دراسة محتوى الاحماض الامينية والخواص الوظيفية للمعزول البروتيني للحمص (*Cicer arientum* L.)

منال عبد الواحد صلبوخ السراج زينب هادي العامري شذى عبد الله محمد رضا
جامعة كربلاء / كلية الزراعة
Shathaallaith235@yahoo.com Lactoferen76@yahoo.com Wesali77@yahoo.com

المستخلص

تمت دراسة الخواص الوظيفية لمسحوق والمعزول البروتيني لبذور الحمص وتقدير الاحماض الامينية حيث احتوى المسحوق والمعزول البروتيني على كافة الاحماض الامينية الاساسية وكانا غنيين بالحامضين الامينين الكلوتاميك والاسبارتك (17.56, 11.56) % على التوالي. وجد ارتفاع في النسبة المئوية للبروتين اذ وصل الى 82.43 % في المعزول البروتيني بعد أن كان 22.08 % في المسحوق كامل الدهن . بينت نتائج دراسة الخواص الوظيفية للمعزول البروتيني للحمص وللمسحوق مزال الدهن اذ اظهرا قابلية لامتصاص الماء بلغت (4.96 و4.52) مل/غم على التوالي. كانت قابلية ربط الدهن للمعزول البروتيني 3.03 مل زيت /غم بينما للمسحوق بلغت 3.83 مل زيت/ غم بروتين. كما درست قابلية المعزول البروتيني والمسحوق المزال الدهن على تكوين الرغوة وبلغت سعة الرغوة (60 , 78.8) % على التوالي وبلغت قيم ثبات الرغوة (48.71 و 72.16) % بينما بلغت قيم ثبات المستحلب (55.38 ، 52.23) % لكل من المسحوق والمعزول البروتيني على التوالي واظهرا نشاط للمستحلب (21.63 ، 38.24) % .

Study of amino acids content and functional properties of protein isolate of chickpea (*Cicer arientum* L)

Abstract

The functional properties of chickpea protein flour Powder (CPF) and protein isolate(CPI) were studied and estimation of amino acid content , (CPF and CPI) contained all the essential amino acids and it was rich in glutamic and aspartic acid(11.07,17.08)% respectively . where we found a rise in the percent of protein from 22.08% in whole protein flower to 82.43% protein isolate. Results of studying functional properties revealed the following: CPI and CPF gave higher water absorption reached to (4.52,4.96) ml/g protein and oil absorption reached to (3.03,3.83) ml oil / g protein . CPI and CPF showed the ability to form foam in the higher capability to form foam (60,78.8)% respectively and foam stability reached to(72.16, 48.71) % . CPI and CPF showed higher emulsifying stability (52.23, 55.38) % respectively and emulsifying ability (21.63,38.24) %.

Key words : chickpea protein ,functional proprieties ,isolates

CPF: المسحوق كامل الدهن

CPI: المعزول البروتيني

المقدمة

يعد محصول الحمص (*Cicer arientum L*) المحصول الخامس انتشارا على مستوى العالم من حيث الاستهلاك التجاري يزرع في المناطق الوسطى والجنوبية والغربية من قارة اسيا وتعتبر الهند الدولة الرئيسية بالانتاج على مستوى العالم(14). تعتبر بروتينات الحمص من البروتينات الاكثر استهلاكا خاصة بالدول الاسيوية اذ تصنف بالمرتبة الثاثة وتعتبر من البروتينات النباتية الرئيسية (31) وكبقية انواع البقوليات تتواجد كلوبيولينات والبومينات الحمص على شكل جزئين رئيسين اذ تتواجد الكلوبيولينات بنوعين هما (legumin and vicinin) وتصل حوالي(60- 70) % من مجموع البروتينات المستخلصة من الحمص مقارنة مع الالبومينات والتي تتواجد بنسب تقدر ب(15-25) % من مجموع البروتينات (29) . تلعب الالبومينات دور فعال في حبوب الحمص لاحتوائها اغلب الانزيمات وبروتينات الايض بالاضافة الى ذلك فانها تظهر قيمة غذائية عالية مقارنة مع الكلوبيولينات بسبب محتواها العالي من الحامض الاميني اللايسين والاحماض الامينية الكبريتية وفي الاونة الاخيرة زاد الطلب على المنتجات الغذائية والوظيفية والعلاجية والتجميلية ذات المصدر النباتي وهذا رفع من اهمية زيادة انتاج البروتينات النقية المشتقة من مصادر نباتية مثل (المركزات والمعزولات والمتحللات البروتينية (30) .ان القيمة الغذائية لبذور البقوليات تحدد بمحتواها من الاحماض الامينية الكبريتية وبصورة خاصة المثيونين وقداجريت العديد من الدراسات التي وضحت امكانية انتاج معزولات ومركزات بروتينية من مصادر نباتية وحيوانية وميكروبية والتي تمتاز بخواص وظيفية جيدة ومن اجل الحصول على معزولات بروتينية غذائية يتم فصل البروتينات الخزنية عالية الوزن الجزيئي من نوع (oligomeric) اولا بالاذابة القلوية يتبعها الترسيب عند نقطة التعادل الكهربائي(24) . تمتاز بروتينات الحمص بارتفاع ثمنها مقارنة ببقية انواع البقوليات بسبب القيمة البايولوجية العالية ومحتواها المتوازن من الاحماض الامينية وقلة محتواها من المثبطات التغذوية (25) . ان المحتوى الواطئ من الدهن والخصائص الخاصة لحبوب الحمص بررت الاهتمام في الوقت الحاضر لمعزولات ومركزات بروتينات الحمص ولاحظ (24) ان المعزولات البروتينية للحمص امتازت بسعة امتصاص عالية للماء والدهن وسعة استحلاب جيدة ممكن ادخالها في الصناعات غذائية مرغوبة منها (الجبن ، منتجات الخبيز ، اللحوم ،الايس كريم)

