مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية المجلد(12) العدد(3)–(2012)
ISSN-1813-1646

دراسة البروتينات والبنتوزانات وفعالية بعض الانزيمات لأربعة اصناف من الحنطة الخشنة المحلية

علي احمد ساهي[1] و بيان ياسين العبدالله[2]
[1]قسم علوم الاغذية – كلية الزراعة – جامعة البصرة–العراق
[2]قسم علوم الاغذية–كلية الزراعة – جامعة تكريت–العراق

الخلاصة

أظهرت نتائج فصل كلوتينات أصناف الحنطة بالترشيح الهلامي باستخدام هلام السيفادكس (G-200)، ظهور أربعة قمم ولجميع الأصناف المدروسة، ظهرت القمة الأولى في الحجم الميت وهي تمثل بروتينات الكلوتنين ذات الوزن الجزيئي أكثر من 200000 دالتون أما القمم الثلاثة الباقية فتمثل كلوتنينات ذات وزن جزيئي اقل من 200000 دالتون وبروتينات الكلايدين ذات الوزن الجزيئي المنخفض. أوضحت النتائج ارتفاع تركيز مجاميع السلفاهيدريل الحرة في كلوتين صنف واحة العراق (0.327×10^{-4}) مولاري/غم بروتين عن الكلوتين القياسي وكلوتينات باقي الأصناف. وتفوق كلوتين صنف الإبراهيمية في تراكيز كل من مجاميع السلفاهيدريل الكلية (7.350×10^{-4}) مولاري/غم بروتين وأواصر ثنائية الكبريتيد (3.593×10^{-4}) مولاري/غم بروتين وأظهرت نتائج تقدير البنتوزانات الكلية تفوق صنف الإبراهيمية في ما يحتويه منها (2.2%) يليه صنف كورفيلا (2.15%) في حين لم يختلف صنف أم الربيع/5 معنوياً عن واحة العراق (1.85، 1.75%) على التوالي، وانخفضت نسبة البنتوزانات الذائبة بالماء معنوياً في صنف كورفيلا (0.71%) عن الأصناف الأخرى. بينت النتائج ارتفاع فعالية إنزيمات الاميليز المقاسة باختبار ارتفاع العجين في صنف الإبراهيمية، (35 ، 37)سم^3 على (60 ، 90) دقيقة على التوالي. كما أظهرت النتائج تقارب قيم فعالية إنزيمات الاميليز المقاسة بطريقة رقم المالتوز في حين أظهرت طريقة Novo انخفاض الفعالية الإنزيمية لأصناف الحنطة الخشنة. كانت نتائج قياس فعالية البروتييز كما يلي (واحة العراق 0.109، الإبراهيمية 0.081، كورفيلا 0.046، أم الربيع/5 0.046) وحدة/مل.

الكلمات الدالة : البروتينات ، الانزيمات ، الحنطة الخشنة المحلية

للمراسلة : علي احمد سامي قسم علوم الاغذية– كلية الزراعة – جامعة البصرة

الاستلام: 6–3–2011
القبول : 2011–6–20

Study of Proteins, Pentosans & Activity of Some Enzymes to For Durum Wheat Cultivars

Ali Ahmed Sahi[1] and Bayan Y. Al-Abdulla[2]
[1]Food Science Dept.- College Of Agric. Basrah Univ
[2]Food Science Dept.-College Of Agric. Tikrit Univ.

Abstract

Results showed that separation of gluten using gel filteration chromatography on sephadex G-200 gave four fractions (peaks). The first fraction eluted in the void volume and it contained (28.32, 12.47, 12.08 and 11.28)% of total glutens of Um-Al-Rabee/5, Korvilla, Wahat Al-Iraq and Al-Ibrahimia respectively. The first fraction presented glutenin of molecular weight more than 200000 dalton whereas the other three fractions presented glutenins of low molecular weight and gliadins of low molecular weight. Wahat Al-Iraq showed an increasing of free sulfahydryl groups (0.327×10^{-4}) molar/gm protein as compared to standard gluten and gluten of other varieties. Al-Ibrahimia gluten contained the highest total sulfahydryl groups (7.350×10^{-4}) molar/gm protein and disulfide bonds (3.593×10^{-4}) molar/gm protein.Result indicated an increasing of total pentosans in Al-Ibrahimia (2.2%) and Korvilla (2.15%). Um-Al-Rabee/5 and Wahat Al-Iraq showed no significant differences between their content of total pentosans that were valued (1.85,1.75)%. Water soluble pentosans content showed a significant decreasing in Korvilla (0.71%).Results showed an increasing of amylase activity measured by dough raising test in Al-Ibrahimia variety.The values were (35 and 37)cm^3 at (60 and 90) minutes of fermentation period, respectively. Results of amylase activity which measured by maltose figure method found to be close to other. Novo method revealed decreasing of enzymatic activity of durum wheat varieties.

KeyWords: Proteins , Enzymes, Wheat Cultivars

Correspondence: Ali Ahmed Sahi

Dept. of Food Science-College of Agric. Basra Uni.

