استخلاص بروتين نوعين من اللوبيا cowpea (*Vigna unguiculata* L) المحلية ودراسة خواصه الوظيفية

ايثار زكي ناجي

قسم علوم الاغذية /كلية الزراعة/ جامعة تكريت

dr.etze957@gmail.com

المستخلص

اظهرت نتائج دراسة التركيب الكيميائي للبروتين المعزول من نوعين من اللوبيا هما البيضاء والحمراء، التي تم الحصول عليها من الاسواق المحلية في محافظة بغداد، باعتماد طريقة الاستخلاص القاعدي عند الرقم الهيدروجيني 9.5 والترسيب عند الرقم 4.5، ارتفاع نسب كل من الرطوبة والرماد والبروتين وانخفاض الكربوهيدرات في معزول اللوبيا الحمراء حيث بلغت 7.12%و 2.31%و 82.21%و 8.36% مقارنة مع 6.22%و 1.57%و 79.58%و 12.63% في معزول اللوبيا البيضاء على التوالي، وبينت دراسة قابلية الذوبان عند ارقام هيدروجينية مختلفة تراوحت بين 2–9، انخفاض قابلية الذوبان عند الرقم الهيدروجيني 5 وارتفاعها عند الابتعاد باتجاه الارقام الهيدروجينية القاعدية والحامضية، حيث بلغت الذوبانية ادنى قيمها والبالغة 4.82% و 2.99% عند الرقم الهيدروجيني 5 لمعزول بروتين اللوبيا البيضاء والحمراء على التوالي، في حين كانت 23.93% و 28.24% عند الرقم الهيدروجيني 2، و 52.15% و50.03% عند الرقم الهيدروجيني 9 على التوالي، واظهرت الدراسة ارتفاع قابلية حمل الماء وانخفاض قابلية حمل الدهن للبروتين المعزول من اللوبيا الحمراء حيث بلغ 2.05 غم ماء/ غم بروتين بالمقارنه مع 1.39غم/غم بروتين لمعزول اللوبيا البيضاء، و 1.68 و 1.53غم دهن/غم بروتين لكل من اللوبيا البيضاء والحمراء على التوالي، واثبتت دراسة الخصائص الوظيفية للمعزول البروتيني عند ارقام هيدروجينية تراوحت بين 3–9، ان القيم كانت في ادناها عند الرقم الهيدروجيني 5 حيث بلغت قابلية الاستحلاب 12.00% و15.60%، وثباتية المستحلب 15.40% و12.60%، وقابلية تكوين الرغوة 18.19 % و 14.99%، و ثباتية الرغوة 14.89 % و12.23 % لمعزول بروتين اللوبيا البيضاء والحمراء على التوالي ، في حين كانت اقصاها عند الرقم الهيدروجيني 9 حيث بلغت قابلية الاستحلاب 80.76% و75.41%، وثباتية المستحلب 80.90% و 90.65، وقابلية تكوين الرغوة 83.33% و85.43%، و ثباتية الرغوة 70.54%و66.90 % لمعزول اللوبيا البيضاء و الحمراء على التوالي، وبين استخدام تراكيز مختلفة تراوحت بين 2–20%، ان اقل تركيز لازم لتكوين هلام هو 14% لمعزول بروتين اللوبيا البيضاء و 12% لمعزول اللوبيا الحمراء وعدم تكوين هلام ثابت الا عند التركيز 16% بالنسبة لبروتين عينتي الدراسة.

الكلمات المفتاحية: التركيب الكيميائي، اللوبيا ، استخلاص البروتين، ذوبانية البروتين، الخواص الوظيفية.

Extraction of two local types of cowpea (*Vigna unguiculata* L) proteins and study of its functional properties

Ethar Z. Naji
Department of Food Sciences/ Collage of Agriculture/ Tikrit University

A study of the chemical composition of the protein isolates of two types, white and red cowpea, (obtained from the local markets in Baghdad province), which have been extracted at pH 9.5 and sedimented at 4.5, showed a higher percentage of each of the moisture, ash, protein, and low carbohydrate for red cowpea protein isolate, reached 7.12%, 2.31%, 82.21% and 8.36% compared with 6.22% , 1.57% , 79.58% and 12.63% for white cowpea protein isolate respectively, the protein solubility at different pH values ranged between 2-9, showed a lowest solubility at pH 5 while the highest at pH 9, with the values of 4.82% , 2.99% at pH 5, 23.93% , 28.24% at pH 2, and 52.15%, 51.20% at pH 9, for white and red cowpea isolates respectively, the study showed also a higher water holding capacity and lowest oil holding capacity for red cowpea protein isolate, reaching 2.05 g water/ g protein compared with 1.39 gm water/ gm protein, and 1.68, 1.53 g fat/ g protein for white and red cowpea isolates respectively. A study of the functional properties of the protein isolates at pH values 3-9, showed that a lowest were at pH 5, they were for emulsifying index 12.00% , 15. 60%, emulsion stability 15.4% , 12.6%, foaming ability 18.19% , 14.99%, and foam stability 14.89% , 12.23% for white and red cowpea protein isolate respectively, while the maximum was at pH 9 reaching, emulsifying index 80.76%, 75.41%, emulsion stability 80.9% , 90.65, foaming ability 85.43%, 83.33%, and foam stability 70.54%, 66.90% for white and red protein isolate respectively, using different concentrations ranged from 2-20 %, showed that the lowest concentration needed to form a gel was 14% of the white cowpea protein isolate, and 12% for the red one, and not configure a static gel, unless the concentration was 16% for the tow samples of the study.