يتأثر التركيب الكيميائي للحمص بعدة عوامل منها العوامل الجينية والبيئية مثل الموقع وطبيعة التربة والري (27) ، يشكل الدهن مابين (3.9–6.2) % ، والبروتين (20.8–25.9) % ، والكربوهيدرات الذائبة الكلية (60–63) % والالياف الخام تقدر ب (8–8.7) % (15) .

ان البروتينات التي تستخدم في مجال الصناعات الغذائية تكون من مصادر مختلفة ، ويمكن تصنيفها الى البروتينات الحيوانية ، والبروتينات النباتية مثل بروتين الصويا وبروتين الفول السوداني وبروتين القمح وبروتينات المشتقات الحيوانية (بروتينات الحليب). تتطلب كثير من البروتينات النباتية بعض المعاملات التصنيعية لتصبح ذات خصائص وظيفية مقبولة مثل الاستحلاب وامتصاص الدهن والماء ، وازداد في السنوات الاخيرة الاهتمام بالبرتينات النباتية كمصدر بروتيني منخفض التكلفة ومهم في مجال تصنيع وتطوير الاغذية لانه مسؤول عن

كثير من الخصائص الوظيفية التي تؤثر في مدى تقبل المستهلك للغذاء ومن بين اغلب مصادر البروتين النباتية المستخدمة هي بروتينات فول الصويا والفول السوداني (22) .

الخواص الوظيفية للبروتينات : Functional properties

تعرف الخواص الوظيفية بأنها السلوك الفيزيائي الشامل او ما ينجزه البروتين في الغذاء والذي يعكس التفاعلات التي تحصل وتتأثر بتركيب وتكوين هذا البروتين من الأحماض الامينية، فعند زيادة الاحماض الامينية القطبية في جزيئة البروتين فأن ذوبان البروتين يزداد ويستفاد منه عاملاً مستحلباً ومكوناً للرغوة في حين التركيب غير الملتوي (المفتوح) للسلاسل البروتينية يعمل على زيادة قابلية البروتين على تكوين الهلام وثباتية الرغوة. تتأثر الخواص الوظيفية بدرجة الحرارة والرقم الهيدروجيني وتركيب ونوع البروتين ونسب الحوامض الامينية المكونة للبروتين وتركيزه والمعاملات التصنيعية والقوة الأيونية (15) .وان من اهم الخصائص الوظيفية التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار هي :

1- القابلية الذوبانية Solubility

والمبين دورها كما ورد في (7) .

2- سعة امتصاص الماء Water Absorbance Capacity (WAC)

والمعرفة طبقا لماورد في(3) .

3- سعة امتصاص الدهن Fat Absorbance Capacity (FAC)

والمعرفة طبقا لماذكره (27) .

4 - خواص الاستحلاب Emulsification Properties

والمبين خواصه كما ورد في (18).

5-- خواص الرغوة Foaming Properties

والمعرفة من قبل (18).

وان الهدف من هذه الدراسة تقييم بعض الخواص التغذوية لمعزول ودقيق بذور الحمص منزوع الدهن، بهدف زيادة الاستفادة منها كمكون غذائي خلال تحضير مركزات بروتينية قد تستعمل في تدعيم بعض الأغذية التقليدية وغير التقليدية لرفع محتواها من البروتين .

المواد وطرائق العمل : Material and Methods

- استعمل زيت الذرة المتواجد بالاسواق المحلية لتقدير الخواص الوظيفية للبروتين

جمع العينات: Sampling

تم شراء بذور الحمص صنف اباء (45) من الاسواق المحلية في بغداد ، نظفت جيداً من الشوائب ثم طحنت بواسطة مطحنة مختبرية لاكثر من مرة .

تحضير مسحوق بذور الحمص مزال الدهن

Defatted chickpea seed protein preparation

حضر مسحوق بذور الحمص مزال الدهن وفقاً لما ورد في (16) وذلك بمعاملة مسحوق بذور الحمص بالهكسان بنسبة 5/1 (وزن/حجم) مع التحريك المستمر مدة ثلاث ساعات ، فصل الراشح بواسطة الترشيح تحت التفريغ باستخدام قمع بخنر وورق الترشيح واتمان رقم (1) ، تم التخلص من الهكسان باستخدام جهاز

المبخر الدوار Rotary Evaporator كررت عملية الاستخلاص حتى اصبح الهكسان رائقاً ، جمع الناتج من عملية الاستخلاص وجفف بالهواء ، ثم طحن ونخل باستخدام منخل رقم 60 mesh ، وخزن على حرارة – 20 م لحين الاستعمال.

