الظروف المثلى لاستخلاص بروتينات نخالة الرز (Rice bran) العراقي صنف مشخاب– 2 ودراسة بعض خواصه الوظيفية

ايثار زكي ناجي
جامعة تكريت/كلية الزراعة/ قسم علوم الاغذية

الخلاصــة

اظهرت نتائج دراسة التركيب الكيميائي لنخالة الرز الكاملة، والنخالة منزوعة الدهن لصنف الرز العراقي مشخاب–2 الذي تم الحصول عليه من مطحنة الامير في محافظة النجف ، ان نسب كل من الرطوبة والدهن والرماد والكربوهيدرات والبروتين قد بلغت 8.6% و18.9% و6.5% و52.8% و13.2%على التوالي للنخالة الكاملة و9.3% و1.5%و 9.2%و 62.9%و 17.1% على التوالي للمنزوعة الدهن. وبينت نتائج الدراسة ان افضل الظروف في تحضير مستخلص بروتين نخالة الرز منزوعة الدهن كانت عن طريق الاستخلاص بالماء المقطر بعد تعديل الرقم الهيدروجيني الى 9 وبنسبة خلط مقدارها 6:1 (وزن:حجم) لمدة 60 دقيقة وبسرعة خلط مقدارها 600 دورة/ دقيقة والتي اعطت نسبة استخلاص بلغت 53%. واظهرت هذه الدراسة ان قابلية الذوبان وقابلية الاستحلاب وثباتية المستحلب للبروتين المستخلص من نخالة الرز منزوعة الدهن كانت اقصاها عند الرقم الهيدروجيني 9 مقارنة مع الارقام الهيدروجينية الاخرى المدروسة حيث بلغت 68.92% و 0.179 و45.13 دقيقة على التوالي، في حين كانت ادناها عند الرقم الهيدروجيني 4 بقيم بلغت 11.20% و 0.055 و12.76 دقيقة على التوالي.

الكلمات المفتاحية:
التركيب الكيميائي، نخالة الرز، استخلاص البروتين، قابلية الذوبان، خواص الاستحلاب.

للمراسلة :
ايثار زكي ناجي
قسم علوم الاغذية – كلية الزراعة – جامعة تكريت – **العراق.**

Optimization For Extraction Iraqi Rice Bran Proteins Class Mchkab-2 and Study Some of Its Functional Properties

Ethar Z. Naji
Tikrit Univ. / Collage of Agriculture/ Food Sci. Dep.

ABSTRACT

Key words: chemical composition, rice bran, protein extraction, protein solubility, emulsion properties.

Correspondence:
Ethar Z. Naji
Food Sci. Dept. – College of Agric. – Tikrit Uni. – **IRAQ**.

A study of the chemical composition of whole rice bran, and defatted rice bran for Iraqi rice class Mchkab -2, which was obtained from Al-Ameer mill, in the province of Najaf, showed that the moisture, fat, ash, carbohydrates and protein was, 8.6%, 18.9%, 6.5%, 52.8% and 13.2%, respectively for full bran, and 9.3%, 1.5%, 9.2%, 62.9% and 17.1% respectively for the defatted bran. The results of this study showed that the best conditions in the preparation of protein extract from defatted rice bran, were by extraction with distilled water after equalized pH to 9 with ratio bran: water of 1:6 (w:v) for 60 min, at agitation speed of 600 rpm/min. At these conditions protein percentage were 53%. This study revealed that of solubility, emulsifying activity and emulsion stability of the protein extracted from the defatted rice bran, were highest at pH 9, compared with other values of pH with the values of 68.92% , 0.179 and 45.13 min, respectively, while the lowest was at pH 4 with the values of 11.20% ,0.055 and 12.76 min, respectively.

المقدمــة :

يعد البروتين العنصر الرئيسي في العديد من المنتجات الغذائية، اذ يساهم في اغناء القيمة الغذائية، والنكهة فضلا عن العديد من الخصائص الوظيفية المهمة التي يضفيها على الانظمة الغذائية (1994,Giese). تمت دراسة العديد من بروتينات المصادر النباتية المختلفة (Gorinstein واخرون, 2002; Sogi واخرون, 2002; Tomotake واخرون, 2002; Rangel واخرون 2003,)منها الحبوب التي تمثل مصدرا مهما للبروتين الغذائي لعدد كبير من السكان، وافادت العديد منها ان بروتين الرز هو افضل من بروتينات الحبوب الاخرى، كبروتين القمح وبروتين الذرة، حيث يعد عنصرا مهما في تحضير الخلطات الخاصة بتغذية

الاطفال الرضع والاطفال الذين يعانون من الحساسية الغذائية (Burks و Helm، 1994)، وبالمقارنة مع الكازين ومعزول بروتين الصويا، فانه يلبي احتياجات الاطفال من عمر 2–5 سنوات (Wang واخرون، 1999) لأنه يحتوي على الأحماض الأمينية الأساسية الضرورية التي يحتاجونها، كما انه مصدرا للبروتينات المضادة للحساسية، فضلا عن كونه غني باللايسين. وبالتالي، فمن المتوقع ان يكون هنالك توجه نحو زيادة في الطلب على مثل هذه البروتينات الاقتصادية ذات الأسعار المعقولة مع زيادة الطلب على الأغذية، بهدف زيادة التنوع في انتاج أطعمة رخيصة ومغذية، حيث يستخدم البروتين على نطاق واسع في أنواع كثيرة من المنتجات الغذائية ويساهم في تطوير الأغذية ذات القيمة المضافة او يستخدم كمكونات ذات خصائص وظيفية في الاغذية الوظيفية والتي حاليا هنالك ارتفاعا في الطلب عليها.

تحتوي نخالة الرز، التي يتم الحصول عليها من عمليات تبييض الرز (والتي تعد من المخلفات الثانوية)، على العديد من المكونات ذات القيمة الغذائية العالية، كالبروتينات، والكربوهيدرات ،كما تحوي العديد من المكونات الكيميائية التي تمتلك تأثيرات إيجابية على صحة الإنسان مثل المواد المضادة للأكسدة كالتوكوفيرول، والـ tocotrienols، وكاما– اوريزانول gamma-oryzanol (Cheruvanky, 2003; Chen و Bergman, 2005)، اضافة الى ذلك ، تمتاز بروتينات نخالة الرز بانها ذات محتوى جيد من المواد المضادة للسرطان (Fabian و Ju, 2011). ان بروتين نخالة الرز، الذي يستخرج من نخالة الرز منزوعة الدهن، يمكن أن يضاف الى مختلف الأطعمة لزيادة قيمتها الغذائية (Tang واخرون، 2003a). وهكذا، فان نخالة الرز تمثل نواتج التصنيع الثانوية من الرز الخام غير المستغلة والتي لها قيمة غذائية عالية حيث يتراوح محتواها من البروتين بحدود 10 – 16٪ (Saunders، 1990; Hamada، 2000; Abdul-Hamid و Luan, 2000) وأعلى من أي جزء من اجزاء الحبة الأخرى، كما ان بروتين نخالة الرز أعلى في محتواه من اللايسين من بروتين السويداء أو أي من البروتينات المعزولة من نخالة الحبوب الاخرى (Juliano, 1985). وقد كانت هناك بالفعل دراسات عدة حول استخراج بروتين نخالة الرز منذ عدة عقود. ومع ذلك، وإلى الآن، يتم استخدام النخالة تجاريا فقط لاستخراج زيت الطعام وإنتاج الأعلاف (Houston، 1972; Saunders ، 1990; Tang واخرون، 2003b ; Parrado واخرون ،2006).