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

المقدمة

تعد البقوليات واحدة من أهم المحاصيل في العديد من بلدان العالم فهي توفر نحو ربع البروتين الغذائي في العالم، و تشكل مصدرا اساسيا من البروتين لحوالي 700 مليون شخص خاصة في البلدان النامية، والتي تشكل فيها البروتينات النباتية 83% من بروتين النظام الغذائي الكلي (3). تنتمي اللوبيا (*Vigna unguiculata*) نباتيا لعائلة الفصيلة القرنية، نشأت من أفريقيا و تزرع الآن على نطاق واسع في أفريقيا وأمريكا اللاتينية، وجنوب شرق آسيا وجنوب الولايات المتحدة (14). اللوبيا، مثل البقول الأخرى هي من المواد الغذائية الهامة في العديد من الدول (13) بسبب تعدد استخداماتها، كحبوب، وكخضروات وكعلف للحيوانات، حيث

تستهلك قرنات بذور اللوبيا والاوراق كخضروات خضراء طرية في العديد من البلدان (23)، في حين يستخدم ما يتم حصاده مما تبقى من نبات اللوبيا بعد ازالة القرون كأعلاف (2). تمتاز اللوبيا باهمية كبيرة وذلك لقدرتها على تحمل الجفاف اضافة الى احتواءها على نسبة عالية من البروتين تصل الى حوالي 22–25% (42,15,5).

مع قيمة هضم عالية ومستوى عالي من الألياف (36,27,21,10)، ان هذه الصفات جعلت منها المحصول المثالي لدعم الأمن الغذائي للمجتمعات، كما ان القيمة الغذائية التي تقدمها جعلها مهمة للغاية للعديد من الاشخاص الذين لا يستطيعون الحصول على البروتينات من مصادر حيوانية (7)، ومصدرا بروتينيا مهما للغاية للأشخاص النباتين، فضلا عن الذين لا يستطيعون تحمل البروتين الحيواني، مما جعل من بروتين اللوبيا مصدرا مهما بديلا للبروتين الحيواني.

يعد نقص البروتين احد مشاكل التغذية الرئيسية في العالم النامي (19). ووفقا لما اشار اليه (23) ان اغلب عواقب نقص البروتين تحدث لدى الأطفال ومع ذلك، لا تزال المعلومات تشير الى مليار شخص يعانون من نقص البروتين وسوء التغذية في العالم حسب احصائيات منظمة الصحة العالمية، لذا فان الطلب على مصادر رخيصة نسبيا من البروتين التي يمكن إدراجها ضمن القيمة المضافة الى المنتجات الغذائية في تزايد في جميع أنحاء العالم، والعديد من الأبحاث ما زالت مستمرة على مصادر مختلفة من البروتينات النباتية التي يمكن أن تساعد في تحسين القيمة الغذائية للمنتجات الغذائية بتكلفة منخفضة (24).

يشكل البروتين احد مكونات الغذاء المهمة وله دور كبير في تحديد نوعية المنتجات الغذائية، حيث يتمتع البروتين بقدرة على التداخل مع المركبات الأخرى، سواء بشكل مباشر أو غير مباشر، بحيث يكون مهما في العديد من التطبيقات، وفي نوعية وقبول المنتج، ومن هذه الخصائص هي خصائصه الوظيفية التي تعود إلى طبيعة البروتينات ، مثل: قابلية حمل الماء، الذوبان، اللزوجة، تشكيل الهلام، والنشاط السطحي وقابلية حمل مركبات النكهة. من خلال استغلال خصائص هذه البروتينات، يمكن للبروتين أن يكون من المكونات الغذائية الإضافية التي تشجع ظهور النكهة، والملمس والنوعية المطلوبة من قبل المستهلكين (29). وقد طورت بعض أنواع البروتينات من مجموعة من المصادر المتنوعة إلى منتجات لها خصائص وظيفية مميزة، إما بشكل مركزات، معزولات، مستخلصات، أو متحللات يمكن استخدامها كمادة مضافة للغذاء، كمواد استحلاب، مدعمات للنكهة، محسنات للنسجة، مثبتات، بدائل للدهون أو مدعمات ومضافات للقيمة الغذائية.

تعد اللوبيا مصدرا جيدا للبروتين، كما انها مناسبة للاستخدام كمضافات في العديد من المنتجات الغذائية، مع ذلك فان استخدام دقيق اللوبيا قد لا يكون مناسبا لاحتوائه على بعض المكونات التي يمكن أن تؤثر على بعض الصفات النوعية لمنتجات الاغذية (33)، وانخفاض قابلية الهضم، و احتوائه على بعض مضادات التغذية فضلا عن نقص محتواه من الاحماض الامينية الكبريتية كما هو الحال لبروتينات بقية البقول (27)، الا ان الـ in vitro digestibility له عالية تصل الى 75.04–78.76% (28) وبالتالي فمن المهم تحضيرها بشكل اخر للاستخدام في المنتجات الغذائية.

ان المركز والمعزول البروتيني للوبيا نال اهمية خاصة في الصناعات الغذائية، ومن أجل استخدامه في أي مادة غذائية، من الضروري معرفة مدى ملاءمة خصائصه الوظيفية في التطبيقات الغذائية والقبول لدى المستهلكين. وللتأكد من إمكانية الاستفادة الاضافية من أصناف اللوبيا الموجودة في الاسواق المحلية وتوسيع استخداماتها، فإنه من المهم أن نعرف الخصائص الوظيفية لها لذا هدفت هذه الدراسة إلى دراسة التركيب الكيميائي لنوعين منها هما البيضاء والحمراء في محاولة لإنتاج بروتين فعال ذو خصائص وظيفية يمكن اعتماده كمصدر في العديد من التطبيقات الغذائية.

المواد وطرائق العمل

مصدر العينات:-

تم الحصول على نوعين من اللوبيا هما اللوبيا البيضاء واللوبيا الحمراء من الاسواق المحلية لمدينة بغداد، نظفت النماذج من البذور الغريبة والمصابة والتالفة ثم غسلت لازالة

جميع المواد الغريبة العالقة والاتربة، ثم جففت في فرن حراري عند درجة حرارة 60°م ، وطحنت باستخدام المطحنه المنزلية ثم مررت من خلال منخل بحجم فتحات 75 مايكروميتر (كررت عملية الطحن والنخل للمتبقي لغاية الحصول على مسحوق متجانس)، ثم حفظ المسحوق في اكياس من البولي اثلين محكمة الغلق في درجة حرارة الثلاجة لحين الاستخدام وحسب الطريقة الموضحة من قبل (7).

