تحضير مركز بروتيني من نخالة الحنطة ودراسة الصفات الوظيفية

منال عبد الواحد صلبوخ   مكارم علي موسى*   صبري جثير عبود*
كلية الزراعة – جامعة كربلاء   كلية الزراعة – جامعة بغداد*
wesali77@yahoo.com   * Makaremali37@yahoo.

المستخلص

استخدمت نخالة الحنطة صنف (اباء 99) في تحضير مركز بروتيني ثم تقدير محتواه من الأحماض الامينية كما درست صفاته الوظيفية مثل قابليته على الذوبان ، امتصاص الماء والدهن وقابليته على تكوين الرغوة وسعة الاستحلاب .وأظهرت النتائج ان نسبة البروتين في المركز البروتيني بلغت 69.5 % وبلغ محتواه من الأحماض الامينية الأساسية اللايسين والثريونين والايزوليوسين(7.8 ، 4.9 ، 4.9) غم/ 100غم بروتين كما وضحت النتائج اختلاف قابلية الذوبان اعتمادا على تغيير الرقم الهيدروجيني حيث بلغت اعلى قابلية ذوبان 22.4 % عند رقم هيدروجيني 11 واقل قابلية ذوبان 7.1 % عند رقم هيدروجيني 5، وكانت قابليته لربط الماء اعلى من البومين البيض وتقاربت قابليته لربط الدهن مع البومين البيض .كما بينت النتائج ان للمركز البروتيني قابلية على تكوين الرغوة اقل مما هو عليه لالبومين البيض حيث بلغت (200 و 330) مل بعد مرور 60 دقيقة . كذلك اظهرت النتائج ان كمية الاجزاء البروتينية المفصولة بلغت نسبها (31.7 ، 9.4 ، 17.5) % لكل من الالبومين والكلوبيولين والكلوتلين على التوالي .

Preparation Wheat bran protein concentrate, studying its functional properties

Abstract

Using wheat bran (Ibaa 99) in preparation protein concentrate and then estimate the content of protein and amino acids also studied the attributes of functionality, such as it solubility, the absorption of water and fat, in addition to its ability boiled configure and install the foam, The results showed that the percentage of protein in the concentrate protein was 69.5%, and that the content of essential amino acids lysine , threonine and isoleucine reached (7.8, 4.9,4.9) g /100 g protein, also the results explained, the applicability protein concentrate solubility varied depending on the different pH and reached its highest solubility of 22.1% at pH 11 and the lower solubility of 7.1% at pH 5and was its ability to retain water and fat higher than the viability of egg albumin protein, results also show that the protein concentrate of the wheat bran has ability to configure and install the foam less than the albumin eggs (200,330)ml after 60 min amounting to the capacity and stability of foam, The results showed that fractionated parts of concentrate reached (31.7,9.4,17.9)%all of albumin and globulin , gluteline respectively.

Key words : Wheat bran , Protein concentrates , Alkaline extraction .

المقدمة :

نخالة الحنطة Wheat bran هي ناتج عرضي من عملية طحن الحنطة لإنتاج الطحين وتشكل النخالة حوالي حوالي19-14% من إجمالي وزن حبة الحنطة وتتكون النخالة من الغلاف الثمري Pericarp وطبقة الاليرونAleurone layer ونسيج القصرة Testa tissue(22). وتنتج كميات كبيرة جدا من النخالة تستعمل لإنتاج العديد من المنتجات التجارية منها الانزيمات ومواد التجميل والوقود الحيوي وتدخل كمواد مدعمة في اغذية المرضى ذوي الاحتياجات الخاصة كما تستعمل كأعلاف بنسبة كبيرة(16) وتعتمد نوعية النخالة الناتجة وتركيبها ومكوناتها على نوعية التربة وعمليات ادارة المحصول إضافة الى طريقة الطحن المتبعة والخصائص الفيزياوية لأنسجة حبة الحنطة(29 ، 25) .وتعد نخالة الحنطة من أهم النواتج العرضية لعملية طحن الحنطة نظرا للكمية المستهلكة من محصول الحنطة في العالم والتي قدرت ب 652.18 مليون طن حتى عام 2010 اذ تقدر كمية النخالة المنتجة ب (0.25) مليون طن لكل 1 طن من الحنطة (31) .