تحضير معزول البروتين Protein Isolate preparation

تم تحضير معزول البروتين وذلك باذابة مسحوق الحمص مزال الدهن في الماء بنسبة 1 :40 (وزن/حجم) ثم عدل الرقم الهيدروجيني الى 10.5 باستعمال هيدروكسيد الصوديوم 2 مولار وحرك المزيج بوساطة المازج المغناطيسي لمدة ساعة ثم اجري طرد مركزي على سرعة 3000 xg لمدة 20 دقيقة لازالة الالياف والمواد النشوية ثم فصل الراشح عن الراسب ، كررت العملية على الراسب، مزج الراشح الثاني مع الاول وتم خفض الرقم الهيدروجيني الى 4.5 (الترسيب عند نقطة التعادل الكهربائي) باستعمال حامض الهيدروكلوريك 2 مولار واجريت عملية الطرد المركزي 3000 xg لمدة 20 دقيقة ، فصل الراسب عن الراشح اذ تم اذابة الراسب في كمية قليلة من الماء المقطر وعدل الرقم الهيدروجيني الى 7 ثم جفدت العينة ، وخزنت على حرارة – 20 م لحين الاستعمال.

تحليل التركيب الكيميائي : Chemical composition analysis

تم تقدير التركيب الكيميائي لمسحوق بذور الحمص الكامل والمزال الدهن ومعزول البروتين باستعمال الطرائق المتبعة من قبل (1) لتقدير الرطوبة والرماد والبروتين والدهن والكاربوهيدرات

تحليل الاحماض الامينية Amino acid analysis

تم تقدير محتوى المعزول البروتيني من الأحماض الامينية في وزارة العلوم والتكنولوجيا – مركز الأبحاث باستعمال جهازكروموتكرافي عالي النقاوة High Performance Liquid Chromotography (HPLC) من نوع (Shimadzu LC– 6A) من أجل التعرف على محتوى المعزول البروتيني من الحوامض الامينية كماً ونوعاً أستخدم جهاز الكروموتوكرافي السائل ذو الكفاءة العالية اذ تم وزن 5 مايكروليتر من العينة ووضعت في انبوبة الهضم ، واضيف لها 800 مايكروليتر من حامض البيرفورمك (performic acid) وترك الى اليوم التالي ثم جفف و اضيف اليه 200 مايكروليتر من الفينول (phenol) بتركيز 1% المذاب في حامض الهيدروكلوريك 6 عياري وعومل بدرجة حرارة 110 م لمدة 24 ساعة ثم اضيف 200مايكروليتر من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز 3 عياري ثم خفف النموذج باضافة 600 مايكروليتر من الماء واضيف (Norleu dilution buffer) بنسبة 1:1 مع التحريك ، حقن 50 مايكروليتر ، والحاوي على 2 نانومول من Norleu ، رشحت العينات ثم حقنت في وحدة تحليل الاحماض الامينية Hitachi L-8800 amino acid analyzer (Tokyo, Japan), وكانت ابعاد العمود 4.4 ملم × 80 ملم مع كاشف النهيدرين ومزود بخاصية القراءة المستمرة على طولين موجيين 440 نانومتر و570 نانومتر .

وتم حساب تراكيز الاحماض الامينية من خلال المعادلة الآتية :

تركيز الحامض ملغم/مل = مساحة حزمة النموذج / مساحة حزمة الحامض الاميني القياسي × تركيز الحامض الاميني القياسي × عدد التخافيف

تقدير الخواص الوظيفية :

سعة امتصاص الماء Water Absorption Capacity (WAC)

قدرت سعة امتصاص الماء للمعزول البروتيني وفقاً للطريقة الموصوفة من قبل (21) مع بعض التحوير ، اذ تم وزن 1 غم من العينة في انبوبة اختبارموزونة سعة 15 مل ، ثم اضيف 10 مل من الماء المقطر بصورة تدريجية مع التحريك بوساطة قضيب زجاجي، وتركت مدة 30 دقيقة على حرارة الغرفة ، اجريت عملية الطرد المركزيا بسرعة 2000xg مدة 20 دقيقة وقيست كمية الماء المرتبط كالاتي :

$$WAC = \frac{W_2 - W_1}{W_0}$$

حيث :

W_0 = وزن العينة الجافة

W_1 = وزن الانبوبة + العينة الجافة قبل اضافة الماء

W_2 =وزن الانبوبة + وزن الراسب بعد اضافة الماء

سعة امتصاص الدهن Fat Absorption Capacity (FAC)

قدرت سعة امتصاص الدهن للمعزول البروتيني وفقاً لما ورد في (21) مع بعض التحوير ، وزن 1غم من العينة في انبوبة طرد مركزي موزونة سعة 15 مل ومزجت العينة مع 15 مل زيت فول الصويا ، حضن الخليط على درجة حرارة الغرفة مدة 30 دقيقة ثم طرد مركزياً على 5000xg مدة 20 دقيقة على حرارة 25 م° ، ازيل الراشح بحذر ثم وزنت الانبوبة مع العينة وقيست سعة امتصاص الدهن بالغرام لكل غرام عينة.

$$\boldsymbol{FAC = \frac{F_2 - F_1}{F_0}}$$

حيث :-

F_0 = وزن العينة الجافة

F_1 = وزن الانبوبة + وزن العينة الجافة قبل اضافة الزيت

F_2 = وزن الانبوبة +وزن الراسب بعد اضافة الزيت

خواص الاستحلاب Emulsion Properties

قدرت خواص الاستحلاب للمعزول البروتيني وفقاً لما ذكر في(5) اذ مزج 10 مل زيت نباتي و 30 مل من المحلول البروتيني تركيز 1% ثم عدل الرقم الهيدروجيني للارقام 12–2 وجنس بجهاز التجنيس ثم اخذ 50 مايكروليتر في نفس الوقت 0 وبعد 10 دقائق مزج مع 5 مل من كبريتات دودكيل الصوديوم Sodium(SDS Dodecyl Sulfate) بتركيز 0.1 % ، قرأت الامتصاصية للمحلول المخفف على طول موجي 500 نانومتر. اجريت التحاليل بثلاثة مكررات.