تحضير المعزول البروتيني:-

تم تحضير المعزول البروتيني لمسحوق نوعي اللوبيا قيد الدراسة حسب الطريقة الموضحة من قبل (11)، وذلك عن طريق ازالة الدهن اولا باستخدام السوكسليت والهكسان كمذيب، ثم تجفيف العينات منزوعة الدهن عن طريق نشرها على صفيحة من الالمنيوم عند درجة حرارة الغرفة للتخلص من المذيب، بعدها تم تحضير معزول البروتين عن طريق خلط مسحوق العينات منزوعة الدهن مع الماء المقطر بعد تعديل رقمه الهيدروجيني الى 9.5 باستخدام محلول 1 عياري هيدروكسيد الصوديوم ونسبة خلط 10:1 (وزن:حجم) مع الرج لمدة 40 دقيقة عند درجة حرارة الغرفة باستخدام الهزاز الميكانيكي، نبذ المحلول بعدها مركزيا عند السرعة 4000 xg لمدة 20 دقيقة، جمع الراشح، واخذ الراسب وخلط مع ماء مقطر بنسبة 5:1 مع التحريك ثم نبذ مركزيا عند السرعة نفسها لمدة 20 دقيقة، جمع الراشحان معا، ثم عدل الرقم الهيدروجيني الى 4.5 باستخدام محلول 1 عياري من حامض الهيدروكلوريك مع التحريك لمدة 20 دقيقة عند درجة حرارة الغرفة، ثم نبذ مركزيا عند السرعة 4000 xg لمدة 20 دقيقة، تم التخلص من الراشح وجمع الراسب الذي يمثل البروتين المعزول.

التحليل الكيميائي لمكونات المعزول البروتيني:-

قدرت النسبة المئوية للرطوبة حسب ما ورد في الطريقة القياسية (1) بالتسخين عند درجة 105°م لحين ثبات الوزن، وقدرت النسبة المئوية لكل من الرماد والبروتين والكاربوهيدرات كما ورد في (6)، حيث قدر الرماد باستخدام فرن الترميد وعند درجة حرارة 550°م لحين الحصول على رماد ابيض، اما النتروجين فقدر باستخدام

المايكروكلدال ثم ضرب الناتج في 6.25 للحصول على النسبة المئوية للبروتين. وتم تقدير نسبة الكاربوهيدرات باعتماد الفرق.

الخصائص الوظيفية للمعزول البروتيني:-

تقدير قابلية الذوبان :-

قدرت كما ذكرت من قبل (41) وذلك باضافة 20 مل من الماء المقطر الى 400 ملغم من معزول العينات قيد الدراسة ثم عدل الرقم الهيدروجيني لارقام تراوحت بين 2- 9 باستخدام محلول 1 عياري حامض الهيدروكلوريك او محلول 1 عياري هيدروكسيد الصوديوم حسب الحاجة، حركت النماذج باستخدام الهزاز الميكانيكي عند السرعة 150 دورة/ دقيقة لمدة 45 دقيقة عند درجة حرارة الغرفة، ثم نبذت مركزيا عند السرعة 5000 xg لمدة 15 دقيقة. قدرت نسبة البروتين في الراشح باستعمال طريقة بيوريت واعتماد القانون الاتي:

الذوبانية % = نسبة البروتين في الراشح/ نسبة البروتين في النموذج X 100

تقدير قابلية حمل الماء (WHC) والدهن (OBC) :-

قدرت هذه القابلية حسب ما ذكره (33) عن طريق خلط 1 غرام من المعزول البروتيني للعينات قيد الدراسة مع 10 مل من الماء المقطر او زيت زهرة الشمس (تركي المنشأ) اذ تم خلطهما جيدا باستخدام الرجاج لمدة دقيقة واحدة ثم تركه ليستقر عند درجة حرارة الغرفة لمدة 30 دقيقة، نبذ بعدها مركزيا عند السرعة 8000 xg لمدة 20 دقيقة، اهمل الراشح وترك الراسب لينضح مدة 15 دقيقة قبل وزنه، قدرت قابلية حمل الماء بكمية الماء التي امتصت من الغرام الواحد من العينة، اما قابلية حمل الدهن فقدرت بكمية الدهن التي امتصت من الغرام الواحد من العينة وباعتماد القانون الاتي :

قابلية حمل الماء (غم ماء/غرام بروتين) = وزن العينة بعد النبذ المركزي (غم)/ وزن العينة الاصلي (غم)

قابلية حمل الدهن(غم دهن/ غم بروتين) = وزن العينة بعد النبذ المركزي (غم) / وزن العينة الاصلي (غم)

تقدير قابلية الاستحلاب (EAI) وثباتية المستحلب (ESI):-

قدرت اعتمادا على ما ذكره (35) وذلك باذابة المعزول البروتيني للعينات قيد الدراسة في الماء المقطر بارقام هيدروجينية مختلفة تراوحت بين 2-9 للحصول على تركيز 1% (وزن:حجم). جنس 30 مل من محلول المعزول البروتيني مع 20 مل من زيت زهرة الشمس باستخدام مجنس مختبري لمدة دقيقة واحدة عند درجة حرارة الغرفة، ثم نقل المستحلب المتكون الى اسطوانة مدرجة بحجم 100 مل لتقدير الحجم الكلي للمستحلب المتكون وحجم طبقة الزيت التي تتكون بعد 60 دقيقة في تقدير قابلية الاستحلاب، وبعد 180 دقيقة في تقدير ثباتية المستحلب واعتمادا على القانون الاتي:

قابلية تكوين المستحلب (EAI)%= (الحجم الكلي للمستحلب المتبقي بعد 60 دقيقة/حجم المستحلب الكلي الاصلي) X 100

ثباتية المستحلب (ESI)%=(الحجم الكلي للمستحلب المتبقي بعد 180 دقيقة / حجم المستحلب الكلي الاصلي) X 100