اكتسبت البروتينات النباتية أهمية كبيرة من قبل الباحثين وتعتبر احد أهم المصادر البديلة عن البروتينات الحيوانية نظرا لتوفرها وانخفاض كلفة إنتاجها ويمكن استخدامها كمكونات وظيفية وكمدعمات غذائية إضافة إلى ان استهلاك البروتينات الحيوانية تؤدي الى مشاكل صحية مثل رفع مستويات الكوليسترول والكليسريدات وبالتالي التعرض للإصابة بأمراض القلب والشرايين بالإضافة الى ارتفاع أسعارها. (11) كذلك اتجهت الأبحاث في الفترة الأخيرة إلى دراسة إمكانية الاستفادة من المنتجات العرضية لعمليات التصنيع الغذائي مثل كسبة البذور المتخلفة من معامل تصنيع الزيوت وسحالة الرز المتخلفة من معامل تصنيع الرز(by product) وغيرها (1) والتي ممكن استعمالها كمصادر بروتينية نباتية وذلك لكونها غنية بالمواد العضوية والبروتين يمكن إعادة استعمالها في تغذية الإنسان والحيوان او استعمالها كمكونات وظيفية في الاغذية والتخلص ومن مضارها على البيئة في حالة عدم استخدامها (23) . وذكر(17) ان بروتينات نخالة الحنطة تتكون بصورة رئيسية من الالبومينات والكلوبيولينات وتحتوي بصورة ثانوية على البروتييزات وان نسب هذه البروتينات يعتمد على نوع الحنطة وكذلك موقع الزراعة وبين ان نسبة البروتين بالنخالة بلغت 17.25 % محسوبة على اساس ك (N X 6.25) وأوضح ان بروتينات النخالة لها قيمة تغذوية واقتصادية عالية . وقد درس (28) امكانية تحضير مركزات البروتينية من انواع من بروتينات الحنطة المصنعة بطريقة الترطيب القاعدية وعلى مدى مختلف من الارقام الهيدروجينية (10-5.4) وكان محتوى هذه المركزات بعد ازالة الدهن من البروتين (64.1-79.6) % على رقم هيدروجيني تراوح (9.7-7.6) على التوالي . ودرس (9) امكانية تحضير مركزات بروتينية من طحين الشوفان وباستعمال الطحن الرطب واستخلاص البروتين باستعمال مذيبات مختلفة وعلى مدى ارقام هيدروجينية مختلفة وكان أفضل حاصل للبروتين على رقم هيدروجيني 9 وباستعمال مذيب قلوي مخفف وتراوحت نسبة البروتين بين (89-59) %.

المواد وطرائق البحث :

استعملت الحنطة المحلية صنف إباء 99 من الهيأة العامة للبحوث الزراعية (أبو غريب) حيث نقيت من الشوائب وحسبت كمية الماء اللازم إضافتها إلى نموذج الحنطة وكانت نسبة الرطوبة فيها تساوي 14% للوصول إلى رطوبة 16 % وحسب المعادلة الآتية (20) :

$$\text{وزن الماء المضاف} = \left[\frac{100-\text{الرطوبة الأصلية}}{100-\text{الرطوبة المطلوبة}}\right] \times \text{وزن العينة}$$

وتركت النماذج لمدة 24 ساعة ، بعدها طحنت بمطحنة مختبرية نوع Retch KG ألمانية المنشأ ثم مرر الطحين خلال نسيج الحرير الثلاثي وبدرجة 8x x x للحصول على درجة واحدة من الطحين والنخالة ، إذ تراوحت نسبة الاستخلاص 72 % ، حفظت بعدها نماذج النخالة في أكياس البولي اثيلين في الثلاجة بدرجة حرارة (4م) لحين استعمالها في التجارب اللاحقة. جرى استخلاص الدهن من نخالة الحنطة باستخدام جهاز السوكسلت soxhlet لمدة 8 ساعات باستخدام المذيب بعدها وضعت النخالة في مجفف درجة حرارته 20 م لمدة يوم كامل لغرض التخلص من أثار المذيب ثم حفظ النموذج في أكياس من البولي اثيلين في درجة حرارة الثلاجة لحين الاستعمال .