Received: 6-3-2011
Accepted: 20-6-2011

المقدمة

وتعد الحنطة الخشنة او الديورم Durum wheat احدى أنواع الحنطة التي تنتشر زراعتها في أماكن مختلفة من العالم، وتدخل بصورة رئيسة في إنتاج العجائن Pasta او تدعى أحياناً منتجات المعكرونة Macaroni products مثل المعكرونة والشعرية والسباكيتي والنودلز والبرغل والكوسكوسي Cous cous وغيرها، إضافة الى استعمالها في صناعة الخبز. وقدر الإنتاج العالمي للحنطة الخشنة خلال العشر سنوات الممتدة من 1990–2000 بحدود (21.3–31) مليون طن على مساحة مزروعة من الأرض قدرها (14–16) مليون هكتار (Troccoli وآخرون ، 2000). وعلى الرغم من محدودية استعمالها في صناعة الخبز بسبب فقدان كلوتينها المرونة Elasticity التي يملكها كلوتين الحنطة الاعتيادية Common wheat (Pogna وآخرون ، 1988) ، فان الحنطة الخشنة كانت وما زالت تستعمل في مناطق حوض البحر الأبيض وخصوصاً في جنوب ايطاليا لإنتاج بعض أنواع الخبز (Quaglia ، 1988) في حين تستهلك نصف كمية الحنطة الخشنة المنتجة في صناعة الخبز المحلي وذلك في شمال أفريقيا والشرق الأوسط(Bozzini ، 1988) . وفي العراق ، تزرع الحنطة الخشنة في المناطق الديمية التي عادةً ما تتميز بتذبذب الإنتاجية تبعاً لكميات الأمطار الساقطة. وقد بين الراوي وآخرون (1999) إمكانية إنتاج حبوب الحنطة الخشنة في السهول المروية الوسطى من العراق ، كما بينوا أنها مناطق مناسبة لتطوير أصناف جديدة منها. وكانت هناك خطط للتوسع في زراعة الحنطة الخشنة لتصل الى أكثر من 50 الف هكتار في عام 2000 (العذاري، 1996). وقد هدف البرنامج الوطني لتطوير زراعة الحبوب (ومنها الحنطة الخشنة) والبقوليات في محافظة نينوى الى زيادة الإنتاجية الزراعية عن طريقين، الأول: استعمال الأصناف المحسنة ، الثاني: استخدام الأساليب الزراعية الحديثة (الطويل، 1996) وأدخلت فعلاً بعض الأصناف المحسنة في حين حسنت أصناف أخرى وطورت وراثياً داخل العراق (الاسماعيل، 1999 و العذاري، 1999) . ونظراً لقلة الدراسات حول الحنطة الخشنة المحلية ومحدودية المعلومات حول تحديد المكونات المسؤولة عن الجودة والمواصفات القياسية لها، إضافةً الى قلة المعلومات عن تركيبها وصفاتها المختلفة، فقد هدف البحث الحالي الى دراسة أربعة أنواع من الحنطة الخشنة المزروعة في العراق وهي : أم الربيع/5 ، كورفيلا، واحة العراق والإبراهيمية وذلك من حيث تم فصل وتشخيص بروتينات الطحين بالترشيح الهلامي ، قياس محتوى مجاميع السلفاهيدريل الحرة والكلي في بروتينات الطحين ، تقدير البنتوزانات الذائبة وغير الذائبة والكلية وتقدير نشاط إنزيمات الاميليز والبروتييز.

مواد وطرائق البحث

أصناف الحنطة المستعملة ومصادرها :تم الحصول على الحنطة الخشنة صنف الإبراهيمية وذلك من مركز إباء في أبي غريب، أما عينات الحنطة الخشنة أم الربيع/5 وكورفيلا وواحة العراق فقد كان مصدرها مركز إباء محافظة نينوى، لقد جمعت العينات بواقع 10كغم لكل صنف، وكانت عينة الحبوب صنف الإبراهيمية من حاصل الحصاد لسنة 2001 في حين كانت بقية العينات من حاصل الحصاد لسنة 2002، وقد نظفت الحبوب من الأتربة والشوائب وحفظت في الثلاجة.

الطحن المختبري : أجريت عملية ترطيب الحنطة وذلك بإضافة كمية الماء اللازمة لإيصال رطوبة الحبوب الى 15% وتركت الحبوب لمدة 24 ساعة. طحنت الحبوب باستخدام مطحنة يدوية وعلى مرحلتين وفي كل مرحلة تكسير ، تتم عملية إزالة النخالة وجمع الطحين الناتج ، ثم استخدمت المطحنة المختبرية من نوع Retsch KG الألمانية المنشأ وعلى مرحلتين وباستخدام المناخل قياس 0.75ملم، 0.5ملم على التوالي. ثم جمعت أصناف الطحين الناتجة من المراحل المختلفة ومررت خلال المنخل 8xxx للحصول على طحين ذي استخلاص 75%، حفظت عينات الطحين في المجمدة الى حين إجراء الفحوصات المطلوبة.

فصل بروتينات الكلوتين بطريقة الإذابة : استخلص الكلوتين بعد نزع الدهن من الطحين باستعمال البيوتانول المشبع بالماء وذلك لأصناف الحنطة الخشنة قيد الدراسة ، واتبعت طريقة Orth and Bushuk (1973) المحورة في فصل البروتينات.

فصل بروتينات الكلوتين بالترشيح الهلامي : استعمل (Sephadex G-200) المجهز من قبل شركة Pharmacia Fine Chemical السويدية حيث حضر عمود الكروموتوغرافيا حسب النشرة الصادرة منها.

تحضير النموذج وأجراء الفصل: اتبعت طريقة Khan and Bushuk (1979) في إجراء عمليات فصل الاجزاء البروتينية.

تقدير مجاميع السلفاهيدريل الحرة : قدر محتوى مجاميع السلفاهيدريل الحرة Free sulphahydryl groups لكل كلوتين من كلوتينات الحنطة بموجب الطريقة المذكورة من قبل Chan and Wasserman (1993) .

تقدير محتوى السلفاهيدريل الكلي (مجاميع السلفاهيدريل الحرة + الأواصر ثنائية الكبريت المختزلة S-S) وذلك حسب طريقة(Weegels وآخرون ، 1994).

تقدير البنتوزانات الكلية : اتبعت طريقة (Hashimoto وآخرون ، 1987) والتي حورت حساباتها من قبل (Delcour وآخرون ، 1989) .

تقدير البنتورانات الذائبة بالماء :اتبعت الطريقة السابقة في تقديرها وحسبت نسبتها باستخدام

المعادلة التالية :

Soluble pentosans% = (A670 – A580) × 4 × 0.88 × 0.01 × m.

حيث m = 276.4 هو ثابت.

وقدرت البنتوزانات غير الذائبة بحساب الفرق بينها وبين البنتوزانات الكلية.

تقدير فعالية إنزيمات الاميليز و البروتييز

تقدير فعالية إنزيمات الاميليز

تقدير ارتفاع العجين المتخمر : اجري هذا الاختبار استناداً إلى الدليل التنظيمي لعمل مختبرات المؤسسة العامة للحبوب (1984)

تقدير فعالية إنزيمات الاميليز بطريقة رقم المالتوز: قدرت فعالية إنزيمات الاميليز بطريقة رقم المالتوز Maltose figure Blish and Sandstedt (1933) التي أوردها Kent-Jones and Amos (1967)

استخلاص إنزيم الالفا–اميليز من الطحين :استخلص إنزيم الالفا–اميليز بطريقة

MacGregor *et al.*(1983) وقدرت فعالية الالفا–اميليز باستخدام طريقة Novo (1967).