تمتاز بروتينات نخالة الرز بصعوبة الفصل بسبب ارتباطها مع حامض الفايتيك والسليلوز (Grossman، 1980). اضافة الى ان قابلية ذوبانها يعد صعبا بسبب العدد الكبير من المجموعات ثنائية الكبريت. واشارت العديد من الدراسات السابقة الى امكانية استخدام عدد من الطرائق في استخلاص اجزاء البروتين من نخالة الرز منزوعة الدهن تستند إلى اعتماد ذوبان اجزاء بروتينات النخالة في الماء، محلول ملحي، محلول قلوي أو حامض ضعيف / الكحول (Tsutsumi واخرون، 2000).ان الاستفادة من بروتين نخالة الرز، خصوصا كمكونات غذائية، يعتمد إلى حد كبير على الخصائص المطلوب اضفائها على الطعام (Fabian و Ju، 2011). ان الخصائص الوظيفية تمثل الخصائص الفيزيوكيميائية للبروتين، والتي تظهر اثناء التصنيع والتخزين او الاستهلاك، فضلا عن الخصائص الحسية والتغذوية. توصلت الدراسات في هذا المجال الى ان بروتين نخالة الرز ذو جودة عالية وأهمية في الصناعات الدوائية والغذائية، حيث يمكن تطبيقه في العديد من الصناعات الغذائية كصناعة الخبز (Jiamyangyuen وآخرون، 2005)، وحبوب الإفطار، والتدعيم للعديد من المنتجات الغذائية بالبروتين، وصناعة المشروبات، كما يمكن ان تدخل كمكونات غذائية في صناعة اللحوم والصوصج (Prakash و Ramaswamy، 1996) حيث تساعد في زيادة قابلية المنتج على الاحتفاظ بالماء كما انها جيدة للمنتجات التي يتطلب فيها الاحتفاظ بالماء بدرجة عالية (Chandi و Sogi، 2007; Yadav وآخرون، 2011).اما امتصاص الزيت فانه يستخدم لزيادة الشعور الفموي والاحتفاظ بالنكهة. وعلاوة على ذلك، فان القدرة العالية على حمل الزيت أمر أساسي في بعض النظم الغذائية مثل الصوصج والمايونيز وصلصة السلطة (Chandi و Sogi، 2007 ; Khan وآخرون، 2011 a، b).

نظرا لأهمية هذه المخلفات وقيمتها الغذائية العالية اضافة الى خصائصها الوظيفية المهمة، توجهت الانظار نحو استخلاص البروتينات من هذه المخلفات وتقدير هذه الخصائص في محاولة لادخالها كمضافات وظيفية في الانظمة الغذائية، من خلال فهم

الخصائص الوظيفية لمعزول بروتينات نخالة الرز، والتي يُمكن من استخدامها على نطاق أوسع في تطبيقات المواد الغذائية لزيادة قبول المستهلك. ونظرا لعدم وجود دراسة سابقة عن الخصائص الوظيفية لمعزول بروتينات نخالة الرز العراقي، لذا، هدفت هذه الدراسة الى عزل ودراسة بعض الخصائص الوظيفية لمعزول بروتين نخالة الرز لتوفير المعلومات لإنتاج مركزات بروتين النخالة في محاولة لاستخدامه في الصناعات الغذائية المختلفة.

المواد وطرائق العمل:

مصدر العينة :

تم الحصول على مخلفات طحن الرز (النخالة RB) من مطحنة الامير في محافظة النجف، وهي ناتج عن عملية التبييض للرز العراقي صنف مشخاب–2 وهو ناتج محصول العام 2013–2014.

التقديرات الكيميائية للنخالة (RB) :

قدرت النسبة المئوية للرطوبة حسب ما ورد في الطريقة القياسية في AACC (2000) بالتسخين عند درجة 105°م لحين ثبات الوزن، وقدرت النسبة المئوية لكل من الدهن والرماد والبروتين والكربوهيدرات كما ورد في الـ AOAC (2000)، حيث قدر الدهن باسخدام السوكسليت والهكسان كمذيب، كما تم تقدير الرماد باستخدام فرن الترميد وعند درجة حرارة 550°م لحين الحصول على رماد ابيض، اما النتروجين فقدر باستخدام المايكروكلدال ثم ضرب الناتج في 5.7 للحصول على النسبة المئوية للبروتين. وتم تقدير نسبة الكربوهيدرات باعتماد الفرق.

تحضير النخالة منزوعة الدهن :

تم التخلص من الدهن عن طريق خلط النخالة مع الهكسان وبنسبة 3:1 (وزن:حجم) لمدة 15 دقيقة، ثم فصل المذيب الحاوي على الدهن، وكررت العملية على الراسب لحين الحصول على مذيب خالي من اللون. ثم جففت العينة عند درجة حرارة الغرفة للتخلص من المذيب، قدر التركيب الكيميائي للنخالة المنزوعة الدهن باستخدام الطرائق القياسية المعتمدة في الفقرة السابقة.

تحديد الظروف المثلى لاستخلاص البروتين :

استخلصت البروتينات من نخالة الرز عن طريق نشر النخالة منزوعة الدهن في الماء المقطر عند ارقام هيدروجينية تراوحت بين (4–10) وبنسبة خلط شملت (2:1، 4:1، 6:1، 8:1، 10:1) (وزن:حجم) مع التحريك المستمر خلال فترة الاستخلاص ثم نبذ الخليط مركزيا عند السرعة 15200 xg و درجة حرارة 25°م لمدة 30 دقيقة، كما اعتمدت عدة ظروف للاستخلاص شملت سرعة الخلط عند (400، 500، 600، 700، 800 و1000) دورة/ دقيقة، وعدة اوقات للاستخلاص شملت (15، 30، 45، 60) دقيقة لمتابعة تاثير هذه الظروف في قابلية استخلاص البروتينات من نخالة الرز. اهمل الراسب وجمع الراشح الذي يمثل مستخلص بروتينات نخالة الرز، وتم تقدير نسبة البروتين فيه باعتماد الطريقة القياسية الواردة في الـ AOAC (2000) وتم حساب نسبة استخلاص البروتين حسب المعادلة التالية (Betschart واخرون، 1977) :

نسبة استخلاص البروتين % = (نسبة البروتين في المستخلص \ نسبة البروتين في النخالة) X 100

تم استخلاص بروتينات النخالة باعتماد افضل الظروف المختارة من الفقرات السابقة والتي اعطت اعلى نسبة بروتين في دراسة الخواص الوظيفية .