تحضير المركز البروتيني :

تم استخلاص المركز البروتيني من نخالة الحنطة منزوعة الدهن باستخدام الطريقة التي أشار إليها) (33مع بعض التحويرات اذ تم إذابة 70غم من نخالة الحنطة منزوعة الدهن في محلول كلوريد الصوديوم NaCl تركيز 0.5مولاري بنسبة 8:1 (نخالة : مذيب) خلط المزيج باستخدام محرك مغناطيسي Magnetic stirrer لمدة 30 دقيقة في درجة حرارة المختبر 25م بعد ذلك عدل الرقم الهيدروجيني للمعلق الناتج إلى 9.5 باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 1مولاري بعدها أعيد مزج المعلق مرة أخرى لمدة 30 دقيقة باستخدام المحرك المغناطيسي ثم نقل المعلق إلى جهاز النبذ المركزي T30JANETKZIألماني المنشأ على سرعة 3000 دورة بالدقيقة لمدة 20 دقيقة وعلى درجة حرارة التبريد 4 م° فصل الراشح عن الراسب ثم اخذ الراشح وتمت معاملته بحامض الهيدروكلوريك تركيز 1مولاري لغرض خفض الرقم الهيدروجيني للراشح الى 4.5 الذي يعتبر نقطة التعادل الكهربائي لبروتينات النخالة ثم فصل البروتين المترسب عن الراشح باستخدام النبذ المركزي لمدة 20 دقيقة وعلى سرعة 3000 دورة بالدقيقة تم التخلص بعدها من الراشح ثم اخذ الراسب وغسل ثلاث مرات بالماء المقطر الخالي من الايونات ذو رقم هيدروجيني 4.5 بعد ذلك تمت اضافة كمية قليلة من الماء المقطر الخالي من الايونات الى البروتين المترسب وعدل الرقم الهيدروجيني إلى7 باستخدام هيدروكسيد الصوديوم تركيز 0.1مولاري ومن ثم جفد البروتين باستخدام جهاز التجفيدHetosicc دانماركي المنشأ بعدها حفظ المركز البروتيني المجفد في عبوة بلاستيكية محكمة الغلق في درجة حرارة الثلاجة .

تقدير النسبة المئوية للبروتين (النتروجين الكلي) Protein determination

تم تقدير نسبة البروتين في المركز البروتيني باستخدام طريقة كلدال حسب الطريقة المذكورة في (4) .

تقدير الخواص الوظيفية :

1- تقدير الإذابة Solubility determination.

تم تقدير الإذابة حسب الطريقة المذكورة في (30) مع بعض التحويرات إذ تم وزن 50 ملغم من المركز البروتيني لنخالة الحنطة واذيب في 10 مل من الماء المقطر، عدل الرقم الهيدروجيني للمحلول باستخدام جهاز PH– meter والمجهز من شركة Hanna PH 211 الألمانية عند قيم رقم هيدروجيني مختلفة أما باستخدام حامض الهيدروكلوريك تركيز (1)مولاري أو هيدروكسيد الصوديوم تركيز (1)مولاري وضعت بعدها العينات على محرك مغناطيسي لمدة 30 دقيقة ثم قدرت الإذابة كالتالي:

الاذابة = المحتوى البروتيني \المحتوى البروتيني للمركز × 100.

2- تقدير امتصاص الماء Water absorption determination.

اتبعت طريقة (27) وذلك بخلط 1غم من العينة المدروسة مع 10 مل من الماء المقطر لمدة 30 دقيقة ثم تركت العينات لمدة 30 دقيقة في درجة حرارة المختبر ثم فصلت بالنبذ المركزي على سرعة 2500 دورة بالدقيقة لمدة 30 دقيقة بعدها حسب الراشح الذي تم استلامه في اسطوانة مدرجة لمعرفة حجم الماء الممتص مل ماء / غم عينة وتم حساب حجم الماء الممتص عند أرقام هيدروجينية مختلفة .

3- تقدير ربط الدهن Fat binding determination

خلط 1غم من العينات المدروسة مع 10مل زيت زهرة الشمس تركي الصنع مجهز من الأسواق المحلية لمدة 30 دقيقة في درجة حرارة المختبر ثم فصلت بالنبذ المركزي على سرعة 2500 دورة بالدقيقة لمدة 30 دقيقة وحسب حجم الزيت المرتبط مل زيت /غم عينة من خلال استقبال الراشح في اسطوانة مدرجة وحسب الطريقة التي ذكرها (27).

4- تقدير سعة وثباتية الرغوة Foaming capacity & Stability

قدرت قابلية البروتين على تكوين الرغوة وثباتتيها بإتباع الطريقة التي ذكرها (15) وذلك بخفق 2 غم عينة مع 100 مل ماء مقطر للحصول على تركيز 2 % لفترة ثلاث دقائق وتم قياس حجم الرغوة بعد 10ثواني وقياس ثبات الرغوة بعد 10 و 30 و 60 دقيقة وعند رقم هيدروجيني مختلف . ومن ثم تكرار العملية بخفق 4 غم مركز بروتيني مع 100مل ماء المقطر للحصول على تركيز 4 % ومن ثم قياس حجم وثبات الرغوة .