تقدير فعالية إنزيم البروتييز : اتبعت الطريقة AACC (1976) (22-60) وهي Ayre-Anderson method .

تقدير تركيز البروتين في المستخلص الإنزيمي : استخدمت طريقة Whitaker (1957) لتقدير تركيز البروتين في المستخلص الإنزيمي وذلك بقراءة الامتصاصية بجهاز المطياف الضوئي على الطولين الموجبين 280، 260 نانومتر وتطبيق المعادلة التالية:

Protein mg/ml = (1.55 × A 280) – (0.76 × A 260).

النتائج والمناقشة

يبين الجدول (1) كمية بروتينات الكلايدين والكلوتين والبروتينات غير الذائبة بحامض الخليك المفصولة من كلوتين طحين الأصناف المدروسة وكانت قيم بروتينات الكلايدين كالآتي (335، 276، 199، 206.5) ملغم، في حين كانت قيم بروتينات الكلوتنين (248، 242، 303، 297) ملغم، وذلك للأصناف أم الربيع/5، كورفيلا، واحة العراق، الإبراهيمية على التوالي. وكانت قيمة البروتينات غير الذائبة بالحامض (417، 482، 498، 499.5) ملغم على التوالي. ويلاحظ من هذه النتائج تقارب نسب هذه البروتينات مع مثيلاتها في الحنطة الاعتيادية وهذا يتفق مع ما ذكره Feillet (1988)في انه لا يوجد اختلاف واضح بين أصناف كلا النوعين في نسب الأجزاء البروتينية وعلى أية حال، لا يمكن تطبيق نتائج الدراسات الخاصة بعلاقة الأجزاء البروتينية المختلفة في الحنطة الاعتيادية بالصفات الخبزية مثل دراسة Weegels وآخرون (1996) و Huang و Khan (1997)على الحنطة الخشنة لاختلاف نوعية الكلوتين في كلا النوعين من الحنطة. وتحاول الدراسات الحديثة إنتاج أصناف من الحنطة الخشنة ذات محتوى عالي من الكلوتين وبنوعية مناسبة لإنتاج العجائن (Ames وآخرون ، 1999) في حين تحاول دراسات أخرى تطوير أصناف من الحنطة الخشنة ثنائية الغرض تصلح لانتاج الخبز والعجائن(Marchylo وآخرون ، 2001).

جدول (1): كمية البروتينات الذائبة بالكحول والذائبة وغير الذائبة بحامض الخليك ومحتواها البروتيني المفصولة من (1)غم كلوتين من اصناف الحنطة المدروسة.

المكونات البروتينية	الأصناف			
	أم الربيع/5	كورفيلا	واحة العراق	الإبراهيمية
البروتينات الذائبة بالكحول (الكلايدين) ملغم	335.00	276.00	199.00	206.50
المحتوى البروتيني%	73.41	69.25	75.70	77.50
البروتينات الذائبة بحامض الخليك (الكلوتنين) (ملغم)	248.00	242.00	303.00	294.00
المحتوى البروتيني%	66.00	65.10	66.60	70.50
البروتينات غير الذائبة بحامض الخليك (ملغم)	417.00	482.00	498.00	499.50
المحتوى البروتيني%	35.70	36.21	35.30	40.40

يشير الجدول (2) الى نتائج النسب المئوية وحجوم محلول الغسل ومعامل التوزيع (Kav) للقمم المفصولة من كلوتينات طحين أصناف الحنطة المدروسة إضافة الى الكلوتين القياسي. ويلاحظ ظهور القمة الأولى في الحجم الميت Void volume (Vo) وكانت ذات معامل توزيع (صفر = Kav) وقد شكلت 28.32% من وزن القمم المفصولة. أما القمة الثانية فقد شكلت نسبة اقل من الأولى حيث بلغت 17.28% من الوزن الكلي للبروتين بمعامل توزيع قدره (Kav = 0.0673) ومن ثم فان كلا من هذه البروتينات ذات وزن جزيئي عالٍ ويرجح أن تكونا تابعتين الى بروتينات الكلوتنين. أما القمة الثالثة فقد شكلت النسبة الأعلى من وزن القمم 49.95% وكانت ذات معامل توزيع (Kav = 0.2372)، في حين كانت القمة الرابعة ذات نسبة قليلة بلغت 4.45% وبمعامل توزيع (Kav = 0.3115) .

جدول (2) وزن القمة % وحجم محلول الغسل (مل) ومعامل التوزيع للقمم المفصولة من كلوتينات طحين أصناف الحنطة المدروسة

الأصناف	القمم											
	I			II			III			IV		
	وزن القمة %	حجم محلول الغسل (مل)	معامل التوزيع	وزن القمة %	حجم محلول الغسل (مل)	معامل التوزيع	وزن القمة %	حجم محلول الغسل (مل)	معامل التوزيع	وزن القمة %	حجم محلول الغسل (مل)	معامل التوزيع
أم الربيع/5	28.32	84	0	17.28	129	0.0673	49.95	177	0.2372	4.45	198	0.3115
كورفيلا	12.47	60	0	14.39	111	0.0053	69.65	167	0.2018	3.49	225	0.4070
واحة العراق	12.08	66	0	16.43	117	0.0248	52.33	168	0.2053	9.16	219	0.3858
الإبراهيمية	11.28	54	0	16.84	96	0	56.01	168	0.2053	15.87	204	0.3327
الكلوتين القياسي	13.51	69	0	40.49	86	0	37	174	0.2265	8.07	231	0.4283