الخواص الوظيفية

تقدير قابلية الذوبان :

قدرت قابلية ذوبان بروتينات النخالة حسب ما ذكره Gnanasambandam و Hettiarachchy (1995) عند ارقام هيدروجينية مختلفة شملت 2 و4 و7 و9، ثم قدر البروتين باعتماد الطريقة القياسية الواردة في الـ AOAC (2000) وتم حساب قابلية ذوبان البروتين باستخدام المعادلة التالية :

قابلية الذوبان % = (نسبة البروتين في الراشح \ نسبة البروتين في 100 غم نموذج) x 100

تقدير قابلية تكوين المستحلب وثباتية المستحلب :

تم تقدير قابلية تكوين المستحلب وثباتية المستحلب اعتمادا على تقدير العكارة وحسب ما ذكره Barac واخرون (2010). تم تحضير المستحلب عن طريق خلط 45 مل من مستخلص بروتين نخالة الرز مع 15 مل من زيت دوار الشمس (تركي المنشا) باستعمال خلاط مختبري لمدة 3 دقائق وعند درجة حرارة الغرفة، ثم خفف 1مل من الخليط بنسبة 1: 25 (حجم:حجم) باستخدام محلول 0.1 % SDS. قرأت الامتصاصية للمستحلب المتكون مباشرة بعد تكوين المستحلب عند طول موجي مقداره 500 نانوميتر واعتمدت كقابلية لتكوين المستحلب. ولتقدير ثباتية المستحلب ترك المستحلب المتكون عند درجة حرارة 25°م لمدة 10 دقائق ثم اخذ 1 مل من المستحلب وتم تخفيفة بنسبة 1: 25 (حجم:حجم) باستخدام محلول 0.1 % SDS، ثم قدرت الامتصاصية للمحلول الناتج عند طول موجي مقدارة 500 نانوميتر، واعتمادا على القانون الاتي:

ثباتية المستحلب (دقيقة) = $\Delta A \setminus At \times A_0$

حيث تمثل A_0 : مقدار الامتصاصية بعد تكوين المستحلب مباشرة، At= 10 دقائق، $\Delta A = A_{10} - A_0$ ، A_{10}= الامتصاصية عند 10 دقائق

النتائج والمناقشة :

التقديرات الكيميائية للنخالة Rice bran:

يبين الجدول (1) التركيب الكيميائي لنخالة الرز الكاملة والنخالة منزوعة الدهن، وكما يظهر ان نسب كل من الرطوبة والدهن والرماد والكربوهيدرات قد بلغت 8.6% و18.9% و6.5% و52.8% على التوالي لنخالة الرز الكاملة و9.3% و1.5% و9.2% و62.9% على التوالي للمنزوعة الدهن، ان هذه النتيجة قد تقترب وتتفق لبعض المكونات مع بعض الدراسات السابقة في المجال ذاته وقد تختلف، اذ اشار Singh وآخرون (2013) الى نسب دهن بلغت 16.8% ورماد 10.76%، وذكر Faria وآخرون (2012) ان نسبة الرطوبة هي 5.14–6.28% والدهن 18.34– 20.05 % عند استعمالهم طريقتين لمعالجة النخالة في القضاء على اللايبيزات، واشار Kaur وآخرون (2011) الى نسبة دهن بلغت19.31%، اما نسبة الرماد والكربوهيدرات فكانتا 6.72% و36.6% على التوالي بالنسبة للنخالة الكاملة، في حين كانت 3.44% دهن و8.46 % رماد و 50.80% كاربوهيدرات للمنزوعة الدهن ، ووجد Bagheri و Seyedein (2011) ان نسبة الرطوبة هي 5.2% و4.7% دهن و17.7% رماد، واشار Rosniyana وآخرون (2009) الى نسب تراوحت بين 4.96-5.60% رطوبة و 19.40-30.45% دهن و25.91-47.14% كربوهيدرات و7.65-11.08% رماد عند دراستهم طريقتين في معالجة النخالة ودرجتي طحن، اما Khan وآخرون (2009) فقد اشاروا الى النسب 0.54–0.57% و9.51–10.15% و 52.51– 60.01 % لكل من الزيت والرماد والكربوهيدرات على التوالي في النخالة منزوعة الدهن وباختلاف طرق المعالجة حيث استخدموا اربعة طرائق في تثبيط اللايبيزات، اما Abdul-Hamid وآخرون (2007) فقد توصلوا الى نسبة رطوبة بلغت 8.5–12.6 % و 8.7–18.9% دهن و4.2– 7.7% رماد و 22.2– 44.8 % كربوهيدرات، وتوصل Theerakulkait وآخرون (2006) الى النسب 32.7% دهن و0.2 % رماد و55.9% كربوهيدرات في النخالة الكاملة اما منزوعة الدهن فكانت 6.3% دهن و 0.2% رماد و68.4% كربوهيدرات.

جدول (1) التركيب الكيميائي لنخالة الرز الكاملة ومنزوعة الدهن قيد الدراسة

المكون / النخالة	الرطوبة %	الدهن %	الرماد %	الكربوهيدرات %	البروتين %
الكاملة	8.6	18.9	6.5	52.8	13.2
منزوعة الدهن	9.3	1.5	9.2	62.9	17.1