حسبت الفعالية الاستحلابية وثبات المستحلب كالاتي :

$EAI(m^2/g) = (2 \times 2.303 \times A_{500nm})/F \times$protein weight(g)

$ES\% = (A_0 - A_{10}/A_0) \times 100$

حيث:-

EAI(m^2 /g) = الفعالية الاستحلابية (م^2/غم)

F = حجم الزيت

ES = ثباتية المستحلب

A_0 = امتصاصية المستحلب وقت الصفر

خواص الرغوة Foaming Properties

قدرت سعة وثبات الرغوة للمعزول البروتيني وفقاً لما ذكره (21) مع بعض التحوير تم اذابة 250 ملغم من العينة في 25 مل من الماء المقطر المزال الايونات ثم عدل الرقم الهيدروجيني للمحلول للارقام 2–12 وتم تجنيس المحاليل على سرعة 6000 (دورة/ دقيقة) لمدة 2 دقيقة ثم سجل حجم الرغوة المتكونة قبل وبعد المزج ، وعبر عن سعة الرغوة بانها النسبة المئوية للزيادة بالحجم نتيجة للمزج اما ثبات الرغوة فقدر بقياس حجم الرغوة المسجل بعد 30 دقيقة من الخزن ، سعة وثبات الرغوة تم حسابها طبقا للمعادلة التالية :

$$\text{سعة الرغوة\%} = \frac{\text{(الحجم بعد المزج–الحجم قبل المزج) مل}}{\text{(الحجم قبل المزج) مل}} \times 100$$

$$\text{ثبات الرغوة\%} = \frac{\text{(الحجم بعد الخزن – الحجم قبل المزج) مل}}{\text{(الحجم قبل المزج) مل}} \times 100$$

التحليل الاحصائي : Statistical Analysis

استعمل التصميم العشوائي الكامل (CRD)Complete Random Design وقورنت الفروقات المعنوية بين المتوسطات بأختبار اقل فرق معنوي (L.S.D) واستعمل البرنامج SAS (2001) في التحليل الاحصائي للبيانات المدروسة .

النتائج والمناقشة : Results and Decisions

التركيب الكيميائي :

يبين الجدول (1) التركيب الكيميائي لكل من مسحوق بذور الحمص الكامل ومزال الدهن ومعزول البروتين حيث لوحظ ان نسبة البروتين كانت (22.08 ، 22.67 ، 82.43) % على التوالي اشارت نتائج التحليل الاحصائي الى وجود فروقات معنوية بين المعاملات على مستوى معنوية ($p\leq0.05$) وكانت نسبة البروتين في المسحوق الخام لبذور الحمص 22.08 % ان الارتفاع في تركيز البروتين يعود الى ان العمليات التصنيعية المختلفة ادت الى ازالة معظم المواد غير البروتينية كالدهن والكاربوهيدرات والمعادن . وبلغت نسبة الدهن بالحمص الكامل ومزال الدهن والمعزول البروتيني على التوالي (5.78 ، 0.76 ، 1.23) % ، بينما كانت نسب الرطوبة في النماذج (8.29، 9.67 ، 3.67) % على التوالي ، ونسبة الرماد بلغت (3.67 ، 3.89 ، 2.43) % على التوالي ، وبينت نتائج التحليل الاحصائي ان الفروقات غير معنوية بين المسحوق المزال الدهن والمعزول في حين كان معنويا مع معزول البروتين على مستوى ($p\leq0.05$) للمكونات الثلاثة ،

وعند حساب الكاربوهيدرات كانت القيم (60.81 ،63.01، 10.24) % ، اذ لم تظهر فروقات معنوية بين المعاملات المختلفة على مستوى ($p\leq0.05$).

جدول (1) التركيب الكيميائي لمسحوق بذور الحمص الكامل ومزال الدهن ومعزول البروتين.

المنتج	البروتين %	الدهن %	الرطوبة %	الكاربوهيدرات %	الرماد %
مسحوق بذور الحمص الكامل	22.08_a	5.78_a	8.29_b	60.81_a	3.67_a
مسحوق بذور الحمص مزال الدهن	22.67_b	0.76_a	9.67_a	63.01_a	3.89_b
المعزول البروتيني	82.43_b	1.23_c	3.67_c	10.24_a	2.43_a

الحروف المختلفة ضمن العمود الواحد تشير الى وجود فروقات معنوية على مستوى ($p\leq0.05$)