وتأخذ القمم الأولى لبروتينات الكلوتين لطحين الأصناف (كورفيلا، واحة العراق والإبراهيمية) نفس الاتجاه من حيث نسبها الوزنية المتقاربة (12.47، 12.08 و 11.28)% على التوالي وأنها ذات معاملات توزيع مقدارها صفر وجميعها ظهرت في الحجم الميت، لذلك يرجح أنها من بروتينات الكلوتين لأنها ذات وزن جزيئي عالٍ. أما القمم الثانية للبروتينات المفصولة لهذه الأصناف الثلاثة فهي ذات نسب وزنية مقدارها (14.39، 16.43 و 16.84)% على التوالي، وذات معاملات توزيع منخفضة مقدارها (0.0053 ، 0.0248 و 0) على التوالي، أما القمة الثالثة فقد ارتفعت نسبتها لبروتينات الأصناف الثلاثة (كورفيلا، واحة العراق والإبراهيمية) كما هي الحال للقمة الثالثة لبروتينات أم الربيع/5، فقد بلغت (69.65، 52.33 و 56.01)% على التوالي وذات معاملات توزيع عالية نسبياً قدرها (0.2018، 0.2053 و 0.2053) على التوالي، أما القمة الرابعة فقد انخفضت نسبتها الوزنية لكلوتين صنف كورفيلا فكان مقدارها 3.49% وارتفعت نسبتها الوزنية لكلوتين كل من صنفي (واحة العراق والإبراهيمية) حيث بلغت (9.16 و 15.87)% على التوالي، وكانت ذات معاملات توزيع عالية بلغت (0.4070، 0.3858 و 0.3327) على التوالي للأصناف الثلاثة. ومن المعلومات المتقدمة، نستنتج أن القمم الأولى تمثل بروتينات الكلوتنين ذات الوزن الجزيئي أعلى من 200000 دالتون. في حين تمثل القمم الثلاثة الباقية بروتينات الكلوتنين ذات الوزن الجزيئي اقل من 200000 دالتون وبروتينات الكلايدين ذات الوزن الجزيئي المنخفض. وعند مقارنة هذه النتائج مع نتائج فصل الكلوتين القياسي نجد أن بروتينات هذا الكلوتين تختلف عن بروتينات كلوتين طحين الحنطة الخشنة المدروسة في القمة الثانية، حيث بلغت نسبتها الوزنية 40.49% وهي اكبر القمم بمعامل توزيع مقداره صفر، وهي بذلك تعني أنها ذات وزن جزيئي عالٍ وهي قريبة لما هو عليه في القمة الثانية لكلوتين صنف الإبراهيمية، في حين كانت صفات القمم الأخرى للكلوتين القياسي متشابهة لصفات قمم كلوتين طحين الأصناف المدروسة للحنطة الخشنة. وعند مقارنة هذه الدراسة مع دراسات الفصل الهلامي التي أجراها Dexter and Matsuo (1978) على كلوتين الحنطة الخشنة

صنف Wascana والحنطة الصلبة صنف Manitou وباستخدام سيفادكس G-150 نجد أن القمم المفصولة في هذه الدراسة هي أوضح فصلاً وقد يعود هذا الى استخدامنا الى سيفادكس G-200 في هذه الدراسة التي تتفق مع ما توصل إليه(Weegles وآخرون (1994) في حصوله على أربعة قمم عند فصلهم للكلوتين بالترشيح الهلامي على عمود Sepharose CL 6B ، كذلك تتفق مع دراسة العلي (2003) في حصولها على أربعة قمم للكلوتين غير المحور لطحين صنف إباء/95 وباستخدام سيفادكس G-200.

تلعب مجاميع السلفاهيدريل group (SH-) والأواصر ثنائية الكبريتيد (S-S bond) دوراً مهماً في صفات وفعالية الكلوتين، كما إن عدد ومواقع وجود هذه المجاميع والأواصر إضافة الى التداخلات غير التساهمية لبروتينات الكلوتين ذات أهمية كبيرة فعالية وصفات هذه البروتينات (Schofield,1994). ويبين الجدول (3) تراكيز مجاميع السلفاهيدريل الكلية ومجاميع السلفاهيدريل الحرة والأواصر ثنائية الكبريتيد في كلوتين أصناف الحنطة المدروسة والكلوتين القياسي، ويلاحظ من الجدول ارتفاع تركيز مجاميع السلفاهيدريل الحرة في كلوتين صنف واحة العراق عنه في بقية الأصناف وفي الكلوتين القياسي إذ بلغ تركيزها 0.327 × 10^{-4} مولاري/غم بروتين في حين كانت القيم متقاربة للصنفين أم الربيع/5 وكورفيلا حيث بلغت قيمتها 0.155 × 10^{-4} مولاري/غم بروتين و 0.15 × 10^{-4} مولاري/غم بروتين على التوالي. وارتفعت القيمة قليلاً عنهما في صنف الإبراهيمية إذ بلغت 0.164 × 10^{-4} مولاري/غم بروتين في حين كانت قيمة مجاميع السلفاهيدريل الحرة للكلوتين القياسي0.113 × 10^{-4} مولاري/غم بروتين. كما يوضح جدول (3) تراكيز مجاميع SH الكلية للأصناف (أم الربيع/5 ، كورفيلا، واحة العراق والإبراهيمية والتي بلغت (4.50 × 10^{-4}) ، (3.96 × 10^{-4}) ، (4.120 × 10^{-4}) ، (7.350 × 10^{-4}) مولاري/غم بروتين على التوالي، والملاحظ إن هذه القيمة تزداد في كلوتين حنطة الابراهيمية وتقترب بين تركيزها في الكلوتين القياسي والذي بلغ (7.120 × 10^{-4})مولاري/غم بروتين . أما بخصوص أواصر ثنائية الكبريتيد فقد بلغت (2.17 × 10^{-4})، (1.905×10^{-4})، (1.896 × 10^{-4})، (3.593 × 10^{-4}) و (3.507 × 10^{-4}) مولاري/غم بروتين وذلك للأصناف أم الربيع/5، كورفيلا، واحة العراق، الإبراهيمية والكلوتين القياسي على التوالي حيث يلاحظ تفوق كلوتين صنف الابراهيمية في تركيز هذه الاواصر. إن هذه الأواصر ذات أهمية في إعطاء الخواص الفيزيائية للعجينة وان اختزال هذه الأواصر يؤدي الى رفع نسبة المجاميع الكبريتية الحرة (Kent-Jones and Amos,1967) وقد أصبح من المعروف جيداً دور الأواصر ثنائية الكبريتيد في تقوية الشبكة الكلوتينية وإنتاج خبز ذي حجم كبير، وعادة ما يشار الى نسبة الأواصر ثنائية الكبريتيد الى كمية مجاميع السلفاهيدريل الحرة بنظامSH-SS System، كما وجد لهذا النظام دوراً مهماً في الخاصية الطبخية للعجائن .وعند مقارنة نتائج هذه الدراسة مع دراسة العلي (2003) على أصناف الحنطة الاعتيادية نجد أن أصناف الحنطة الخشنة أم الربيع/5 و كورفيلا والابراهيمية ذات تراكيز اقل من مجاميع السلفاهيدريل الحرة مقارنة بأصناف الحنطة الاعتيادية المدروسة وهي (المكسيباك، أبو غريب ، صابر بيك ، إباء 95 وتموز 3) في حين تزداد نسبتها عن هذه الأصناف في كلوتين طحين واحة العراق، وتزداد تراكيز أواصر S-S في جميع الأصناف الاعتيادية عن أصناف الحنطة الخشنة ما عدا صنف الإبراهيمية الذي يكون مقارب لقيم الأصناف الاعتيادية المشار إليها، وتنطبق هذه النتيجة ايضاً على تركيز مجاميع SH الكلية. وعلى أية حال، فان لمجاميع السلفاهيدريل والأواصر ثنائية الكبريتيد دوراً في المحافظة على الخواص الوظيفية والتركيبية للبروتينات، وعلى استقرار تركيب هذه البروتينات ومن ثم المحافظة على قوام منتجات الحبوب (Chan and Wasserman,1993)