تقدير قابلية تكوين الرغوة (FC) وثباتية الرغوة (FS):-

قدرت كما وضحه (33) وذلك باذابة 500 ملغم من المعزول البروتيني للعينات قيد الدراسة في 50 مل ماء قطر، ثم عدل الرقم الهيدروجيني الى ارقام تراوحت بين 2-9 باستخدام محلول 1 عياري حامض الهيدروكلوريك او 1 عياري هيدروكسيد الصوديوم حسب الحاجة، قدر الحجم بواسطة اسطوانة مدرجة ثم جنس المحلول باستخدام مجنس مختبري عند السرعة العالية لمدة 3 دقائق، بعدها نقل المزيج مباشرة الى اسطوانه مدرجة بحجم 100 مل وتم حساب حجم الرغوة، تم التعبير عن قابلية تكوين الرغوة بالزيادة المئوية في الحجم نتيجة الخلط، اما ثباتية الرغوة فقدرت عن طريق حساب حجم الرغوة المتبقي في الاسطوانة المدرجة بعد 30 دقيقة من الخزن وباعتماد القانون الاتي :

قابلية تكوين الرغوة (FC)% = (الحجم بعد المزج – الحجم قبل المزج/ الحجم قبل المزج) X 100

ثباتية الرغوة (FS)% = الحجم بعد الخزن – الحجم قبل المزج/ الحجم قبل المزج)X 100

تقدير اقل تركيز لتكوين الهلام

قدر اقل تركيز لتكوين الهلام باعتماد الطريقة الموضحة من قبل (43) وذلك عن طريق تحضير تراكيز مختلفة من معزول بروتين العينات قيد الدراسة شملت (2و 4و 6و 8و 10و 12و 14و 16و 18و 20)% (وزن:حجم)، ثم سخنت لمدة 1 ساعة في حمام مائي مغلي، وبعد تبريدها تحت ماء الحنفية الجاري، بردت الانابيب اكثر عند درجة 4°م لمدة ساعتين، وتم حساب الحد الأدنى لتركيز البروتين الذي يعطي هلام لا ينزلق على طول جدران انبوب اختبار في وضع مقلوب.

النتائج والمناقشة

التركيب الكيميائي للمعزول البروتيني:-

يوضح الجدول (1) التركيب الكيميائي لمعزول بروتين كل من اللوبيا البيضاء والحمراء قيد الدراسة، وكما يظهر ارتفاع نسب كل من الرطوبة والرماد والبروتين وانخفاض الكاربوهيدرات في معزول اللوبيا الحمراء حيث بلغت 7.12% و 2.31% و 82.21%و 8.36% على التوالي

مقارنة مع محتواها في اللوبيا البيضاء والبالغة 6.22% و 1.57% و 79.58% و 12.63% على التوالي، ان ارتفاع نسبة الكاربوهيدرات في اللوبيا البيضاء قد يعزى الى طريقة حساب الكاربوهيدرات بالفرق وعليه فان انخفاض نسب بقية المكونات قد ادى الى ارتفاع قيمتها فيها.

جدول (1) التركيب الكيميائي للمعزول البروتيني لبذور اللوبيا البيضاء والحمراء قيد الدراسة

العينات	الرطوبة%	الرماد%	البروتين %	الكاربوهيدرات %
معزول اللوبيا البيضاء	6.22	1.57	79.58	12.63
معزول اللوبيا الحمراء	7.12	2.31	82.21	8.36

قد تتفق هذه النتائج او تختلف عن ما ورد في الدراسات السابقة ، حيث ذكر (16) ان معزول بروتين اللوبيا البيضاء الذي تم الحصول عليه باعتماد الترسيب عند نقطة التعادل الكهربائي يحتوي عل 75% بروتين و2.63% رماد و13% كاربوهيدرات وكمية قليلة جدا من الدهن والالياف، واشار (33) الى النسب 5.43% و3.87%و 85.89% و8.64% لكل من الرطوبة والرماد والبروتين والكاربوهيدرات على التوالي مع كمية قليلة جدا من الدهن في المعزول البروتيني لبذور اللوبيا السوداء، وتوصل (28) الى ان محتوى المعزول البروتيني من البروتين كانت 75.00% وكمية قليلة من كل من الدهن والالياف و2.63% رماد و13.00% كاربوهيدرات، واشار (34) ان المركز البروتيني يحتوي على 8.88% و1.79% و85.82% و 8.89% من الرطوبة والرماد والبروتين والكاربوهيدرات على التوالي، اما (11) فقد ذكرا ان نسبة البروتين في المركز البروتيني هي 89.25%.

ان اختلاف ما تم الوصل اليه مقارنة مع ما ورد في الدراسات السابقة قد يعزى الى اختلاف الاصناف المعتمدة في الدراسة، وظروف الزراعة وخدمة المحصول اضافة الى نوع البذور، فقد اشار (25) الى ارتفاع محتوى كل من البروتين والدهن والرماد في الفاصوليا السوداء مقارنة مع الحمراء. كما قد تختلف نسبة البروتين بسبب اختلاف طرائق وظروف عزل البروتين، فقد اشار (33) الى الاستخلاص باستخدام الماء المقطر وبنسبة خلط (5:1) عند رقم هيدروجيني 8 والترسيب عند الرقم الهيدروجيني 4.5 ، اما (28) فقد اشارا الى استخدام الماء المقطر بنسبة خلط (5:1) عند رقم هيدروجيني 9 ثم الترسيب عند الرقم الهيدروجيني 4، واشار (34) الى استخلاص البروتين باستخدام محلول 0.15 مولاري كلوريد الصوديوم عند رقم هيدروجيني 9.91، واستخدم (11) الاستخلاص بالماء المقطر بنسبة خلط (10:1) عند الرقم الهيدروجيني 9.5، اضافة الى العديد من الطرائق الاخرى المستخدمة من قبل الباحثين الاخرين.