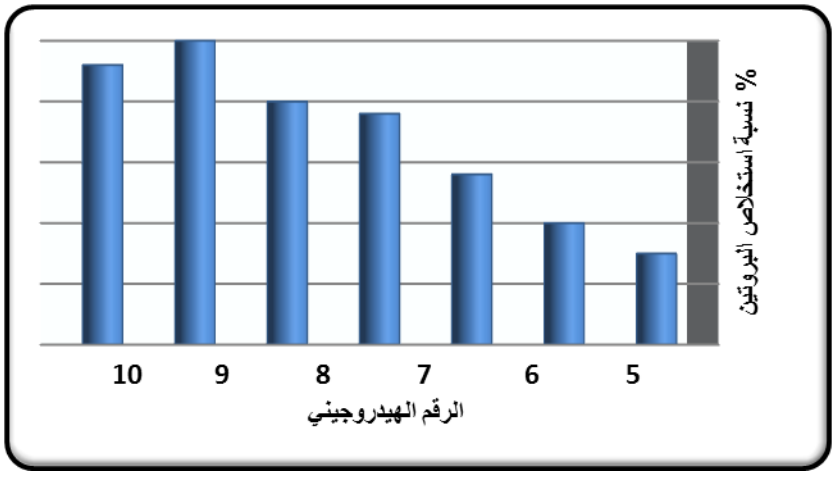
اما البروتين والذي يمثل الهدف الاساسي من هذه الدراسة، فيظهر الجدول نفسه ان نسبة البروتين في النخالة منزوعة الدهن بلغت 17.1% بالمقارنة مع النخالة الكاملة والبالغة 13.6%، وهذا يوضح كفاءة عملية ازالة الدهن في زيادة تركيز البروتين في العينات منزوعة الدهن. ان نسبة البروتين التي تم التوصل اليها في هذه الدراسة تتفق مع نتائج الدراسات السابقة، فقد ذكر Singh وآخرون (2013) ان نسبة البروتين هي 10.53%، كما بين ايضا ان نسبة البروتين ممكن ان تتراوح بين 11.00–14.97% اعتمادا على دراسات سابقة، وتوصل Faria وآخرون (2012) الى نسب تراوحت 18.93–19.38% بروتين، وذكر Kaurوآخرون (2011) ان نسبة البروتين هي 11.86 في النخالة الكاملة، و11.7% في منزوعة الدهن، وتوصلKhan وآخرون (2009) الى نسبة بلغت 18.16– 19.05%، في حين اشار Rosniyana وآخرون (2009) الى النسب-15.10% 13.60، اما Abdul-Hamid وآخرون (2007)و Bagheri و Seyedein (2011) فقد توصلوا الى نسب بلغت 8.8–15.2% و 6.4 % على التوالي، وتوصل Theerakulkait وآخرون (2006) الى نسبة 14.1% و17.5% في النخالة الكاملة و منزوعة الدهن على التوالي. ان الاختلاف في النتائج قد يعزى الى اختلاف صنف الرز المستخدم كمصدر للنخالة فضلا عن معاملات خدمة المحصول وظروف الزراعة والتسميد، اضافة الى ظروف التبييض المستخدمة للرز، اذ اشار Rao و Reddy (1986) الى تأثير وقت التبييض والضغط المستخدم .

الظروف المثلى لاستخلاص البروتين:

تأثير ظروف الاستخلاص في نسبة البروتينات المستخلصة :

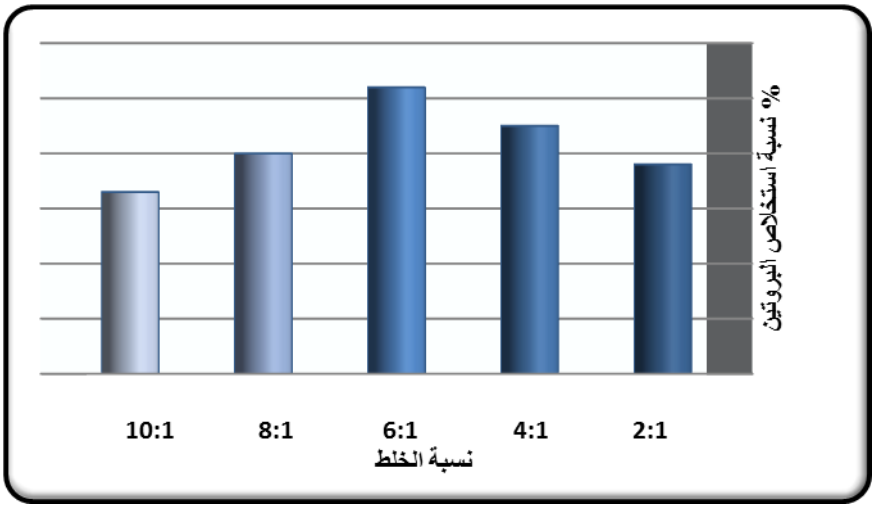
يظهر الشكل (1) تأثير الرقم الهيدروجيني في نسبة استخلاص البروتين من نخالة الرز منزوعة الدهن قيد الدراسة، وكما يظهر زيادة نسبة الاستخلاص بزيادة الارقام الهيدروجينية باتجاه الارقام القاعدية حيث أعطى الرقم 9 أعلى نسبة وصلت الى 50% ثم عاد وانخفض قليلا عند الرقم 10 الى 46% مقارنة مع الارقام الهيدروجينية الاخرى، وهذه النتيجة قد لا تتفق مع ما اشار اليه Theerakulkait وآخرون (2006) من ان افضل رقم هيدروجيني للاستخلاص هو 9.5 واشار انها لا تختلف معنويا عن الرقم 10، لكنها كانت أعلى معنويا من نسبة الاستخلاص عند الرقم 9 و8 و7 على التوالي.

تزداد ذوبانية البروتين عادة عند الابتعاد عن نقطة التعادل الكهربائي لان محصلة الشحنة للبروتينات عند هذه النقطة تكون متعادلة وعند الارتفاع او الانخفاض عن هذا الرقم الهيدروجيني تزداد الذوبانية، لان البروتين يحمل فيها شحنة موجبة او سالبة وتزداد محصلة الشحنة للبروتين net charg نتيجة تحول الاحماض الامينية الى الشكل المتأين ومن ثم تزداد ذوبانية البروتين، و لان معظم بروتينات الاغذية هي بروتينات حامضية لذا فانها تكون قليلة الذوبان عند الارقام الهيدروجينية الحامضية التي تتراوح ما بين 4–5 وتزداد هذه القابلية مع ارتفاع الارقام باتجاه القاعدية، و ذكر Attia وآخرون (2000) ان ذوبانية البروتين تزداد بارتفاع الرقم الهيدروجيني فوق 7.5، كما اثبتت الدراسات زيادة قابلية ذوبان البروتين في الاوساط الحامضية او القاعدية المتطرفة، وهذا ما اكده ايضا Ogunwolu وآخرون (2009) و Mao و Hua (2012) حيث اشاروا الى ان الذوبانية لمعظم البروتينات متشابهة وتكون ادناها عند الارقام الهيدروجينية 4–5 وتزداد بزيادة الرقم الهيدروجيني نحو التطرف وابتعاده عن رقم التعادل.