5- تقدير خاصية الاستحلاب Emulsifying property determination

اتبعت طريقة (13) في تقدير سعة وثباتية الاستحلاب وذلك بخلط 1 غم عينة في خلاط كهربائي مع 50 مل ماء مقطر و 10مل زيت زهرة الشمس لفترة دقيقتين نقل بعدها الخليط بسرعة إلى اسطوانة مدرجة وتم

ملاحظة وقت انكسار الطبقة القشدية ومتابعة حجم طبقة المستحلب وحجم طبقة الماء بعد انكسار الطبقة القشدية .

فصل بروتينات نخالة الحنطة بطريقة الإذابة :

تم فصل أجزاء بروتين نخالة الحنطة بطريقة الإذابة حسب طريقة (8) مع إجراء بعض التحويرات حيث اخذ 48 غم من نخالة طحين الحنطة منزوع الدهن وأضيف له 240 مل من الماء المقطر بنسبة 5:1 (نخالة : ماء) مع التحريك باستعمال المحرك المغناطيسي magnetic stirrer لمدة ساعة نقل بعدها المزيج إلى جهاز النبذ المركزي إذ استعملت سرعة مقدارها 5000 دورة بالدقيقة لمدة 30 دقيقة فصل الراشح عن الراسب ثم اخذ الراسب وأعيدت الخطوات السابقة عليه ثم بعد ذلك جمع الراشح الناتج من الخطوتين السابقتين، إذ يمثل هذا الراشح الألبومين أما الراسب فأعيد استعماله مرة أخرى لغرض استخلاص باقي الأجزاء البروتينية حيث تمت إضافة 240 مل من محلول كلوريد الصوديوم تركيز 0.5مولاري لغرض استخلاص الكلوبيولين ثم أعيدت الخطوات نفسها التي تم إجرائها في استخلاص الألبومين بعدها جمع الراشح الناتج من خطوات الاستخلاص وتم أعادة استعمال الراسب مرة أخرى و بالخطوات السابقة نفسها ولكن باستعمال محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيز 0.1مولاري وذلك لغرض الحصول على الكلوتلين ولغرض الحصول على نقاوة أكثر للبروتينات تم معاملة الرواشح الناتجة من خطوات الاستخلاص بحامض الهيدروكلوريك بتركيز 1مولاري لغرض ترسيب البروتينات عند نقطة التعادل الكهربائي حيث كانت نقطة التعادل الكهربائي للألبومين والكلوبيولين عند رقم هيدروجيني 4 أما الكلوتلين فكانت عند 4.1 فصلت بعدها الرواسب التي تمثل البروتينات الغير ذائبة باستعمال النبذ المركزي على سرعة 5000 دورة بالدقيقة لمدة 30 دقيقة غسلت بعدها الرواسب مراتٍ عدة بالماء المقطر وتم حساب النسبة المئوية لكل جزء .

النتائج والمناقشة :

بلغت نسبة البروتين في مركز نخالة الحنطة 69.5 % وهي اعلى مما ذكره (19) حيث كانت نسبة البروتين 57.7 % عند تحضيره للمركز البروتيني في ظروف مقاربة لظروف البحث وعند مقارنة نسبة البروتين التي تم الحصول عليها مع نسب البروتين المشار اليها من قبل (12)، و(3) ظهر بشكل عام أنها أقل من تلك النسب ، وقد يعزى ذلك لعدة أسباب منها اختلاف مصدر البروتين ، فضلاً عن الطريقة المتبعة للعزل وطرائق التقدير وكذلك الأجهزة المستخدمة لتقدير البروتين .

وتشير النتائج في الجدول (1) الى قابلية الذوبان لمركز نخالة الحنطة واتضح أن اقل قابلية للذوبان سجلت عند رقم هيدروجيني 5 وكانت 7.1% بينما أعلى قابلية للذوبان سجلت عند رقم هيدروجيني 11و كانت 22.4 %وهي اقل عند مقارنتها بالبومين البيض 90 %.وان هذه النتائج مقاربة الى ما ذكره (14) الذي اشار الى ان اقل قابلية ذوبان لبروتينات النخالة كان عند رقم هيدروجيني 5.5 واعلى قابلية ذوبان عند اس هيدروجيني بلغ 11.5 إن سبب انخفاض قابلية الذوبان عند رقم هيدروجيني 5 يرجع إلى أن هذا الرقم قريب من

نقطة التعادل الكهربائي لبروتينات النخالة والذي يبلغ ,4.5ان سبب زيادة قابلية الذوبان بزيادة الرقم الهيدروجيني قد يعزى إلى زيادة محصلة الشحنة للبروتين net charge نتيجة تحول الأحماض الامينية إلى الشكل المتأين وبالتالي زيادة ذوبانية البروتين (14) ويلاحظ ارتفاع الذوبانية عن الرقم الهيدروجيني 11 وهذا يعود الى زيادة تأين الاحماض الامينية للبروتين وهذا يزيد من الذوبانية (32) .