وكانت النتائج مقاربة لما توصل اليه (6) اذ كانت نسب البروتين لمكونات مسحوق بذور الحمص الكامل ومزال الدهن والمركز البروتيني (23.08 ، 23.53 ، 81.54) % على التوالي كما بلغت نسب الرطوبة (9.18 ، 10.11 ، 4.03) % على التوالي ونسب الرماد كانت (3.21 ، 3.53 ، 2.85) % على التوالي ونسب الدهن كانت (6.65 ، 0.66 ، 1.25) % على التوالي بينما بلغت نسب الكاربوهيدات (57.88 ، 62.17 ، 10.33) %على التوالي . وظهرت فروقات طفيفة بنسب البروتين لنتائج البحث مع ماوجده (18) اذ تمكن من تحضير معزول بروتيني من بروتين كسبة زهرة الشمس وقد بلغت نسب مكونات كل من الكسبة والمعزول البروتيني من البروتين (50.89 ، 91.50) % على التوالي اما الدهن فقد كانت (4.90 ، 0.10) % وبلغت نسب الرماد (4.53 ، 0.80) % اما الرطوبة فقد كانت (4.32 ، 3.10) %. كما تمكن (11) من تحضير مركز ومعزول البروتينات من بذور اللوبيا ولاحظ ارتفاع نسبة البروتين للمعاملات المختلفة حيث كانت اقل نسبة بروتين لمسحوق بذور اللوبيا Cowpea وبلغت 22.9 % في حين اعلى نسبة بروتين لمعزول البروتين وبلغت 77.6 % .ووجد ايضا ان نسبة الكاربوهيدرات كانت بنسب عالية تراوحت بين (64–66)% بينما في معزول البروتين بلغت 9.4% ، واعلى نسبة للدهن كانت لمسحوق بذور اللوبيا حيث بلغت 1.3% واقل نسبة دهن كانت لمركز بروتين اللوبيا وبلغ 0.01% وتعود تلك الفروقات الى استعمال مسحوق مزال الدهن معامل بالايثانول لانتاج مركز البروتين.

تقدير الاحماض الامينية Determination of Amino acid

يبين جدول (2) نسب الحوامض الامينية في مسحوق بذور الحمص مزالة الدهن ومعزول بروتين بذور الحمص ونسب الحوامض الامينية الموصى بها من قبل (14) اذ لوحظ وجود 19 حامضاً امينياً في النوعيين و ثمانية احماض امينية اساسية، سجل حامض الكلوتاميك اعلى نسبة وبواقع (17.08 ، 17.56) % لمسحوق بذور الحمص مزالة الدهن ومعزول بروتين بذور الحمص على التوالي ، تلتها الاحماض الامينية الاسبارتك ، الارجنين ، الليوسين ، الفنيل النين ، السيرين ، البرولين ، الالنين. لوحظ وجود زيادة نسبة الاحماض الامينية

الاساسية مع زيادة تركيز البروتين والسبب قد يعود الى فقدان بعض الاحماض الامينية غير الاساسية في اثناء عميلة تركيز وعزل البروتين وبالتالي يؤدي ذلك الى زيادة في تركيز الاحماض الامينية الاساسية. تشير النتائج الى ان البروتين يمتلك مستويات عالية من الاحماض الامينية الاساسية وانه يحتوي على نسبة عالية من اللايسين بالمقارنة مع توصيات (13) ، وهذا الارتفاع يمكن استغلاله بادخال المعزول كمصدر بروتيني في منتجات اخرى . وتقاربت النتائج لما توصل له (2) اذ بين ان معزول بروتين الحمص *Cicer arietinum L.)* يمتلك المحتوى نفسه من الاحماض الامينية الموجودة في المسحوق المستحصل عليه في الدراسة الحالية ، ووجد ايضا ان نسبة التربتوفان والاحماض الامينية الكبريتية كانت منخفضة في البروتين مقارنة مع توصيات FAO. لاحظ (4) ارتفاع بنسبة الاحماض الامينية الاساسية للمعزول البروتيني للحمص والبروتينات المستخلصة منه منها (Lupin و Lentil) وهي من بروتينات البذرة وتعد كافية لمتطلبات البروتين المثالي (FAO / WHO, 2007) كذلك تقارب النسب للاحماض الامينية الاخرى مع ماتوصل له الباحث . كما اشار (23) الى ان مركز بروتين اللوبيا cowpea غني بالحامض الاميني الليوسين (9.45%) واللايسين (6.5%) وفقير بالتربتوفان (0.27%) والاحماض الامينية الكبريتية (1.46%) ، ويحتوي على نسب عالية من الحامضين الامينيين الكلوتاميك (15.56%) والاسبارتك (13.03%)، وبين ان مركز البروتين يحتوي على نسب عالية من الاحماض الامينية الاروماتية والليوسين والايزوليوسين في حين كانت بقية الاحماض الامينية الاساسية اقل نسبيا في المركز مقارنة مع المسحوق.

جدول (2) محتوى الاحماض الامينية لكل من مسحوق بذور الحمص مزالة الدهن ومعزول البروتين ومقارنتها مع الحوامض الامينية لبروتين الحليب والبيض ومعزول بروتين الصويا.