جدول (3) تركيز مجاميع السلفاهيدريل الحرة والكلية والأواصر ثنائية الكبريتيد لكلوتينات الحنطة المدروسة

الصنف × 10^{-4} مولاري/غم كلوتين	أم الربيع/5	كورفيلا	واحة العراق	الإبراهيمية	الكلوتين القياسي
مجاميع SH الحرة	0.155	0.150	0.327	0.164	0.113
مجاميع SH الكلية	4.500	3.960	4.120	7.350	7.129
أواصر S-S	2.170	1.905	1.896	3.593	3.507

يشير الجدول (4) الى نسبة البنتوزانات الكلية والبنتوزانات الذائبة بالماء والبنتوزانات غير الذائبة، ويلاحظ إن مدى البنتوزانات الكلية يتراوح من (1.75–2.2)% وتفوق طحين حنطة الإبراهيمية في محتواه من البنتوزانات الكلية معنوياً، يليه طحين حنطة كورفيلا إذ بلغا (2.2 ، 2.15)% على التوالي، ولم يلاحظ وجود فروق معنوية بين صنفي أم الربيع/5 وكورفيلا (1.85، 2.15)% على التوالي، في حين لم يختلف صنف أم الربيع/5 معنوياً عن واحة العراق (1.85، 1.75)% على التوالي.

جدول (4) نسب البنتوزانات الكلية والذائبة وغير الذائبة بالماء في طحين أصناف الحنطة المدروسة

البنتوزانات / الصنف	البنتوزات الكلية %	البنتوزات الذائبة بالماء %	البنتوزات غير الذائبة بالماء %
أم الربيع/5	1.85^{bc}	0.950^{a}	0.900^{a}
كورفيلا	2.15^{b}	0.710^{b}	1.440^{c}
واحة العراق	1.75^{c}	0.905^{a}	0.845^{a}
الإبراهيمية	2.20^{a}	0.950^{a}	1.250^{c}

الأرقام التي تحمل الحرف نفسه لا تختلف معنوياً عن بعضها تحت مستوى احتمالي 0.05

أما البنتوزانات الذائبة بالماء فقد بلغ مدى نسبتها من (0.71– 0.95)% ولا توجد فروق معنوية بين كل من الأصناف أم الربيع/5 وواحة العراق والابراهيمية (0.95، 0.905، 0.95)% على التوالي، في حين اختلف معنوياً صنف كورفيلا في محتواه من البنتوزانات الذائبة 0.71% عن الأصناف الاخرى، ويلاحظ نفس الميل تقريباً في طبيعة الاختلافات المعنوية بالنسبة لمحتوى البنتوزانات غير الذائبة بالماء . وبالرغم من انخفاض نسبة البنتوزانات في الطحين فأنها تلعب دوراً كبيراً في التأثير على الخصائص الريولوجية والتخبيزية لأصناف الحنطة الاعتيادية (Hoseney ، 1984 و Wang وآخرون ، 2004) . كما وجد Ingelbrecht وآخرون (2001) أن استعمال إنزيمات الاندوزايلانيزز Endoxylanases يمكن أن يحسن نوعية العجائن بزيادتها لمستويات البنتوزانات الذائبة وذلك لتحليلها للارابيبوزايلانز Arabinoxylans وتتفق النتائج التي تخص محتوى الحنطة من البنتوزانات الكلية في هذه الدراسة مع ما توصل إليه Boyacioglu and D'Appolonia (1994) في أن نسبة البنتوزانات في الحنطة الخشنة لا تختلف عن نسبتها في الحنطة الاعتيادية، إلا أنها تختلف باختلاف أنواع طحين الحنطة الخشنة وهي كما ذكر Ciacco and D'Appolonia (1982) توجد بكمية اكبر في أنواع الطحين ذات الدرجة الواطئة Low grade flour وقد تناقضت آراء الباحثين حول علاقة البنتوزانات بالصفات الخبزية والريولوجية ، (Hoseney ، 1984).

تم قياس فعالية إنزيمات الاميليز بطرائق مختلفة ، ويبين الجدول (4) نتائج قياس فعالية الاميليز بمتابعة فحص ارتفاع العجين الذي يزداد بتقدم فترة التخمير، ولا يلاحظ اختلاف معنوي بين الأصناف المختلفة وذلك في المرحلة الأولى للتخمير، ولم تكن الفروق بين الأصناف المدروسة معنوية ايضاً بالرغم من تفوق صنف الإبراهيمية حيث بلغ ارتفاع حجم العجين منه 29سم^3 في حين كانت حجوم العجين المتخمر للأصناف أم الربيع/5، كورفيلا، واحة العراق (25، 25.5 و 26.5)سم^3 على التوالي وذلك في المرحلة الثانية من التخمير (30 دقيقة)، وفي المرحلة الثالثة من التخمير 60 دقيقة لوحظ فروق معنوية في ارتفاع العجين، حيث تفوق صنف الإبراهيمية معنوياً وبلغ ارتفاع العجين له 35سم^3 يليه صنف واحة العراق حيث بلغ 27.5سم^3، في حين لم تلاحظ فروق معنوية بين متوسطات الأصناف أم الربيع/5، كورفيلا، واحة العراق وهي (26.5، 25.5 و 27.5)سم^3 على التوالي، أما في مرحلة التخمير الرابعة 90 دقيقة فقد تفوق صنف الإبراهيمية معنوياً ايضاً إذ بلغ ارتفاع العجين فيه 37سم^3 يليه صنف أم الربيع/5 وقد بلغ 28سم3، ولم تلاحظ فروق معنوية بين الأصناف أم الربيع/5، كورفيلا وواحة العراق (28، 26 و 27.5)سم^3 على التوالي.