جدول (1) قابلية الذوبان للمركز البروتيني لنخالة الحنطة

الرقم الهيدروجيني	الاذابة %
4	7.5
5	7.1
6	9.13
7	11.4
8	15.3
9	19.4
10	20.1
11	22.4
12	21.6

قابلية امتصاص الماء :

يلاحظ من الجدول (2) حجم الماء الممتص مل/غم بروتين من قبل المركز البروتيني لنخالة الحنطة منزوع الدهن إذ بلغت قابلية لربط الماء هي2.2 مل /غم بروتين وكانتعالية مقارنة مع البومين البيض التي بلغت 0.8 مل /غم بروتين وتعزى خاصية ربط الماء لطبيعة تركيب المركز من الحوامض الامينية ومدى تواجد المجاميع المتأينة ونسبة المجاميع المحبة الى الكارهة للماء(6) . كما ذكرت الطائي (2) ان قابلية المركز البروتيني لسحالة الرز كانت اعلى مقارنة بالبومين البيض والكازين . ووضح (14) ان امتصاص الماء لبروتينات نخالة الحنطة كان 4.2 مل /غم بروتين . ويوضح الجدول ايضا قابلية ربط الدهن للمركز البروتيني لنخالة الحنطة منزوع الدهن حيث اظهر المركز البروتيني منزوع الدهن والبومين البيض نتيجة متقاربة 1.4 ، 1.5 مل زيت\غم عينة على التوالي، وهي مقاربة لقابلية البروتين التجاري المستعمل (ألبومين البيض) البالغة 1.6 مل زيت\غم بروتين،. وذكر (14) ان قابلية ربط الدهن لبروتينات النخالة بلغت 1.70 مل زيت /غم بروتين . وجد(12) ان قابلية ربط الدهن للمعزول البروتيني لجنين الحنطة اذ كانت 1.28 مل زيت\غم بروتين .

جدول (2) قابلية ربط الماء والدهن للمركز البروتيني لنخالة الحنطة

المادة	الامتصاص المائي مل/غم بروتين	ربط الدهن مل/غم بروتين
مركز بروتيني	2.2	1.4
البومين البيض	0.8	1.5

ويوضح جدول (3) سعة وثباتية الرغوة للمركز البروتيني عند تركيز(2 و 4) % مقارنة مع البومين البيض يلاحظ ان المركز البروتيني لنخالة الحنطة منزوعة الدهن بتركيز 2% اعطى قيم مختلفة لسعة الرغوة عند ارقام هيدروجينية مختلفة وكانت أعلى سعة للرغوة 2%عند رقم هيدروجيني 11 إذ بلغت 310 مل ، عند البدء وتناقص حجم الرغوة بمرور الوقت حتى بلغ 200 مل بعد مرور 60 دقيقة أما المركز البروتيني منزوع الدهن بتركيز 4% فقد أعطى أعلى سعة وثباتية للرغوة ايضاعند الرقم الهيدروجيني 11 إذ بلغت 410 مل عند البدء ثم تناقص بمرور الوقت حتى اصبح 330 مل بعد مرور60 دقيقة، ان قيم حجم الرغوة للمركز البروتيني بتركيز 2% كانت اقل مما هو عليه لالبومين البيض عند الرقم الهيدروجيني7 كما يلاحظ ان قيم سعة الرغوة كانت اقل ما يمكن عند الرقم الهيدروجيني الحامضي وهذا يتطابق مع ما ذكره (14) الذي وضح ان سعة الرغوة وثباتيتها لنخالة الحنطة تأثرت بالاس الهيدروجيني وان اقل قيمة لوحظت عند اس هيدروجيني حامضي .إن زيادة سعة الرغوة بزيادة الرقم الهيدروجيني قد يعزى إلى زيادة محصلة الشحنة الكهربائية للبروتين وبالتالي زيادة ذوبانية ومرونة البروتين الأمر الذي ينتج عنه انتشار البروتين عند السطح البيني (ماء – هواء) وإحاطة الفقاعات الهوائية وبالتالي زيـادة تكوين الرغـوة وأن ثباتية الرغوة تعتمد على أن يكون الغشاء البروتيني المحيط بالفقاعات الهوائية ثخين ومتماسك ولزج ولذلك فقد يعزى سبب انخفاض ثباتية الرغوة للمركز البروتيني إلى قلة التفاعلات بين الجزيئـات البروتينيـة protein-protein interaction والذي ينعكس على قلة تماسك ولزوجة الأغشية البروتينية وبالتالي ضعف ثباتية الرغوة (21).كما يلاحظ ان المركز البروتيني بتركيز 4% أعطى قيم سعة للرغوة أعلى مما هو عليه عند تركيز 2% عند نفس الرقم الهيدروجيني وأن الزيادة في الرقم الهيدروجيني مع الزيادة في تركيز البروتين أدى إلى زيادة تركيز البروتين الذائب soluble protein وبالتالي زيادة الرغوة إذ أن الرغوة ترتبط بعلاقة طردية مع قابلية االذوبان (18) .