الاحماض الامينية	مسحوق بذور الحمص مزالة الدهن %	معزول بروتين بذور الحمص %	توصيات FAO/WHO* %	الاحماض الامينية في الحليب والبيض* %	معزول بروتين الصويا** %
السستائين	1.3	1.43			
البرولين	4.53	4.59			
الاسبارتك	11.07	11.56			9.9
الثريونين	3.3	3.60	3.4	4.7	3.0
السيرين	4.65	4.90			4.2
الكلوتاميك	17.08	17.56			17
الكلايسين	4.05	4.30			3.4
الانين	4.07	4.51			3.4
السستين	0.61	0.83			4.5
الفالين	3.07	3.52	3.5	6.6	1.1
الميثيونين	1.61	1.69			1.1
الليوسين	7.05	7.21	2.8	5.4	4.1
الايزوليوسين	4.05	4.53	6.6	8.6	6.8

التايروسين	3.07	3.60			3.2
الفنيل الانين	5.03	5.67			5.2
الهستدين	3.02	3.42	1.9	2.2	2.3
اللايسين	7.5	7.64	5.8	7	5.2
التربتوفان	1.23	1.53	1.1	1.7	1.2
الارجنين	10.03	10.45			6.6

تقدير الخواص الوظيفية

1- سعة امتصاص الماء

يبين الجدول (3) قابلية امتصاص الماء لمسحوق بذور الحمص مزالة الدهن ومعزول البروتين حيث كانت 4.52 ، 4.96 (غم/غم) على التوالي ، لوحظ ان اعلى قابلية امتصاص الماء كانت لمجموعة معزول بروتين بذور الحمص على مستوى ($p\leq0.05$) . تعزى هذه النتائج الى الارتفاع في نسبة البروتين والتي ادت الى زيادة قابلية امتصاص الماء والسبب يعود الى قابلية البروتين الى الارتباط بالماء نظرا لمحتواه من الاحماض الامينية القطبية المحبة للارتباط بالماء حيث تكون اواصر هيدروجينية مع الماء(21). وكانت النتائج مقاربة لما اشار اليه (4)الى ان المعزول البروتيني لبذور الحمص يمتلك اعلى قيمة امتصاص للماء بلغت 5.6 عند ترسيب البروتين باستعمال الكحول الاثيلي واقل قيمة امتصاص للماء كانت 1.2 باستعمال كبريتات الامونيوم للترسيب، . ولم تتطابق النتائج مع ماوجده (6) اذ ان سعة امتصاص الماء لمسحوق بذور الحمص الكامل والمركز البروتيني بلغت (1.26 ، 1.76) (غم/غم) على التوالي.

كما وجد (21) فروق معنوية في قابلية امتصاص الماء بين معاملات مسحوق الجوز مزال الدهن ومركز بروتين الجوز والمعزول البروتيني حيث امتلك مسحوق الجوز مزال الدهن اعلى قابلية امتصاص وبلغت 3.57 غرام / غرام يليه المعزول 3.11 غرام / غرام ثم المركز البروتيني 2.94 غرام /غرام . وبين .(16) ان قابلية الارتباط بالماء تعتمد على عدة عوامل منها حجم الحبيبات والخصائص التركيبية ، مقدار توازن الحوامض المحبة الى الكارة للماء مقدار تواجد كل من الدهن والسكريات والتانينات مع البروتين .

جدول (3) الخواص الوظيفية لمسحوق بذور الحمص مزالة الدهن ومعزول البروتين.

الخواص الوظيفية	مسحوق بذور لحمص مزالة الدهن	معزول بروتين بذور الحمص
امتصاص الماء (غم/غم)	4.52_{a}	4.96_{c}
امتصاص الدهن (غم/غم)	3.03_{a}	3.83_{c}
نشاط المستحلب (م2/غم)	55.38_{a}	52.23_{b}
ثبات المستحلب %	21.63_{a}	38.24_{c}
سعة الرغوة %	60_{a}	78.8_{c}
ثبات الرغوة %	48.71_{a}	72.16_{c}

الحروف المختلفة ضمن الصف الواحد تشير الى وجود فروقات معنوية على مستوى ($p\leq0.05$)

2 – سعة امتصاص الدهن Fat Absorption Capacity (FAC)

يبين الجدول (3) قابلية امتصاص الدهن لمسحوق بذور الحمص مزال الدهن ومعزول البروتين حيث بلغت 3.03 ، 3.83 (غم/غم) على التوالي ، اذ لوحظ اعلى قابلية امتصاص الدهن لمجموعة معزول بروتين بذور الحمص وكانت الفروقات معنوية بين المعاملات على مستوى ($p\leq0.05$) . ان الارتباط بالدهن يعزى الى وجود مجاميع كارهة للماء ضمن تركيب الاحماض الامينية وهذه بدورها تساعد على تكون روابط كاره للماء مع الدهن وتزيد من كمية الدهن المرتبط. ان امتصاص الدهن يعود الى احتجازه داخل جزيئة البروتين بسبب ارتباط الدهن باواصر غير تساهمية مثل القوى الكارهة للماء مع البروتين (25) جاءت هذه النتائج متفقة مع ما توصل اليه (4) من ان معزول بروتين الحمص يمتلك اعلى قيمة امتصاص للدهن بلغت 3.52 غم دهن /غم بروتين ووجد (17) ان اعلى امتصاصية للدهن بلغت .1.25–1.05 غم دهن/غم بروتين لطحين بروتين الحمص الكامل وعلل الاختلاف في القابلية لامتصاص الدهن عن نوع الزيت القياسي المستعمل في الدراسة وهو زيت الذرة بدلا من زيت زهرة الشمس ، توصل (21) الى ان قابلية امتصاص الدهن لمعزول الجوز كانت اعلى من المسحوق المزال الدهن .