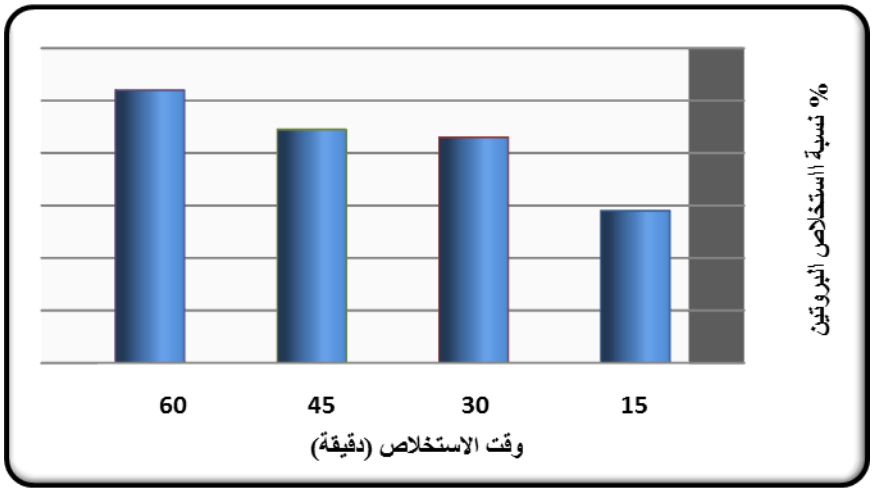
الشكل (1) تأثير الرقم الهيدروجيني في قابلية استخلاص البروتين من نخالة الرز منزوعة الدهن قيد الدراسة

يبين الشكل (2) تأثير نسب الخلط في قابلية استخلاص البروتين من نخالة الرز منزوعة الدهن قيد الدراسة وكما يظهر تميز النسبة 6:1 في نسبة الاستخلاص حيث بلغت 52% تلتها النسبة 4:1 بنسبة استخلاص بلغت 45 %، اما نسب الخلط الاخرى فقد أعطت نسب استخلاص بلغت 38% و 40% و 33% للنسب 2:1 و8:1 و10:1 على التوالي، ان هذه النتيجة لا تتفق مع ما اشار اليه Theerakulkait وآخرون (2006) من ان افضل نسبة هي 4:1 .



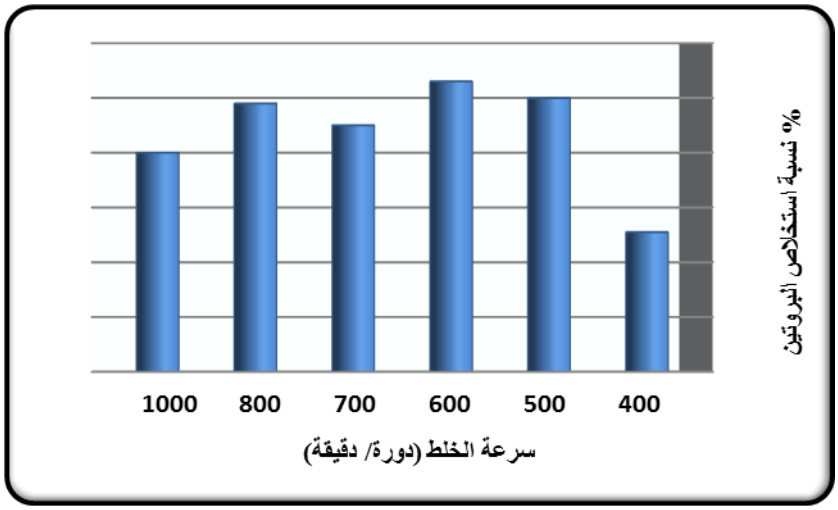
الشكل (2) تأثير نسبة الخلط في قابلية استخلاص البروتين من نخالة الرز منزوعة الدهن قيد الدراسة

فيما يخص دراسة تأثير وقت الاستخلاص في قابلية استخلاص البروتين (شكل 3) وجد ان افضل قابلية للاستخلاص كانت عند الوقت 60 دقيقة اذ بلغت نسبة الاستخلاص 52%، كما يظهر ايضا زيادة نسبة البروتين المستخلص مع زيادة وقت الاستخلاص، وهذا لا يتفق مع ما ذكره Theerakulkait وآخرون (2006) من ان افضل وقت كان 45 دقيقة لعدم حصول ارتفاع معنوي في نسبة البروتين المستخلص عند زيادة الوقت.



الشكل (3) تأثير وقت الاستخلاص في قابلية استخلاص البروتين من نخالة الرز منزوعة الدهن قيد الدراسة

يبين الشكل (4) تأثير سرعة الخلط في قابلية استخلاص البروتين من سحالة الرز منزوعة الدهن قيد الدراسة وكما يظهر ان هنالك علاقة غير متناسبة بين سرعة الخلط ونسبة البروتين المستخلصة حيث بلغت اقصى قيمة لها والبالغة 53% عند سرعة الخلط 600 دورة/ دقيقة مقارنة مع السرع الاخرى، وعادت لتنخفض عند سرع الخلط الاعلى وقد يعزى هذا الانخفاض الى حدوث دنترة للبروتين نتيجة زيادة السرعة، وهذا لا يتفق مع ما توصل اليه Theerakulkait وآخرون (2006) من ان افضل نسبة استخلاص كانت عند السرعة 500 دورة/دقيقة على الرغم من ارتفاع نسبة الاستخلاص عند السرع الاعلى ولكنها بنسبة بسيطة وغير معنوية.



الشكل (4) تأثير سرعة الخلط (دورة/دقيقة) في قابلية استخلاص البروتين من نخالة الرز منزوعة الدهن قيد الدراسة

استخلص البروتين لدراسة بعض خواصه الوظيفية باعتماد الظروف المثلى التي تم تحديدها من خلال التجارب السابقة حيث استخلص بالماء المقطر ذي الرقم الهيدروجيني 9 وبنسبة خلط مقدارها 6:1 (وزن:حجم) لمدة 60 دقيقة وبسرعة خلط مقدارها 600 دورة/دقيقة. وقد أعطت ظروف الاستخلاص هذه نسبة استخلاص بلغت 53% وهي اعلى مما توصل اليها Theerakulkait وآخرون (2006) والبالغة 44.4 %، كما ذكروا ان نسبة البروتين المستخلصة هذه ليست عالية، وقد يعود ذلك الى ضعف قابلية الذوبان نتيجة لوجود الاواصر ثنائية الكبريت وكذلك تجمعات البروتين (Hamada, 1997)، اضافة الى ان بروتين النخالة عبارة عن مزيج معقد ويمكن ان يرتبط مع المكونات الاخرى الموجودة في النخالة مثال الفايتيت والالياف (1985; Hamada, 1997