جدول(3) حجم وثباتية الرغوة للمركز البروتيني لنخالة الحنطة منزوع الدهن عند تركيز 2% و 4 % ورقم هيدروجيني مختلف

الوقت (دقيقة)	الرقم الهيدروجيني (pH)	حجم الرغوة (مل)	حجم الرغوة (مل)	ألبومين البيض
		المركز البروتيني لنخالة الحنطة (تركيز 2 %) منزوع الدهن	المركز البروتيني لنخالة الحنطة (تركيز 4 %) منزوع الدهن	
0	5	230	320	
10		220	310	
30		190	280	
60		170	260	
0	7	290	390	330
10		250	380	310
30		210	360	240
60		180	340	210
0	11	310	410	
10		280	400	
30		220	380	
60		200	330	

ويوضح الجدول (4) سعة وثباتية المستحلبات للمركز البروتيني لنخالة الحنطة منزوع الدهن لوزن1غم من العينة وقيم رقم هيدروجيني مختلفة (5 و7 و 11)، إذ لوحظ انخفاض طبقة المستحلبات مع زيادة الوقت قابلها زيادة في حجوم طبقة الماء بعد انكسار المستحلبات إذ تراوح زمن الانكسار بين 50 – 60 ثانية ، أعطى المركز البروتيني لنخالة الحنطة منزوع الدهن أعلى سعة وثباتية للاستحلاب عند رقم هيدروجيني 11 إذ بلغت(15، 12) مل على التوالي ، وكانت اقل مما أظهره ألبومين البيض22، 14 مل زيت\غم بروتين على التوالي، إن زيادة خواص الاستحلاب بزيادة الرقم الهيدروجيني قد يعزى إلى أن زيادة الرقم الهيدروجيني يؤثر على التوازن المحب– الكاره للماء وكذلك يؤثر على قابلية الذوبان حيث تكون البروتينات الذائبة طبقة حول قطرات الزيت إذ ترتبط المناطق الكارهة للماء في الجزيئات البروتينية بالسطح البيني للدهون بينما ترتبط الطبقة الأيونية بسطح الوسط السائل . هناك عوامل عدة تؤثر على خواص الاستحلاب منها قابلية الذوبان والرقم الهيدروجيني ومحصلة الشحنات للبروتين والتوازن المحب– الكاره للماء. (10).

جدول (4) سعة وثباتية المستحلب للمركز البروتيني لنخالة الحنطة منزوع الدهن عند ورقم هيدروجيني مختلف

الوقت (ساعة)	المركز البروتيني لنخالة الحنطة		ألبومين البيض		الرقم الهيدروجيني (pH)
	طبقة المستحلب(مل)	طبقة الماء (مل)	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)	
*	58	0			5
0	11	47			
1	11	47			
2	10	48			
3	10	48			
4	10	48			
24	10	48			
*زمن الانكسار	52ثانية				
*	59	0	59	0	7
0	13	46	22	37	
1	12	47	15	44	
2	11	48	14	45	
3	11	48	14	45	
4	11	48	14	45	
24	11	48	14	45	
*زمن الانكسار	53ثانية		50 ثانية		
*	59	0			11
0	15	44			
1	14	45			
2	13	46			
3	12	47			
4	12	47			
24	12	47			
*زمن الانكسار	55ثانية				