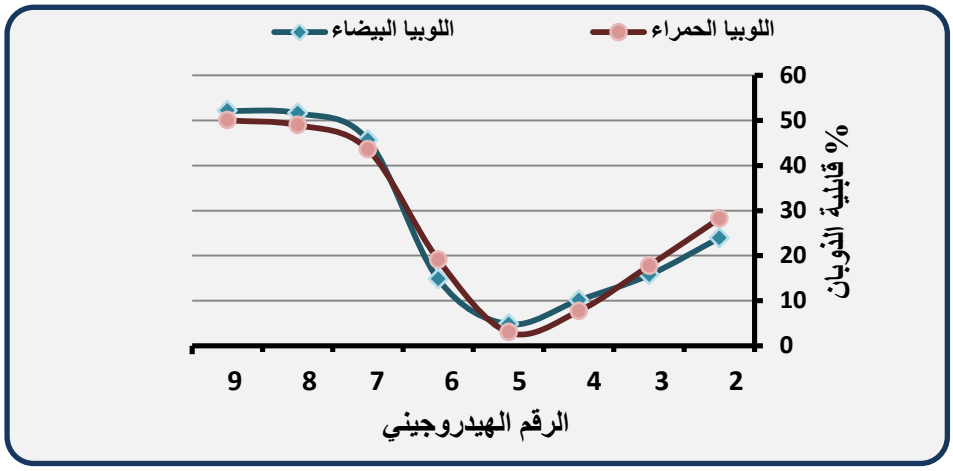
الخصائص الوظيفية للمعزول البروتيني :-

قابلية الذوبان:-

يوضح الشكل (1) قابلية ذوبان المعزول البروتيني للعينات قيد الدراسة عند ارقام هيدروجينية مختلفة، وكما يظهر انخفاض قابلية الذوبان عند الرقم الهيدروجيني 5 وملاحظة ارتفاعها عند الابتعاد باتجاه الارقام الهيدروجينية القاعدية والحامضية المتطرفة وبدرجة اكبر باتجاه الارقام القاعدية، حيث بلغت قابلية الاذابة 4.82 % و 2.99% لمعزول بروتين اللوبيا البيضاء والحمراء على التوالي عند الرقم الهيدروجيني 5، ووصلت هذه القابلية الى 23.93% و 28.24% عند الرقم الهيدروجيني 2 والى 52.15% و50.03% عند الرقم

الهيدروجيني 9 لعينتي الدراسة على التوالي، كما يلاحظ سلوك عينتي الدراسة سلوكا متشابها وعند جميع الارقام الهيدروجينية. ان ما تم التوصل اليه يتفق مع ما اشار اليه (28)، و ما اكده (33) من ان قابلية الذوبان لبروتينات جميع انواع اللوبيا التي درسوها كانت U–shaped مع اختلاف القيم، حيث كانت ادنى قابلية ذوبان عند الرقم الهيدروجيني 4.5 بقيمة بلغت 1.53% للبروتين المحضر بالترسيب عند نقطة التعادل الكهربائي مقارنة مع 1.59% و 1.68% للبروتين المحضر بطريقة الـ Salting out والمحضر بالدمج بين الطريقتين وكانت اقصاها عند الرقم 12 حيث بلغت 51.20 و 53.31 و48.66% على التوالي .

شكل (1) قابلية ذوبان البروتينات المعزولة من نوعي اللوبيا البيضاء والحمراء قيد الدراسة عند ارقام هيدروجينية مختلفة



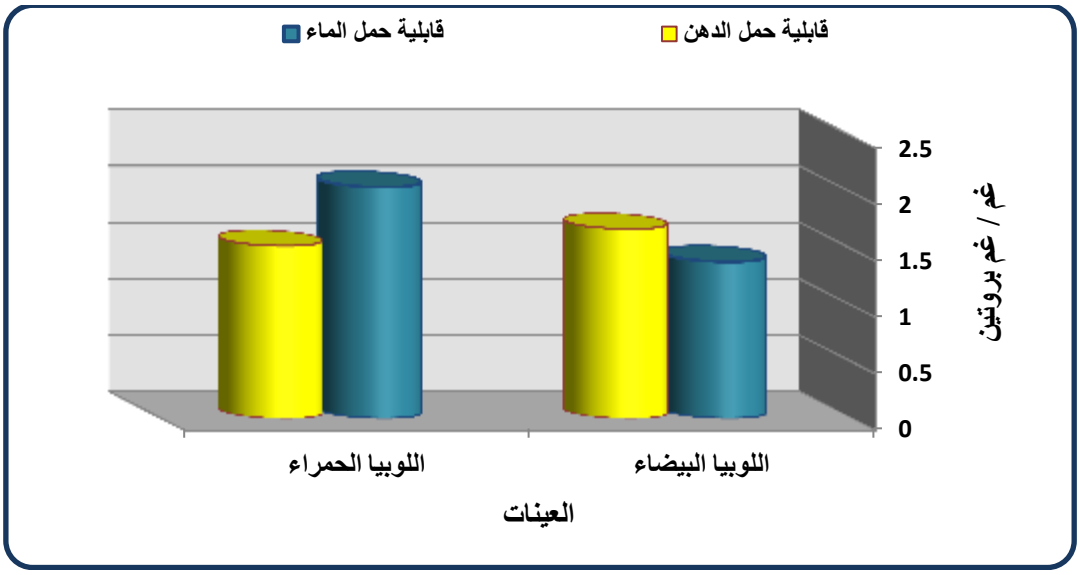
ذكر (40) ان ادنى قابلية ذوبان كانت عند الارقام الهيدروجينية 4 و5 و6 واقصاها عند الرقم 10، وتوصل (45) ان اقل ذوبانية كانت عند الرقم الهيدروجيني 5.3–6.4، وبين (8) ان بروتين جميع انواع اللوبيا التي درسوها كانت غير ذائبة عند الرقم الهيدروجيني 5 وان قابلية الذوبان تزداد عند الارقام الهيدروجينية الاعلى– 8 والادنى – 3 من هذا الرقم، كما لاحظوا ان اقصى قابلية ذوبان كانت عند الرقم الهيدروجيني 7 و 8، وعليه اشاروا الى امكانية استخدام معزول معظمها في المنتجات المتعادلة والقاعدية مثال المنتجات المخبوزة او مشروبات الدايت، واشار (11) الى ان اعلى قابلية لذوبان البروتين المحضر بالترسيب عند نقطة التعادل الكهربائي كانت 65% عند الرقم الهيدروجيني 7، واشار (28) الى ان تاثير الرقم الهيدروجيني على ذوبانية بروتين اللوبيا البيضاء يكون عند الارقام الهيدروجينية 2–9 وبذلك تتشابه بروتينات العديد من البذور الزيتية ومعظم بروتينات البقول وكانت اقل ذوبانية عند الرقم 5، وهذا اتفق مع ما اشار اليه كل من (12) و (17)، و تزداد الذوبانية بالابتعاد 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 المتاين ومن ثم تزداد ذوبانية البروتين، وقد اثبتت الدراسات زيادة قابلية ذوبان البروتين في الاوساط الحامضية