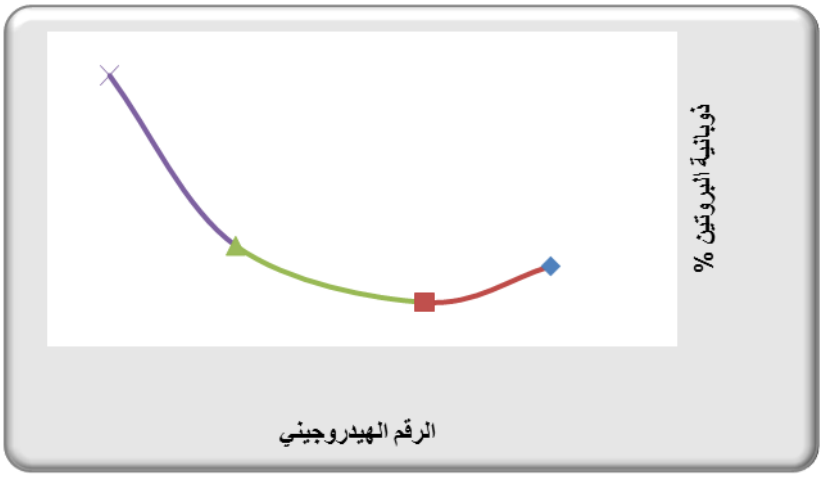
Betschart, 1977; Juliano,)، واشار Khan وآخرون (2009) الى اختلاف نسب البروتين المستخلصة باختلاف طرائق المعالجة المستخدمة حيث توصل الى نسبة 78.9% في النخالة غير المعاملة و69.61% و67.59% في النخالة المعالجة باستخدام المايكروويف والحرارة على التوالي، وتوصل Zhang وآخرون (2012) الى نسبة استخلاص بلغت 32.9%و 44.79% عند استخدام طريقتين للاستخلاص شملت الاستخلاص القاعدي واستخدام انزيم Alcalase على التوالي.

الخصائص الوظيفية لمستخلص بروتينات نخالة الرز :

قابلية الذوبان:

قدرت قابلية الذوبان لمستخلص بروتينات نخالة الرز عند ارقام هيدروجينية مختلفة، وكما يلاحظ (شكل 5) ان قابلية الذوبان عند الرقم 9 و4 قد أعطت أعلى واقل قابلية ذوبان بلغت 68.92% و 11.20% على التوالي. في حين وجد Zhang وآخرون (2012) ان قابلية ذوبان البروتين كانت 72.5% و 84.56% عند الرقم الهيدروجيني 11، عند استخدامهم طريقتين للاستخلاص شملت الاستخلاص القاعدي واستخدام انزيم Alcalase على التوالي.

كما يلاحظ من الشكل ان قابلية الذوبان تزداد مع زيادة الرقم الهيدروجيني من4 الى 9. ان الوصول الى اعلى قابلية ذوبان للبروتينات المستخلصة من نخالة الرز منزوعة الدهن عند الرقم الهيدروجيني 9 قد تعود الى الشحنه السالبة لجزيئات البروتين عند هذا الرقم والتي تؤدي الى زيادة قوى التنافر (repulsing force)، وكذلك زيادة التداخلات مع جزيئات الماء وهذا ما ذكره Zayas (1979)، مع هذا فان قابلية الذوبان عند الرقم 9 ليست عالية، اذ يمكن ان يعود ذلك الى تداخلات او ارتباط البروتين مع المركبات الاخرى المستخلصة من نخالة الرز (Juliano, 1985; Hamada, 1997). ان قابلية الذوبان عند الرقم الهيدروجيني 2 هي أعلى من الرقم 4 كما يظهر من الشكل نفسه وهذا يوضح ان نقطة التعادل الكهربائي للبروتين هي قريبة من الرقم 4، وهذا يتوافق مع ما اشار اليه كل من Bera و Mukherjee (1989) و Gnanasambandam و Hettiararchchy (1995) و Wang وآخرون (2014).

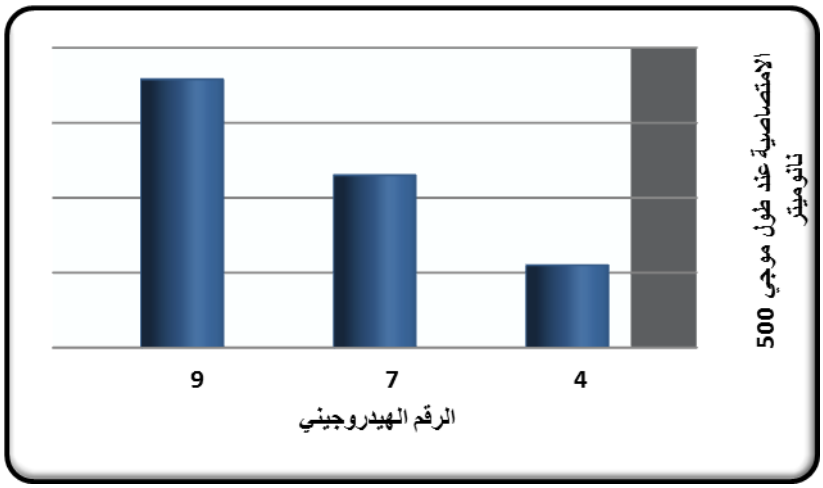


الشكل (5) قابلية ذوبان بروتين نخالة الرز منزوعة الدهن عند ارقام هيدروجينية مختلفة.

قابلية تكوين المستحلب وثباتيته :

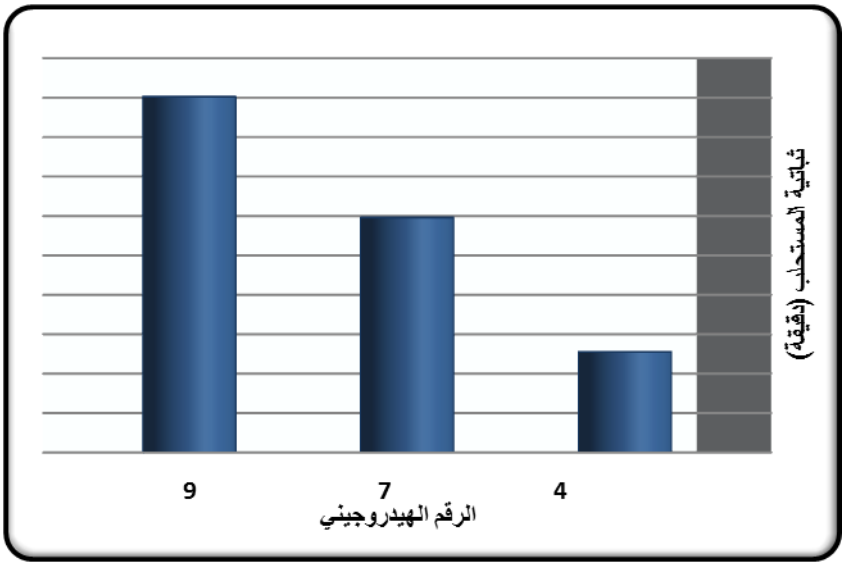
يبين الشكل (6) قابلية بروتين نخالة الرز منزوعة الدهن في تكوين المستحلب ، وكما يلاحظ ان قابلية تكوين المستحلب تزداد مع زيادة الرقم الهيدروجيني، فعند الرقم 9 يمتلك المستخلص البروتيني أعلى معامل لتكوين المستحلب بلغ 0.179 (عند 500 نانوميتر)، في حين كان اقل معامل لتكوين المستحلب عند الرقم الهيدروجيني 4 بقيمة بلغت 0.055، وتتوسط قيمته عند الرقم الهيدروجيني7 ، ان هذه النتائج تتقارب مع ما ذكره Zhang وآخرون (2012) من ان قابلية تكوين المستحلب لبروتينات نخالة الرز كانت 0.149 و 0.634 عند استخدامهم طريقتين للاستخلاص شملت الاستخلاص القاعدي واستخدام انزيم Alcalase على

التوالي، كما تتوافق مع ما اشار اليه كل من Khuwijitjaru وآخرون (2007) الذين درسوا تاثير المعاملة الحرارية بدرجات حرارية مختلفة، و Wang وآخرون (2014).