يوضح الجدول (5) النسب المئوية للبروتين للأجزاء البروتينية المفصولة من نخالة الحنطة منزوعة الدهن إذ ظهر أن الألبومين شكل الجزء الأعلى من بروتين النخالة بنسبة 31.7% تلاه الكلوتليين بنسبة 17.5 % ثم الكلوبيولين بنسبة 9.4%، ذكر كل من (14) ان البروتينات الرئيسية لنخالة الحنطة هي الالبومينات والكلوتيلينات وهي تمثل الأجزاء البروتينية الرئيسية المفصولة من النخالة تليها الكلوبيولينات بنسبة اقل ان نسبة الكلوتلين كانت مقاربة لما وجده (33) والتي كانت 15.6 % وذكر الباحث ان نسبة البروتينات في النخالة تتأثر بنوع الحنطة و طريقة تحضير العينة أو طريقة الاستخلاص

جدول (5) النسبة المئوية للأجزاء البروتينية المفصولة من نخالة الحنطة منزوعة الدهن

الأجزاء البروتينية	% للأجزاء البروتينية
الألبومين	31.7
الكلوبيولين	9.4
الكلوتلين	17.5
الرواسب غير الذائبة	41.4

ويوضح الجدول (6) محتوى المركز البروتيني من الأحماض الامينية واظهر المركز محتوى عالي من اللايسين والثريونين في حين ان معظم بروتينات الحبوب فقيرة بهما (5). كما يلاحظ في الجدول ارتفاع محتوى الحامض الاميني الكلوتاميك مقارنة ببقية الاحماض الامينية إذ بلغت نسبته 16.3غم/100 غم بروتين وهذا يتفق مع ما ذكره. (24) . وأشار (7) الى ان كل من الالبومين والكلوبيولين يكونان نسبة عالية من المركز البروتيني لنخالة الحنطة وهما يتسمان بارتفاع محتواهما من الأحماض الامينية الأساسية .

جدول (6) محتوى المركز البروتيني لنخالة الحنطة من الحوامض الامينية

الحوامض الأمينية غم/100غم بروتين	المركز البروتيني
اللايسين	7.8
الهستدين	5.9
الليوسين	7.1
ايزوليوسين	4.9
الميثيونين	2.1
الثريونين	4.9
الفالين	5.9
الفينيلالنين	5.2
تايروسين	1.3
حامض الاسبارتك	4.8
حامض كلوتاميك	16.3
الارجنين	5.3
الكلايسين	4.7
البرولين	2.3
سيرين	5.1
الالنين	2.2

المصادر

1- **الطائي** ، مكارم علي موسى (1988) .طحين الرز وبعض استخداماته في الصناعات الغذائية . رسالة ماجستير قسم علوم الاغذية والتقانات الاحيائية ،كلية الزراعة جامعة بغداد .

2- **الطائي** ، مكارم علي موسى (2013) تحضير مركز بروتيني من نخالة الرز ودراسة صفاته الوظيفية واستعماله في تدعيم النودلز . مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية ،المجلد (13) . العدد (1) . ISSN (1646 – 1813) .

3- **تسكام** ، نبيل طاهر (2011) .استخلاص بروتينات جنين الحنطة ودراسة خواصها الوظيفية وادخالها في صناعة النودلز . رسالة ماجستير ،كلية الزراعة – جامعة البصرة .

4 - **AACC.(2000)**. American Association of Cereal Chemists.Approved methods , 10th

5- **Abdel-Aal,E.S.M,Hucle**.(2000) Amino acids composition and in vitro protein digestibility of selected ancient wheat and their end product.J.of Food Composition and Analysis,15(6)737-747

6-**Barbut**,SS(.1999).Determination water and fat holding.In Methods of testing Protein.

7-**Burstin**, J;K. Gallardo, R.R. Mir,R.K. Varshney, andG.Duc.(2011). Improving protein content and nutrition quality. In Biology and Breeding of Food Legumes, P:314-328. Wallingford: CAB International.

8-**Chanput**, W., Theerakulkait, C. and Nakai, S. (2009). Antioxidative properties of partially purified barley hordein, rice bran protein fractions and their hydrolysates. J. Sci Food Agric., 84,66-74.

9- **Cluskey**, J.E., Wu, Y.V., Wall, J.S., and Inglett, G.E. (1973) . Oat protein concentrates from awet- milling process : preparation. Vol(50) pp: 475-481

10-**El Nasri**, N. A. and El Tinay, A. H. (2007). Functional properties of fenugreek (Trigonellafoenumgraecum) protein concentrate. Food Chem.,103:582-589.

11-**Gomez M,** Ronda F, Blanco CA, Caballero PA, Apesteguia A (2003). Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. Eur. Food Res. Technol., 216: 51-56.