3 – خواص الاستحلاب Emulsion Properties

يبين الجدول ذاته (3) النشاط الاستحلابي وثبات المستحلب لمسحوق بذور الحمص مزالة الدهن ومعزول البروتين اذ كان النشاط الاستحلابي 52.23 – 55.38 غم / م^2 على التوالي حيث لوحظ ان اعلى نشاط استحلابي كان لمسحوق البذور مزالة الدهن واقل نشاط استحلابي لمعزول البروتين وعلى العكس فان ثبات المستحلب الذي سجل القيم (21.63, 38.24) % على التوالي كانت اعلى قيمة للمعزول واقل قيمة لمسحوق البذور مزالة الدهن واشارت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقات معنوية بين النماذج وعلى مستوى ($p\leq0.05$). ويعزى سبب انخفاض النشاط الاستحلابي في معزول البروتين الى التركيز العالي للبروتين والذي يعيق عملية هجرة وانتشار البروتين حول سطح الماء والزيت بعكس التراكيز القليلة من البروتين والتى تؤدي الى سرعة انتشاره بسهولة حول سطح الماء والزيت وبالتالي يؤدي الى زيادة سعة الاستحلاب (25) . وضح ,(10) ان سعة الاستحلاب للبروتين تعتمد على التوازن بين الخواص المحبة والكارهة للماء والتي تتأثر بقيم الرقم الهيدروجيني وسجلت اعلى مستويات لسعة الاستحلاب عند قيم رقم هيدروجيني متطرف حيث بلغت اعلى سعة للاستحلاب لبروتينات الحمص (550) مل دهن / غم بروتين عند رقم يدروجيني 11.8 و (152.67) مل دهن/غم بروتين عند رقم هيدروجيني 2.56 وسجلت اقل خواص استحلابية لبروتينات الحمص عند رقم يدروجيني ترواح بين (5–4) وبين(33) ان اقل قيم للاستحلاب سجلت عند رقم هيدروجيني 4.5 وكانت القيم (23.3) مل دهن/غم للطحين الكامل و(78) مل دهن/غم للمركز البروتيني للحمص حيث فسر على ان عند هذ القيمة وصلت لنفطة التعادل الكهربائي وترسب البروتين .

4– خواص الرغوة Foaming Properties

يبين الجدول (3) سعة وثبات الرغوة لمسحوق بذور الحمص مزالة الدهن ومعزول البروتين اذ كانت (60 ، 78.8)%على التوالي وكان ثبات الرغوة بواقع (48.71 ، 72.16)% على التوالي لوحظ من النتائج زيادة

سعة وثبات الرغوة بزيادة تركيز البروتين وكان الفرق معنويا على مستوى ($p \leq 0.05$). ان السبب في زيادة سعة الرغوة يعود الى تكوين اغشية بروتينية سطحية تسبب زيادة المساحة السطحية الماء–الهواء وهذا يشجع على تغليف فقاعات الهواء (9) ، اما الثباتية فانها تزداد بزيادة تركيز البروتين بسبب زيادة اللزوجة الناتجة عند زيادة تركيز البروتين وكذلك تسهيل تكوين طبقات بروتينية متماسكة متعددة على السطح. ، وهذا يتفق مع ما ذكره (21) ان سعة وثبات الرغوة لمعزول بروتين الجوز اعلى معنويا من المركز والذي بدوره كان اعلى من المسحوق مزال الدهن . وبين (1) ان سعة وثبات الرغوة تستعمل كمؤشرات لخواص الرغوة لكل من طحين ومركزات ومعزولات البروتين وان ازالة الدهن يؤدي الى تحسين الخواص السطحية لبروتينات الحمص وكذلك زيادة بحجم الرغوة مع زيادة تركيز الطحين الكامل من 5 الى 60 % ويتم الحصول على رغوة اكثر كثافة وذا ثباتية عالية بنفس الوقت . كذلك بين (22) ان انخفاض تركيز البروتين يؤدي الى انفتاح السلسلة الببتيدية المتعددة بدرجة كبيرة مقارنة مع التراكيز البروتينية العالية في اثناء عملية الاستحلاب وهذا يكون بمساعدة الروابط الكارهة للماء للسلسلة الببتيدية مع قطرات الزيت والنتيجة النهائية لذلك سوف تزداد المساحة السطحية المتاحة للبروتين وبذلك تزيد من النشاط الاستحلابي .

المصادر

1- **AACC**. (1998). A proved method of American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN.

2- **Adebowale**, K.O. and Lawal, O.S (2003). Foaming, gelation and electrophoretic characteristics of mucuna bean(Mucuna pruriens) protein concentrates. Food Chemistry, 83, 237 – 246

3- **Alajaji**,S. A and El-Adawy,T. A.(2006). Nutritional composition of chickpea (Cicer arietinum L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. Journal of Food Composition and analysis ,223-228.

4- **Aluko**,E and Yada, Y. (2006) Relationship of hydrophobicity and solubility with some functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata*) protein isolate

5- **Alsohaimy** ,S.A., Stohy,M.Z and El-masry,R.A.(2007). Isolaton and partial characterization of chikpea ,lupin and lentil seed proteins.World,J. Agric,Sci.3(1):123-129.