او القاعدية وهذا يلائم طبيعة معظم الاغذية، وهذا ما اكده ايضا (44,37,32,22) حيث اشاروا الى ان الذوبانية لجميع الانواع متشابهة وكانت ادناها عند الارقام الهيدروجينية 4–5 وتزداد بزيادة الرقم الهيدروجيني نحو التطرف وابتعاده عن رقم التعادل ، كما توصل (43) الى النتيجة نفسها لبروتينات walnut .

قابلية حمل الماء والدهن :

يظهر الشكل (2) قابلية حمل الماء والدهن للبروتينات المعزولة من كل من اللوبيا البيضاء والحمراء، وكما يظهر ارتفاع قابلية حمل الماء للبروتين المعزول من اللوبيا الحمراء حيث بلغ 2.05 غم ماء/ غم بروتين بالمقارنه مع 1.39غم/غم بروتين للوبيا البيضاء، اما قابلية حمل الدهن فكانت 1.68 و 1.53غم دهن/غم بروتين لكل من اللوبيا البيضاء والحمراء على التوالي.

قد تختلف النتائج التي تم التوصل اليها عن ما ذكر في الدراسات السابقة، فقد ذكر (40) ان البروتين المستخلص من اللوبيا يمتاز بكونه عالي اللزوجة وذو قابلية عالية على حمل الماء تساوي 2.20 مل ماء/غم بروتين، اما قابليته على حمل الدهن فكانت 1.10 مل دهن/غم بروتين، واشار (11) الى ان البروتين المعزول من اللوبيا له قابلية حمل للماء تصل 138% وقابلية حمل للدهن 145 %، اما (7) فتوصلوا الى النسب 1.89– 2.15 غم ماء/غم بروتين و 1.95–2.31 غم دهن/غم بروتين لطحين ثلاثة اصناف من اللوبيا، وتوصل (28) الى ان قابلية حمل الماء للبروتين المحضر بالترسيب عند نقطة التعادل الكهربائي من اللوبيا البيضاء بلغت 2.10 مل ماء /غم بروتين مقارنة مع 1.30و 2.33 مل ماء/غم بروتين، و قابلية حمل للدهن 1.90 مل دهن /غم بروتين مقارنة مع 1.04 و 2.37 مل دهن/غم بروتين لطحين اللوبيا الكامل والبروتين المعزول باستخدام الاستخلاص بالمحلول الملحي على التوالي، وذكر (33) ان البروتين المحضر بطريقة الترسيب عند نقطة التعادل الكهربائي يمتلك اعلى قابلية لحمل الماء والدهن بلغت 1.40 مل ماء/غرام بروتين و 5.26 غم دهن/غم بروتين مقارنة مع البروتين المستخلص بالطرائق الاخرى المدروسة، واشار (25) الى ان قابلية حمل الماء لطحين اللوبيا الحمراء والسوداء بلغت 1.22 و 1.39 غم ماء/غم بروتين وقابلية حمل الدهن بلغت 0.72 و 0.71 غم دهن/غم بروتين على التوالي. ان الارتفاع في قابلية امتصاص الماء تعتمد على القابلية الكبيرة للمعزول البروتيني على الانتفاخ والانفتاح ومن ثم تعريض مواقع ارتباط جديدة، اما قابلية ربط الدهن فتعود الى اختلاف نسبة الاحماض الامينية الكارهة للماء اي غير القطبية على سطح جزيئة البروتين، حيث تعمل السلاسل الجانبية غير القطبية للبروتين على ربط سلاسل الهيدروكربون وبذلك يتم احتجاز الدهن داخل جزيئة البروتين بسبب احتواء البروتين على الاواصر غير التساهمية مثل القوى الكارهة للماء والقوى الالكتروستاتيكية وعليه تساهم في زيادة امتصاص الدهن، وسجل العديد من الباحثين اختلاف قابلية امتصاص الدهن اعتمادا على القابلية الكارهة للماء للبروتين كذلك اختلاف الشكل للبروتين (31,28).