الشكل (6) قابلية تكوين المستحلب للبروتين المستخلص من نخالة الرز منزوعة الدهن عند ارقام هيدروجينية مختلفة

يوضح الشكل (7) ثباتية المستحلب للبروتين المستخلص من نخالة الرز منزوعة الدهن عند ارقام هيدروجينية مختلفة، ويلاحظ فيه ايضا ان ثباتية المستحلب تزداد مع زيادة الرقم الهيدروجيني، فعند الرقم 9 كان للمستخلص البروتيني أعلى ثباتية بلغت 45.13 دقيقة، وانخفضت الى 29.80 دقيقة عند الرقم الهيدروجيني 7 ، اما عند الرقم الهيدروجيني 4 فكان للمستخلص البروتيني اقل ثباتية بلغت 12.76 دقيقة. اشار Zhang وآخرون (2012) الى ثباتية استحلاب بلغت 24.26 دقيقة و 25.96 دقيقة عندما استخدموا طريقتين لاستخلاص البروتين شملت الاستخلاص القاعدي واستخدام انزيم Alcalase. ان صفات المستحلب وخصائصه ترتبط بقوة مع خواص سطح البروتين الكارهة للماء وقابلية ذوبان البروتين(Damodaran, 1996)، وان القيمة العالية للامتصاصية عند الطول الموجي 500 نانوميتر توضح وجود عدد كبير من قطرات الزيت الصغيرة في المستحلب (Pearceو Kinsella, 1978). ان انخفاض قابلية تكوين المستحلب وثباتيته عند الارقام الهيدروجينية الحامضية وزيادتها مع ارتفاع الرقم الهيدروجيني، يمكن ان يعزى الى امتلاك البروتين قابلية ذوبان عالية عند الارقام الهيدروجينية العالية (Mangino ، 1994) .



الشكل (7) ثباتية المستحلب للبروتين المستخلص من نخالة الرز قيد الدراسة عند ارقام هيدروجينية مختلفة

المصادر :

AACC (The American Association of Cereal Chemists), (2000). Approved methods of American Association of Cereal Chemists. The Am. Assoc. Cereal Chem. Inc., St. Paul. Minnesota.

Abdul-Hamid, A. and Luan, Y. S. (2000). Functional properties of dietary fiber prepared from defatted rice bran. Food Chem., 68(1): 15-19.

Abdul-Hamid, A.; Sulaiman, R. R.; Osman, A.; Saari, N. (2007). Preliminary study of the chemical composition of rice milling fractions stabilized by microwave heating. Journal of Food Composition and Analysis, 20(7): 627–637.

AOAC (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th ed. The Association, Gaithersburg, MD.

Attia, E. A.; Hamed, H. S. and Mattuk Hemmat, I. (2000). Production of protein extract from tomato wastes. Egyptition Journal of Agriculture and Research, 78: 2085 -2097.

Bagheri, R. and Seyedein, S. M. (2011). The Effect of Adding Rice Bran Fibre on Wheat Dough Performance and Bread Quality. World Applied Sciences Journal, 14 (Special Issue of Food and Environment): 121-125.

Barac, M.; Cabrilo, S.; Pesic, M.; Stanojevic, S.; Zilic, S.; Macej, O. and Ristic, N. (2010). Profile and functional properties of seed proteins from six Pea (*Pisum sativum*) Genotypes. Int. J. Mol. Sci., 11: 4973-4990.

Bera, M. B. and Mukherjee, R. K. (1989). Solubility, emulsifying, and foaming properties of rice bran protein concentrates. Journal of Food Science, 54:142-145.

Betschart, A. A.; Fong, R. Y. and Saunders, R. M. (1977). Rice by-products: Comparative extraction and precipitation of nitrogen from U.S. and Spanish bran and germ. Jornal of Food Science, 42: 1088-1094.

Burks, A. W. and Helm, R. M. (1994). Hypoallerginicity of rice protein. in Proceedings of the Annual Meeting of the American Association of Cereal Chemists, Nashville, Tenn, USA, 1994.

Chandi, G. K. and Sogi, D. S. (2007). Functional properties of rice bran protein concentrates. Journal of Food Engineering, 79:592-597.

Chen, M. H. and Bergman, C. J. (2005). Influence of kernel maturity, milling degree, and milling quality on rice bran phytochemical concentrations. Cereal Chem., 82:4-8.

Cheruvanky, R. (2003). Phytochemical products: rice bran. In Phytochemical functional foods (Johnson, I. T., and Williamson, G., eds), pp. 347-376. CRC Press; Woodhead Publishing, Boca Raton, Fla.; Cambridge.

Damodaran, S. (1996). Functional property, pp. 167- 234. In S. Nakai and H.W. Modler (eds.). Food Protein Properties and Characterization.VHC Publishers, New York**.**

Fabian, C. and Ju, Y. H. (2011). Areview on rice bran protein: its properties and extraction methods. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 51(9): 816-827.

Faria, S. A. S. C.; Bassinello, P. Z. B. and Penteado, M. V. C. (2012). Nutritional composition of rice bran submitted to different stabilization procedures. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, 48(4): 651-657.

Giese, J. (1994). Protein as ingredients: Types, functions, applications. Food Technol**.,** 68 (10): 50-60.

Gnanasambandam, R. and Hettiararchchy, N. S. (1995). Protein concentrates from unstabilized and stabilized rice bran: Preparation and properties. Journal of Food Science, 60:1066-1069.

Gorinstein, S.; Pawelzik, E.; Delgado-Licon, E.; Haruenkit, R.; Weisz, M. and Trakhtenberg, S. (2002). Characterisation of pseudocereal and cereal proteins by protein and amino acid analyses. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82(8): 886–891.

Grossman, M. V.; Rao, C. S. and da Silva, R. S. F. (1980). Extraction of protein from buckwheat bran: application of enzymes. Journal of Food Biochemistry, 4: 181–184.

