. Technol. 215, 419-424.

9- Belitz, H.D., W. Grosch and P. Schieberle .2004. Food Chemistry.3rded.Springer-Verlag,Berlin.

10- Bhatty m.R.S.1986 .Phsiochmical and functional (Bread making)properties of Hull – less Barley fractions Cereal Chem ., 63(1) : 31 – 35.

11- Caballero, P.A.; Bonet, A.; Rosell, C.M.; Gomez, M. 2005. Effect of microbial transglutaminase on the rheological and thermal properties of insect damaged wheat flour. Journal of Cereal Science 42(1): 93-100.

12- Cornell, H. 2003. Bread Making: Improving Quality. Wood head Publishing, Cambridge,UK. In: Cauvain SP (ed).

13- Duncan, D.B. 1955. Multiple Rang and Multiple F-test. Biometrics. 11: 4-42.

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

15- Gerrard,J.A.2002.Protein-protein crosslinking in food: methods, consequence applications. Trends in Food Science and Technology. 13:389-397.

16- Gujral, H.S, and Rosell, C. M. 2004. Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. J. Cereal Sci. 39:225-230.

17- Gupta R., Gigras P., Mohapatra H., Goswami V.K., Chauhan B. 2003. Microbial a-amylases: a biotechnological perspective. Elsevier Science Biochemistry; 1-18.

18- Koehler, P. and Wieser, H. 2013. German Research Center for Food Chemistry. Chapter 2 Chemistry of Cereal Grains . Lise-Meitner-Strasse, 34 ; 85354 . Freising, Germany, 11- 45.

19- Marie, H.; Ivan, S.; and Iva, K. 2003. Effect of Malt Flour Addition on the Rheological Properties of Wheat Fermented Dough . Czech.J. Food Sci. Vol.21(6):210-218.

20- SAS. 2012. Statistical Analysis System, User's Guide. Statistical. Version 9.1th ed. SAS. Inst. Inc. Cary. N.C. USA.

21- Stauffer,C.E. Enzymes. 1990. In: Stauffer C.E. (ed.) Functional Additives for Bakery Foods. New York: Van Nostrand Reinhold. p. 148-152.

22- Tramper, J, Poulsen,P.B. 2005. Enzymes as Proces sing Aids and Final Products.In: Straathof AJJ, Adlercreutz P. (eds.) Applied Biocatalysis, second ed.Amsterdam: Harwood Academic Publications; p. 62-102.

23- Tri Agus, S.; Noriaki, T.; and Naofumi, M. 1999 . Effect of Lipase Combined with α-Amylase on Retrogradation of Bread . Food Sci. Technol. Res.,5(4):356-361.

24- Van Oort, M.G., 2010. Enzymes in bread making. In: Whitehurst RJ, Van Oort M. (eds.) Enzymes in Food Technology, second ed. Chichester: Wiley-lackwell. p. 103-143.