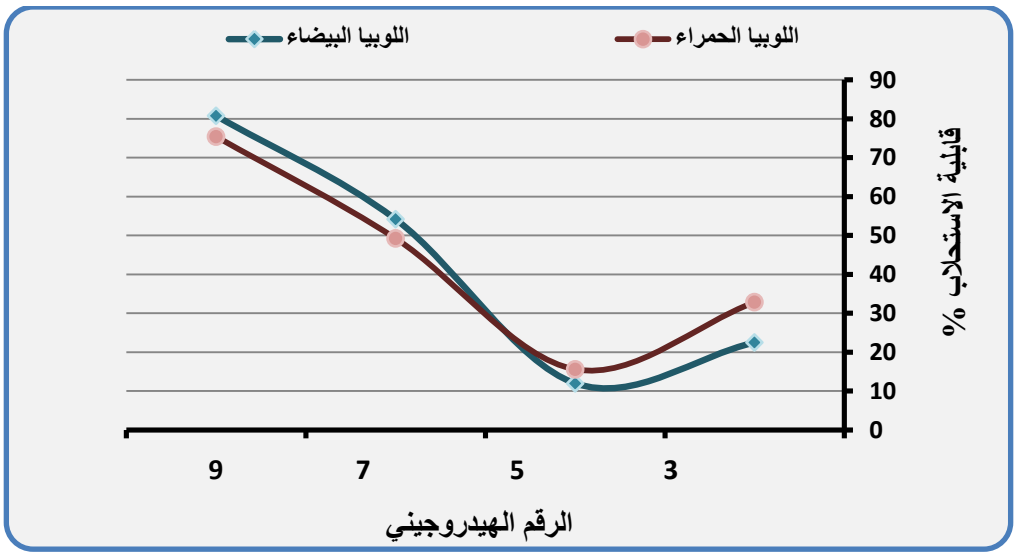
الشكل (2) قابلية حمل الماء والدهن للبروتينات المعزولة من نوعي اللوبيا البيضاء والحمراء قيد الدراسة

قابلية الاستحلاب (EAI) وثباتية المستحلب (ESI) :-

يوضح الشكل (3) قابلية بروتينات نوعي اللوبيا البيضاء والحمراء قيد الدراسة على تكوين المستحلب، وكما يظهر انخفاض قابلية تكوين المستحلب عند الرقم الهيدروجيني 5 لكلا النوعين وارتفاعه عند الابتعاد عن هذا الرقم نحو الارقام الحامضية او القاعدية، حيث بلغت هذه القابلية 12.00%و 15.60% عند الرقم 5، في حين كانت 22.5% و32.87% عند الرقم 3 وبلغت 80.76% و75.41% عند الرقم 9 لكل من اللوبيا البيضاء والحمراء على التوالي، وهذا يعني ان بروتين اللوبيا عند الرقم الهيدروجيني العالي يمتلك افضل تركيب واكثر ملائمة في تكوين الطبقة السطحية الفاصلة وهذا ما اكده ايضا (8)، كما ذكر (40) ان قابلية تكوين المستحلب تتاثر بقيمة الرقم الهيدروجيني وتركيز الملح وتكون ادنى القيم عند الارقام الحامضية الخفيفة والتراكيز الملحية العالية، وتوصل (45) الى ان قابلية تكوين المستحلب تزداد مع زيادة التراكيز المستعملة.

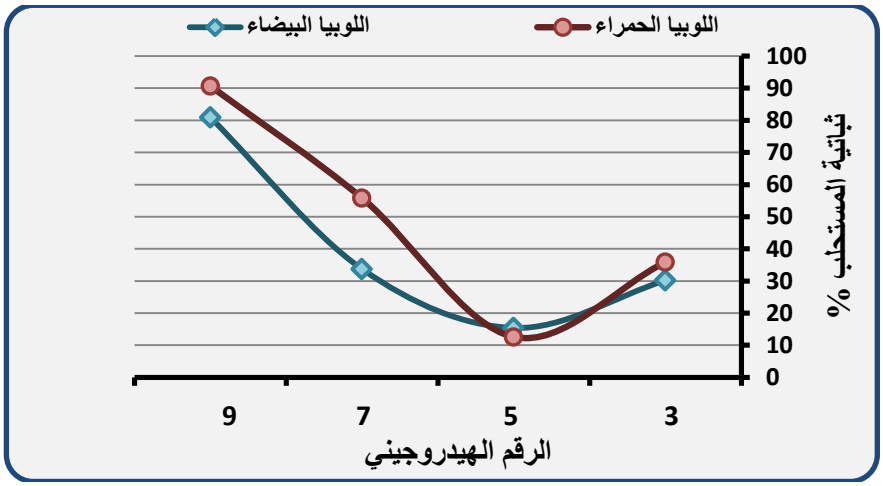
بين (11) ان قابلية تكوين المستحلب هي 47.50% عند الرقم الهيدروجيني المتعادل، (8) الى تأثر قابلية الاستحلاب بالرقم الهيدروجيني وان ادنى القيم يتم الحصول عليها عند الرقم 5 لانه قريب من نقطة التعادل الكهربائي واقصاها عند الرقم الهيدروجيني 7 و8، وان هنالك فروقات معنوية في قابلية تكوين المستحلب بين الاصناف المختلفة المدروسة، وبين (28) ان قابلية الاستحلاب عند الارقام الهيدروجينية 2 و 4 و 6 و 8 و 12 للبروتين المحضر بالترسيب عند نقطة التعادل الكهربائي بلغ(133.60 و 107.40 و 133.90و 146.90و 160.60)غم دهن/غم بروتين على التوالي، ووجد (33) ان البروتين المحضر بالاستخلاص القاعدي والترسيب عند نقطة التعادل الكهربائي اظهر اعلى قابلية استحلاب بلغت 80.25% مقارنة مع 73.41% و67.37% للبروتين المستخلص بطرائق اخرى، واشار (25) الى قابلية تكوين للمستحلب بلغت 35.05 % و 34.06% لطحين كل من الفاصوليا الحمراء والسوداء على التوالي.

ان زيادة قابلية الاستحلاب عند الابتعاد عن نقطة التعادل قد يعزى الى زيادة قابلية ذوبان البروتين ومن ثم الزيادة في كمية البروتين الذائب الذي يمتز عند السطح البيني ماء–زيت وبذلك يتم ربط كمية اكبر من الجزء الدهني بالمائي، وهو ما ذكره ايضا (8) حيث اشاروا الى وجود علاقة طردية بين
قابلية الذوبان وقابلية تكوين المستحلب، كما يتفق مع ما وجده (20) و (38) الذين اشاروا الى علاقة طردية بين قابلية الذوبان وقابلية تكوين المستحلب لبروتينات فول الصويا.