جدول (4) فعالية إنزيمات الاميليز بمتابعة فحص ارتفاع العجين

الصنف	حجم العجينة (سم^3) في فترات مختلفة من التخمير			
	صفر– دقيقة	30 دقيقة	60 دقيقة	90 دقيقة
أم الربيع/5	14.5^{a}	25.0 ^{a}	26.5^{c}	28.0 ^{bc}
كورفيلا	14.5^{a}	25.5 ^{a}	25.5 ^{c}	26.0 ^{c}
واحة العراق	14.5^{a}	26.5 ^{a}	27.5 ^{bc}	27.5 ^{c}
الإبراهيمية	15.5^{a}	29.0 ^{a}	35.0^{a}	37.0 ^{a}

الأرقام التي تحمل الحرف نفسه لا تختلف معنوياً عن بعضها تحت مستوى احتمالي 0.05

إن متابعة حجم العجينة المتخمرة يمكن أن تشير الى نوعية الكلوتين لكل صنف من الحنطة وذلك من حيث مدى قدرة الشبكة الكلوتينية على الاحتفاظ بالغازات ، وبالتالي فان استعمال حنطة الخبز يؤدي الى تسجيل حجوم عالية عند متابعة هذا الفحص وهذا ما توصل إليه Chung وآخرون (1982)، كما يعد هذا الفحص من الاختبارات المهمة لبيان تأثير إضافة الأنزيمات على حجم العجينة أثناء التخمير ولفترة معينة والتي يمكن خلالها تحديد أفضل ظروف التخبيز (البيار،1994) وهذا ما يؤكده إضافة المولت الى طحين حنطة الخبز ومتابعة نشاط الاميليز بواسطة هذا الاختبار (الفكيكي، 2002). وعلى أية حال فانه لا يمكن الاعتماد على هذه الطريقة بمفردها لتحديد النشاط الإنزيمي وذلك لتأثير نوعية البروتين وكمية الغاز المنتجة أثناء التخمير، وعلى سبيل المقارنة استخدمت طريقة رقم المالتوز لتقدير فعالية إنزيمات الاميليز بطريقة Blish and Sandstedt (1933) وفيها يحسب عدد ملغرامات المالتوز الناتجة من عشر غرامات طحين نتيجة لنشاط إنزيمات الاميليز في الطحين عند الحضن بدرجة 30مْ لمدة ساعة وفي اس هيدروجيني مقداره 4.7. ويوضح الجدول (5) نتائج هذه الطريقة ومنه يلاحظ أن مدى النشاط الأنزيمي لأصناف الحنطة المدروسة يتراوح من 4.92–5.68ملغم مالتوز وهو مدى ضيق يدل على تقارب النشاط الأنزيمي لهذه الأصناف التي ترتبت كالآتي (أم الربيع 5.68، كورفيلا 5.50، الإبراهيمية 5.48، الواحة 4.92)ملغم . واستناداً الى Kent-Jones and Amos (1967) فان انخفاض رقم المالتوز عن 2 يعني وجود تأثير سلبي يشير الى احتمال انخفاض كمية الغاز المنتجة خلال الفترة النهائية للتخمير خصوصاً عندما تكون فترة التخمير طويلة ، ومن جهة أخرى عندما يكون رقم المالتوز أعلى من 3.4 فان ذلك يؤدي الى لب لزج ورطب وقد ينهار بناء الخبز باستمرار فترة التخمير. ومن ملاحظة النتائج ، يلاحظ إن قيم رقم المالتوز المسجلة هي أعلى من 3.4، وهذا يقع ضمن قيم المالتوز الواردة في طريقة التقدير الذي يتراوح من (0.05–6.18) ملغم (Kent-Jones and Amos,1967) ، واشارت هذه الطريقة الى تقارب قيم النشاط الانزيمي للحبوب المدروسة.

جدول (5) فعالية إنزيمات الاميليز بطريقة رقم المالتوز في طحين أصناف الحنطة المدروسة

الصنف / رقم المالتوز	أم الربيع/5	كورفيلا	واحة العراق	الإبراهيمية
فعالية الاميليز	5.68	5.50	4.92	5.48

ويشير الجدول (6) الى الفعالية والفعالية النوعية لأنزيم ألفا–اميليز في طحين الأصناف المدروسة من الحنطة الخشنة، وهي تقع بمدى (0.1702–0.238)وحدة/مل و (0.37–2.38)وحدة/ملغم بروتين وهذه النتائج تشير الى انخفاض النشاط الأنزيمي للحنطة الخشنة المدروسة مقارنة بطحين أصناف الحنطة الاعتيادية العراقية المدروسة من قبل سعيد (2000) والتي بلغ نشاطها الأنزيمي للطحين كالآتي: (أبو غريب 4.555، تموز 4.277، ربيعة 4.88، مكسيباك 4.451) وحدة وبفعالية نوعية بلغ مداها (0.172–0.373) وحدة/ملغم بروتين. إن انخفاض النشاط الأنزيمي للحنطة الخشنة يتفق تماماً مع ما توصل إليه Boyacioglu and D'Appolonia (1994) في دراستهما للنشاط الأنزيمي لأصناف من الطحين التجاري للحنطة الخشنة الأمريكية باستخدام جهاز الاميلوغراف ورقم السقوط. وعلى أية حال، فان دور إنزيمات الاميليز يكاد يكون معروفاً تماماً في صناعة الخبز،

إلا أن الباحثين يختلفون في استنتاجاتهم عن دور تلك الأنزيمات في صناعة العجائن، وتزداد أهمية ذلك عند استعمال الحنطة المتضررة بالإنبات حيث يؤدي نشاط الاميليز بها الى تبقع السميد وقلة ثباتية المنتوج عند الخزن (Donnelly,1980) ويذهب البعض من الباحثين الى إنها تؤدي الى تأثيرات ضارة على نوعية العجائن (Kruger and Matsuo,1982) و (Dexter *et al*.,1990) .