12-**Hassan**, H.M.M. ; Afify, A.S. ; Basyiony, A.E. and Ahmed, G. T.(2010). Nutritional and Functional Properties of Defatted Wheat Protein Isolates. Aust. J. Basic Appl Sci., 4(2): 348-358.

13- **Hindi,** M. J. (1979). The Recovery of Functional Protein from Fish Waste. Ph. D. Thesis, Loughborough University of Technology. England.

14- **Idris**, H., Babiker, E., and Abdullahi, H. (2003). Fractionation, solubility and functional properties of wheat bran proteins as influenced by pH and /or salt concentration. (abstr). Nahrung/Food 47 , No. 6, pp: 425 –429

15- Jasim, M.A. ;Sahi, A.A.&Faris, J.A.(1988).Studies on the functional properties and composition of dried catfish Silurusglavis products. Marina Mesopotamica,3:31-42.

16-Javed, M.M., Zahoor, S., Shafaat, S., Mehmooda, I., Gul, A., Rasheed ,H., Bukhari, S.A.I., Aftab, M.N and Ikram-ul-Haq.(2012). Wheat bran as a brown gold: Nutritious value and its biotechnological applications., African Journal of Microbiology Research Vol. 6(4), pp. 724-733.

17- Jones, D and Gersdorff, C. E. F. (1923). Proteins of Wheat Bran: Albumine; and Prolamine analysis of Globuline , Isolation and elementray, J. Biol. Chem. 58:117-131.

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

19- Kinsella, J. E. (1976). Functional properties of proteins in foods: a survey, Crit. Rev. Food SciNutr., 4:219.

20- Kolpakova,V. V. ; Martynova, I. V. ; Arabova,L. I. and L. V. Chumikina.(2004). Physicochemical properties and specific structural features of protein–lipid composites of increased nutritive value. Appl. Biochem. Microbiology, 40 (6) pp. 603-608.

21- Lawal, O. S. ; Adebowale, K. O. ; Ogunsanwo, B. M. ; Sosanwo, O. A., and Bankole, S. A. (2004). On the functional properties of globulin and albumin protein fractions and flour of African locust bean (Parkiabiglobossa). J.Food Chem., 92: 681-691.

22- Palmarola-Adrados B, Borska PC, Galbe M, Zacch G (2005). Ethanol production from non-starch carbohydrates of wheat bran. Biores. Technol., 96: 843–850.

23- Phimphilai, S., Galyean, R.D. and Wardlaw, F.B.(2006**).** Relationship of two in vitro assays in protein efficiency ratio determination on selected agricultural by-products. J. Sci Technol.,28: 81-87.

24- Premakumari, S., &Haripriya, S. (2010). Effect of supplementation of Wheat germ,Wheat bran and Wheat grass to subjects with specific health issues , Minor Research Project. Coimbatore.

25- Safdar, MN., Naseem, K., Amjad, M., Mumtaz, A., and Raza, S (2009). Physiochemical quality assessment of wheat grown in different regions of Punjab. Pak. J. Agri. Res., 22: 1-2.

26- Sathe, SK., Deshpande, SS., Salunkhe, DK. (1981). Functional properties of black gram (Phaseolus mango) proteins . Lebensm – wiss.U. Technol. 16: 69-74.

27- Sathe, S.K. ; Deshpande, S.S. and Salunkhe, D.K. (1982). Functional properties of winged bean(Psophocarpustetragonolobus L.) proteins. J. Food Sci., 47: 503-509.

28-Saunder, R.M.., Connor, M.A.,Edwards, R.H. and Kohler, G.O.(1999). Preparation of protein concentrates from wheat shorts and wheat millurum by awet alkaline process . Vol , 52:pp: 93-101.

29- Stevenson, L., Phillips, F., O'sulIvan, K.,and Walton, J. (2012) . Wheat bran: its composition and benefits to health, a European perspective . International J. of Food Sci. and Nutr 63(8): 1001–1013.

30- Vinay, B. J., and SindhuKanya, T. C. (2008). Effect of detoxification on the functional and nutritional quality of proteins of karanja seed meal. Food Chem., 106,77-84.

31- WASDE (2010). World Agricultural Supply and Demand Estimates, World Agricultural outlook board: June.

32-Zayas,J.F.(1997).Functionality of protein in food.Springer-Verlag, Berlin,Germiny

33- Zhu, K. X. ; Zhou, H. M. and Qian, H. F. (2006). Protein extracted from defatted wheat germ: Nutritional and structural properties. Cereal Chem., 83: 69-75.