6- **Amza**, T., Balla, ATounkara, F., Man, L. and Zhou, H. M.(2013). Effect of hydrolysis time on nutritional, functional and antioxidant properties of protein hydrolysates prepared from gingerbread plum Inter tional Food Research Journal 20(5): 2081-2090.

7- **Aurella**,A., Aprodu I., Darabă A., Gurău G., Baciu C., Nichita A.(2009). Chemical and Functional characterizaton of chickpea protein derivates Paper presented at the International Symposium *Euro* -, 9th – 10th of., Galati – ROMANIA.

8- **Awonorin**.(2009). Functional properties of protein concentrates and isolates produced from cashew (Anacardium occidentale L.) nut, / Food Chemistry 115 ., 852–858 853.

9- **Bora**, P.S., (2002). Functional properties of native and succinylated lentil (*Lens culinaris*) globulins. *Food Chemistry*, **77**, 176 - 176.

10- **Burgess**, K.J. and Kelly, J. (1979). Technical note: selected functional properties of a whey protein isolate. Journal of Food Technology, **14**, 325-329.

11- **Chi - Fai**, C., Cheung, P.C. and Wong, Z.,(1997). Functional properties of protein isolates from three Chinese indigenous legume seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 45, 2500 - 2503.

12- **El-Jasser**, S.H. (2011). Chemical and Biological Properties of Local 12-Cowpea Seed Protein Grown in Gizan Region., International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering Vol:5, No:8.

13- **FAO**/WHO, (1999). Dietary protein quality evaluation in human nutrition ISSN 0254-4725.

14- **FAO/**WHO, (2007) . Safety evaluation of certain food additives. World Health Organization, Geneva, series,58.

15- **Grelda**, A.Y.F., Moreno-Valencia, J.G., Falcon-Villa Ma del Refugio and Barron-Hoyos, J. M.,(1997). Isolation and partial characterization of starches from dry beans (Phaseolus vulgaris and chickpeas (Cicer arietinum) grown in Sonora, Mexico. Starch, 49, 341-345.

16- **Han**, J. and Khan, K., (1990). Physicochemical studies of pin-milled and air-classified dry edible bean fractions, Cereal Chemistry, 67(4), 384 - 390.

17- **Kaur**, M. and Singh, N.,(2007). Characterization of protein isolates from different Indian chickpea (*Cicer arietinum L.) cultivars. Food Chemistry, 102, 366 – 374*

18- **Khalaf** ,M.N and Abdul Rahman, S.M. (2015). Preperation of Protein isolate and hydrolysate from deffated sunflower seeds and studying their chemical composition . The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 46(3): 633-439.

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

20- **Lawal**, O.S. and Adebowale, K.O., (2006). The acylated protein derivates of Canavalia ensiformis (*Jack Beans*): study of functional, Characteristics LWT, 39, 918 - 929.

21- **Mao**., X and Hua , Y.(2012). Composition, Structure and Functional Properties of Protein Concentrates and Isolates Produced from Walnut (*Juglans regia* L.) , Int,J. Molecular Sci, 13: 1561-1581.

22- **Moure**, A.J., Domínguez, H. & Parajó, J.C. (2006). Functionally of oilseed protein products: A review Food Res. Int., 39: 945-963.

23- **Mune** ,M.A., Minka ,S.R and Mbome,I.L.(2014). Optimising functional properties during preparation of cowpea protein concentrate. Food Chemistry 154 , 32–37

24- **Olalekan**, O., Folake O., Hans-Peter , c., Santros , A. arietium L(2009) Functional properties of protein concentrates and isolates produced from cashew (Anacardium occidentale L.) nut ,Food Chem. 128: 28-33 .

25- **Pawar**, V.D. and Ingle, U.M., (1988). Functional properties of raw and cooked moth bean *(Phaseolus acontifolius*) Jacq) flours. Journal of Food Science and Technology, 25(4), 186-189.

26- **Sánchez**-Vioque, R., Clemente, A., Vioque, J., Bautista, J. and Millán, F., (1999) .Protein isolates from chickpea (*Cicer arietinum L*.): chemical composition, functional properties and protein characterization. Food Chemistry 64, 237-243.

27- **Santiago** Cardoso, R.A., Moreira-Araújo, R.S.R., Pinto de Silva, M.E.M. and Arêas, J.A.G.,(2001). The potential of extruded chickpea, corn and bovine lung for malnutrition programs. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2(3), 203 - 209.

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

29- **Singh**, P.N. and Ram, H. (1999) Effect of phosphorous and sulphur apphcation on protem and amino acid contents in chickpea, Indian J. Pulses Res., 3: 36-39.

30- **Singh**, D.G., Abas, A.W., Kaur, D., and Sogi, Singh, D.S.,(2008). Characterisation and functional properties of proteins of some Indian chickpea (Cicer arietinum) cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88(5), 778 - 786 .

31- **Tharanathan**, R.N. and Mahadevamma, S., (2003). Grain legumes-A boon to human nutrition. Trends in Food Science and Technology, 14, 507-518.

32- **Zhang**, T., Jiang B. & Wang, Z.(2007) . Gelation properties of chickpea protein isolates. Food Hydrocolloids, 21:280–286.

33- **Zhang** T, Yanhong L, Ming M, Bo Jiang (2011). Purification and characterisation of a new antioxidant peptide from chickpea (*Cicer. arietium L*.) protein hydrolysates,Vol,128: 28-33.