جدول (6) الفعالية والفعالية النوعية لإنزيم ألفا–اميليز في طحين اصناف الحنطة المدروسة

الصنف / الفعالية	أم الربيع/5	كورفيلا	واحة العراق	الإبراهيمية
وحدة/مل	0.238	0.217	0.1702	0.220
البروتين ملغم/مل	0.100	0.140	0.4600	0.410
الفعالية النوعية وحدة/ملغم بروتين	2.380	1.550	0.3700	0.540

يشير الجدول (7) الى فعالية إنزيمات البروتييز والفعالية النوعية لها، ويلاحظ من الجدول انخفاض نشاط هذه الأنزيمات في أصناف الحنطة الخشنة المدروسة مقارنة بأصناف الحنطة الاعتيادية التي يزداد نشاط البروتييزات في الأنواع الطرية منها ويضعف نشاطها في الأنواع القوية منها (Alfred,1990) لذا يُعزى ضعف الأنواع الطرية بسبب الأنزيمات المحللة للبروتين ومن ثم التأثير على الصفات الريولوجية ، وتلعب طريقة التقدير دوراً كبيراً في تحديد نشاط إنزيمات البروتييز وذلك كون الحنطة السليمة تحوي على تركيزات واطئة من هذه الأنزيمات. وتتدرج فعالية البروتييز في طحين أصناف الحنطة الخشنة المدروسة كالآتي: (الواحة 0.109، الإبراهيمية 0.081، كورفيلا 0.046، أم الربيع 0.046) وحدة/مل ومن خلال مقارنة نتائج هذه الدراسة مع نتائج الدراسات على الحنطة المحلية ، نجد اقتراب نشاط هذه الإنزيمات من تلك القيم التي توصلت إليها الكط (1978) والتي تخص حنطة المكسيباك. وتنخفض نتائج هذه الدراسة كثيراً عن النتائج التي توصل إليها سعيد (2000) عند دراسته على أصناف قوية وأخرى طرية من الحنطة الاعتيادية المحلية، وقد يعود ذلك الى الاختلاف في الأصناف المدروسة والطريقة المستخدمة في الاستخلاص والتقدير.

جدول (4) الفعالية والفعالية النوعية لإنزيم البروتييز في طحين أصناف الحنطة المدروسة

الصنف / الفعالية	أم الربيع/5	كورفيلا	واحة العراق	الإبراهيمية
وحدة/مل	0.046	0.046	0.109	0.081
البروتين ملغم/مل	0.057	0.057	0.045	0.038
الفعالية النوعية وحدة/ملغم بروتين	0.810	0.810	2.420	2.130

المصادر

الاسماعيل، ماجد عبد العزيز علي (1999). دراسة الوراثة الخلوية والصفات ذات العلاقة بالحاصل في نباتات الجيل الأول لهجن أصناف حديثة من الحنطة الناعمة *Triticum aestivum* . رسالة ماجستير ، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية.

البيار، أسوان حمد الله عبود (1994). دراسة أنزيمات الاميليز المنتجة من بعض عزلات الاعفان واستخدامها في صناعة الخبز. رسالة ماجستير ، كلية الزراعة، جامعة بغداد.

الدليل التنظيمي لعمل مختبرات المؤسسة العامة للحبوب والمنشآت التابعة لها (1984). الدليل التنظيمي لعمل مختبرات المؤسسة العامة للحبوب والمنشآت التابعة لها. وزارة التجارة، المؤسسة العامة للحبوب، قسم السيطرة النوعية.

الراوي، بهاء والشماع، عز الدين ومحمد، جمال عبد (1999). الحنطة الخشنة– حنطة البرغل (*T.turgidum var. durum*) في السهول الوسطى المروية في العراق. مجلة الزراعة العراقية (عدد خاص)، المجلد 4، العدد 2.

الطويل، محمد وليد (1996). استخدام الاصناف المحسنة الملائمة لبيئات الزراعة المطرية في الوطن العربي. المؤتمر القومي لتطوير الزراعة بالوطن العربي، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، جامعة الدول العربية، الخرطوم، السودان، ص 64–75.

العذاري، عدنان حسن محمد (1996). واحة العراق صنف جديد من الحنطة الخشنة *T.durum* للمناطق الديمية في العراق. مجلة اباء للابحاث الزراعية، المجلد 6، العدد 1، ص 1–16.

العذاري، عدنان حسن محمد (1999). دور الاصناف الواعدة من الحنطة في زيادة الانتاج والانتاجية في الزراعة الديمية– دراسة تحليلية. مجلة الزراعة العراقية (عدد خاص)، المجلد 4 ، العدد 2، ص 38–46.

العلي، روضة محمود علي (2003). دراسة الخواص الفيزيوكيميائية للكلوتينات الحيوية والمحورة المصنعة من بعض اصناف الحنطة المحلية. اطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة.

الفكيكي، ضياء فالح عبد الله (2002). انتاج مولت من الشعير المحلي واستخدامه كمحسن في صناعة الخبز. رسالة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة.

الكَط، ساجدة حسين علي (1978). دراسة الخصائص الفيزياوية والكيمياوية للحنطة السيالة والاعتيادية في العراق. رسالة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة بغداد.

سعيد ، جلال احمد فضل (2000). العلاقة بين نوعية بعض اصناف الحنطة العراقية وعوامل الجودة. اطروحة دكتوراة ، كلية الزراعة ، جامعة بغداد.

Alfred, W. D. (1990). AACC annual, high lights. Cereal Food World, 35 (1): 66.

American Association of Cereal Chemists. (AACC) (1976). Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota, U. S. A.

Ames, N.; Clarke, J.; Marchylo, B.; Dexter, J. and Kovacs, M. (1998). The effect of durum wheat gluten strength on pasta quality. Proceeding of the wheat protein symposium. March, Saskatoon, SK. PP: 228-233.