Hamada, J. S. (2000). Characterization and functional properties of rice bran proteins modified by commercial exoproteases and endoproteases. Journal of Food Science, 65(2): 305–310.

Hamada, J. S. (1997). Characterization of protein fractions of rice bran to devise effective methods of protein solubilization. Cereal Chem., 74: 662-668.

Houston, D. F. (1972). Rice bran and polish, pp. 272- 300. In D.F. Houston (ed). Rice: Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists: St. Paul, MN.

Jiamyangyuen, S.; Srijesdaruk, V. and Harper, W. J. (2005). Extraction of rice bran protein concentrate and its application in bread Songklanakarin. Journal Science Technology, 27(1): 55-64.

Juliano, B. O. (1985). Rice bran, pp. 647-687. In O. Juliano (ed.). Rice: Chemistry and Technology. 2nd ed. American Association of Cereal Chemists: St. Paul, MN.

Kaur, S.; Sharma, S. and Nagi, H. P. S (2011). Functional properties and anti-nutritional factors in cereal bran. As. J. Food Ag-Ind., 4(02): 122-131.

Khan, S. H., Butt, M. S.; Anjum, F. M. and Jamil, A. (2009). Antinutritional Appraisal and Protein Extraction from Differently Stabilized Rice Bran. Pakistan Journal of Nutrition, 8 (8): 1281-1286.

Khan, S.H.; Butt, M.S. and Sharif, M.K. (2011a). Biological quality and safety assessment of rice bran protein isolates. International Journal of Food Science and Technology, 46: 2366–2372.

Khan, S.H.; Butt, M.S.; Sharif, M.K; Semeen, A.; Mumtaz, S. and Sultan, M.T. (2011b). Functional properties of protein isolates extracted from stabilized rice bran by microwave, dry heat, and parboiling. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59:2416-2420.

Khuwijitjaru, P.; Nualchan, P. and Adachi, S. (2007). Foaming and emulsifying properties of rice bran extracts obtained by subcritical water treatment. Silpakorn U Science and Technology Journal, 1(1): 7-12.

Mangino, M. E. (1994). Protein interactions in emulsions: protein-lipid Interactions, pp.311-324. In N.S. Hettiarachchy and G.R. Ziegler (eds.). Protein Functionality in Food System. Marcel Dekker, Inc., New York.

Mao, X. and Hua, Y. (2012). Composition, structure and functional properties of protein concentrates and isolates produced from walnut (*Juglans regia* L.). International Journal of Molecular Science, 13: 1561-1581.

Ogunwolu, S. O.; Henshaw, F. O.; Mock, H.P.; Santros A. and Awonorin, S. O. (2009). Functional properties of protein concentrates and isolates produced from cashew (*Anacardium occidentale* L.). Nut. Food Chem., 115: 852-858.

Parrado, J.; Miramontes, E.; Jover, M.; Gutierrez, F. C. O. J.; Teran, C. L.; Bautista, J. (2006). Preparation of a rice bran enzymatic extract with potential use as functional food. Food Chem., 98(4): 742-748.

Pearce, K. N. and Kinsella, J. E. (1978). Emulsifying properties of proteins: Evaluation of aturbidimetric technique. Journal of Agriculture and Food Chem., 26:716-23.

Prakash, J. and Ramaswamy, H. S. (1996). Rice bran proteins: properties and food uses. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 36: 537-552.

Rangel, A.; Domont, G. B.; Pedrosa, C. and Ferreira, S. T. (2003). Functional properties of purified vicilins from cowpea (Vigna unguiculata) and pea (Pisum sativum) and cowpea protein isolate. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(19): 5792–5797.

Rao, P. V. and M. J. Reddy (1986). Evaluation of chemical and nutrient composition in raw, de-oiled and parboiled rice polishing and maize. Indian J. Poult. Sci., 21(1): 72-74.

Rosinyana, A.; Hashifah, M. A. and Shariffah, N. S. A. (2009). Nutritional content and storage stabilized rice bran-MR220, Kuala Lumpur. Journal Trop. Agric. And Food Sci., 37(2):163-170.

Saunders, R.M. (1990). The properties of rice bran as a food stuff. Cereal Foods World 35: 632-662.

Singh , P. ; Yadav , N. ; Mishra , P. K. , Sheikh, S. (2013). Utilization of rice bran for the development of value added Indian Sweet. International Journal of Agricultural and Food Science, 3(2): 76-79

Sogi, D. S.; Garg, S. K. and Bawa, A. S. (2002). Functional properties of seed meals and protein concentrates from tomato-processing waste. Journal of Food Science, 67(8): 2997–3001.

Tang, S.; Hettiarachchy, N. S.; Horax, R. and Eswaranandam, S. (2003a). Physicochemical properties and functionality of rice bran protein hydrolyzate prepared from heat-stabilized defatted rice bran with the aid of enzymes. Journal of Food Science, 68(1): 152–157.

Tang, S.; Hettiarachchy, N. S.; Eswaranandam, S. and Crandall, P. (2003b). Protein extraction from heat stabilized defatted rice bran: II. The role of amylase, celluclast and viscozyme. Journal of Food Sci., 68:471-475.

Theerakulkait, C.; Chaiseri, S. and Mongkolkanchanasiri, S. (2006). Extraction and Some Functional Properties of Protein Extract from Rice Bran. Kasetsart Journal, (Nat. Sci.), 40: 209 - 214.

Tomotake, H.; Shimaoka, I.; Kayashita, J.; Nakajoh, M. and Kato, N. (2002). Physico-chemical and functional properties of buckwheat protein product. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(7): 2125–2129.

Tsutsumi, K.; Kawauchi, Y.; Kondo, Y.; Inoue, Y.; Koshitani, O. and Kohri, H. (2000). Water extract of defatted rice bran suppresses visceral fat accumulation in rats. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48(5): 1653–1656.

Wang, C.; Li, D; Xu, F ; Hao, T. and Zhang, M. (2014). Comparison of two methods for the extraction of fractionated rice bran protein. Journal of Chemistry,10 pages.

Wang, M.; Hettiarachchy, N. S.; Qi, M.; Burks, W. and Siebenmorgen, T. (1999). Prepa-ration and functional properties of rice bran protein isolate. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47(2): 411–416.

Yadav, R. B.; Yadav, B. S. and Chaudhary, D. (2011). Extraction, characterization and utilization of rice bran protein concentrate for biscuit making. British Food Journal, 113:1173-1182.

Zayas, J. F. (1997). Functionality of proteins in food. Springer-Verlag Heidelberg, New York. 373 p.

Zhang, H. J.; Zhang , H.; Wang, L. and Guo, X. N. (2012). Preparation and functional properties of rice bran proteins from heat-stabilized defatted rice bran. Food Research International, 15th IUFOST World Congress of Food Science and Technology – Food Science Solutions in an Evolving World, 47 (2): 359–363.