Boyacioglu, M. H. and D'Appolonia, B. L. (1994a). Characterization and utilization of durum wheat for breadmaking. 1. Comparison of chemical, rheological and baking properties between bread wheat flours and durum wheat flours. Cereal Chem. 71(1):21-28.

Boyacioglu, M. H. and D'Applonia, B. L. (1994b). Durum wheat and bread products. Cereal. Food World, 39: 168-174.

Bozzini, A. (1988). Origin, distribution and production of durum wheat in the world. In: Wheat Chemistry and technology, Vol. 2, 3rd ed. Y. Pomeranz, Ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul. MN.

Chan, K. Y. and Wasserman, B. P. (1993). Direct colorimetric assay of free thiol groups and disulfide bonds in suspensions of solubilized and particulate cereal proteins. Cereal Chem. 70:22-26.

Chung, O. K.; Pomeranz, Y. and Finney, F. (1982). Relation of polar lipids content to mixing requirements and loaf volume potential of hard red winter wheat flour. Cereal Chem. 59 (1):14-20.

Ciacco, C. F. and D'Appolonia, B. L. (1982). Characterization of pentosans from different wheat flour classes and their gelling capacity. Cereal Chem. 59 (2) : 96-99.

Delcour, J. A.; Vanhamel, S. and De Geest. (1989). Physico-chemical and functional properties of rye non starch polysaccharides. 1. Colorimetric analysis of pentosans and their relative monosaccharide compositions in fractionated milled rye products. Cereal Chem. 66 (2): 107-111.

Dexter, J. E. and Matsuo, R. R. (1978). Effect of semolina reaction rate on semolina characteristics and spaghetti quality. Cereal Chem. 55 (6): 841-852.

Dexter, J. E.; Matsuo, R. R. and Kruger, J. E. (1990). The spaghetti-making quality of commercial durum wheat samples with variable alpha-amylase activity. Cereal Chem. 67 (1): 405-412.

Donnelly, B. J. (1980). Effect of sprout damage on durum wheat quality, Macaroni J. 62 (11): 8-14.

Feillet, P. (1988). Protein and enzyme composition of durum wheat. In: Durum Wheat: Chemistry and Technology. (Fabriani, G and Lintas, C. eds.) American association of Cereal Chemists. St. Paul, Mn. PP: 93-113.

Hashimoto, S.; Shogren, M. D. and Pomeranz (1987). Cereal pentosans: Their estimation and sigmidicance. 1-Pentosan in wheat and milled wheat products. Cereal Chem. 64 (1): 30-34.

Hoseney, R. C. (1984). Functional properties of pentosans in baked foods. Food Technol. 38: 114-120.

Hoseney, R. C. (1994). Principles of Cereal Science and technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN. USA.

Huang, D. Y. and Khan, K. (1997). Quantitative determination of high molecular weight glutenin subunits of hard red spring wheat by

Orth, R. A. and Bushuk, W. (1973). Studies of glutenin. 1.Comparison of preparative methods. J. Cereal Chem. 50 (1): 106-114.

Pogna, N.; Lafiandra, D.; Feillet, P. and Autran, J. C. (1988). Evidence for a direct causal effect of low molecular weight subunits of glutenins on gluten viscoelasticity in durum wheats. J. Cereal Sci. 11: 15-34.

Quaglia, G. B. (1988). Other durum products. In: Durum Wheat: Chemistry and Technology. (Fabriani, G. and Lintas, C. Eds.). American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN. PP:263-282.

Schofield, J. D. (1994). Wheat proteins: Structure and functionality in milling and breadmaking. In: wheat Production, Properties and quality. (Bushuk, W. and Rasper, V. F.; Eds.) Blackie Academic and Professional, Glasgow, U. K. Chapter, 7.

Troccoli, A.; Borrelli.; G.M.; DeVita, P.; Fares, C. and Fonzo, N. Di. (2000). Durum wheat quality: A Multidisciplinary concept. J. Cereal Sci. 32: 99-113.

Wang, M.; Vliet, T. V. and Hamer, R. J. (2004). Evidence that pentosans and xylanase affect the re-agglomeration of the gluten network. 39 (3): 341-349.

Weegels, P. L.; de Groot, J. A.; Verhoek, J. A. and Hamer, R. J. (1994a). Effects on gluten of heating at different moisture content. 1. changes in physio-chemical properties and secondary structure. J. Cereal Sci. 19: 9-47.

Weegels, P. L.; Hamer, R. J. and Schofield, J. D. (1996). Functional propertied of wheat glutenin. J. Cereal Sci. 23: 1-18.

Witaker, J. R. (1957). Determination of proteolytic enzyme A. N. Y. Academic. Sci. 114: 252.

SDS-PAGE 11. Quantitative effects of individual subunits on breadmaking quality characteristics. Cereal Chem. 74 (6): 786-790.

Icard-Verniere, C. and Feillet, P. (1999). Effect of mixing conditions on pasta dough development and biochemical changes. Cereal Chem. 76 (4): 558-565.

Ingelbrecht, J. A.; Moers, K.; Abecassis, J.; Rouau, X. and Delcour, J. A. (2001). Influence of arabinoxylans and endoxylanases on pasta processing and quality. Production of high quality pasta with increased levels of soluble fiber. Cereal Chem. 78 (16): 721-729.

Kent-Jones, D. W. and Amos, A. J. (1967). Modern Cereal Chemistry. 6th ed. Food Trade Press LTD, London.

Khan, K. and Bushuk, W. (1979). Studies of glutenin. Xlll. Gel filtration, isoelectric focusing and amino acid composition studies Cereal Chem. 56 (6): 505-512.

Kruger, J. E. and Matsuo, R. R. (1982). Comparison of alpha-amylase and simple sugar levels in sound and germinated durum wheat during pasta processing and spaghetti cooking. Cereal Chem. 59:26.

MacGregor, W. A. (1983). Action of malt alpha. amylase on barley starch granules MBAA Technical quarterly Vol. 17. No. 4.

Marchylo, B. A.; Dexter, J. E.; Clarke, F. R.; Clarke, J. M. and Preston, K. R. (2001). Relationships among bread-making quality, gluten strength, physical dough properties, and pasta cooking quality for some canadian durum wheat genotypes Canadian J. of Plant Sci. 81: 611-620.

Novo Co. (1967). Modified SKB method for analysis of amylase novo industry A/S Koben havn. Denmark.