الشكل (3) قابلية تكوين المستحلب للبروتينات المعزولة من نوعي اللوبيا البيضاء والحمراء قيد الدراسة عند ارقام هيدروجينية مختلفة

ويوضح الشكل (4) ثباتية المستحلب لمعزول بروتين نوعي اللوبيا البيضاء والحمراء قيد الدراسة، وكما يظهر انخفاض الثباتية عند الرقم الهيدروجيني 5 فهو يمثل نقطة التعادل الكهربائي لهذه البروتينات، وارتفاعها عند الابتعاد عن هذا الرقم باتجاه الارقام الحامضية او القاعدية المتطرفة مع الافضلية باتجاه القاعدية،حيث بلغت 15.4% و 12.6% عند الرقم 5 لكل من معزول اللوبيا البيضاء والحمراء على التوالي في حين كانت 33.7 % و 55.8% عند الرقم 7 وبلغت 80.9% و 90.65 % عند الرقم 9 ، و 30.20% و 35.9% عند الرقم 3 لكل من معزول اللوبيا البيضاء والحمراء على التوالي، وهذا يتفق مع ما ذكره (40) من ان ثباتية المستحلب تتاثر بقيمة الرقم الهيدروجيني وتكون ادنى القيم عند الارقام الحامضية الخفيفة والتراكيز الملحية العالية.



الشكل (4) ثباتية المستحلب للبروتينات المعزولة من نوعي اللوبيا البيضاء والحمراء قيد الدراسة عند ارقام هيدروجينية مختلفة

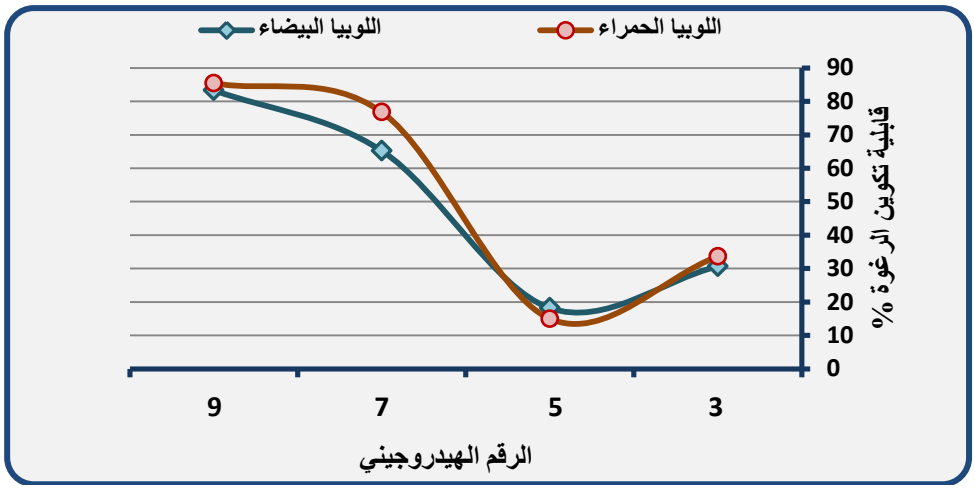
كما يلاحظ من الشكل ارتفاع ثباتية المستحلب لمعزول اللوبيا الحمراء عند الارقام الهيدروجينية 7 و 8 مقارنة مع معزول اللوبيا البيضاء في حين تميز معزول اللوبيا البيضاء باعطائه قابلية الاستحلاب الاعلى، وهذا يعود الى الاختلاف بين البروتينين المعزولين، حيث تعتمد ثباتية المستحلب على تكوين طبقة مشحونة حول قطرات الزيت مسببة تنافر القطرات وتكوين طبقة رقيقة حول القطرات عن طريق البروتينات الذائبة اذ ترتبط المناطق الكارهة للماء في الجزيئات البروتينية بالسطح البيني للدهون في حين ترتبط الطبقة الايونية بسطح الوسط السائل (18)، وهذا ما اكده(8) حيث اشاروا الى عدم وجود علاقة بين قابلية تكوين المستحلب وبين ثباتية المستحلب.

اشار (11) ان ثباتية المستحلب هي 52.20% عند الرقم الهيدروجيني المتعادل، وذكر(8) ان ادنى قابلية لثباتية المستحلب تكون عند الرقم الهيدروجيني 5 واقصاها عند الرقم الهيدروجيني 7 و8، وان هنالك فروقات معنوية في ثباتية الاستحلاب عند ارقام هيدروجينية مختلفة، وذكر (4) ان ثباتية المستحلب تنخفض مع زيادة تركيز المحلول الملحي، ووجد (33) ان المعزول البروتيني المحضر بالاستخلاص القاعدي والترسيب عند نقطة التعادل الكهربائي اظهر اعلى ثباتية استحلاب بلغت 66.88% مقارنة مع 64.97% و 57.4% للبروتين المعزول بطرائق اخرى ، واشار (25) الى ثباتية استحلاب بلغت 96.04% و 73.41% لطحين كل من الفاصوليا الحمراء والسوداء على التوالي.

قابلية تكوين الرغوة (FC) وثباتية الرغوة (FS):-

يبين الشكل (5) قابلية تكوين الرغوة لمعزول بروتينات اللوبيا البيضاء والحمراء قيد الدراسة ، وكما يتضح انخفاض هذه القابلية عند الرقم الهيدروجيني 5 القريب من نقطة التعادل الكهربائي بقيم بلغت 18.19 % و 14.99% لمعزول كل من اللوبيا البيضاء والحمراء على التوالي، وارتفاع هذه القابلية عند ارتفاع اوانخفاض الرقم الهيدروجيني باتجاه الارقام الحامضية والقاعدية المتطرفة مع ملاحظة ارتفاعها في الارقام القاعدية بصورة

اكبر، حيث بلغت 30.67%و 33.65% عند الرقم 3 ووصلت الى 83.33% و 85.43% عند الرقم 9 لكل من معزول اللوبيا البيضاء والحمراء على التوالي، وهذا يتفق مع ما ذكره (40)



شكل(5) قابلية تكوين الرغوة للبروتينات المعزولة من نوعي اللوبيا البيضاء والحمراء قيد الدراسة عند ارقام هيدروجينية مختلفة

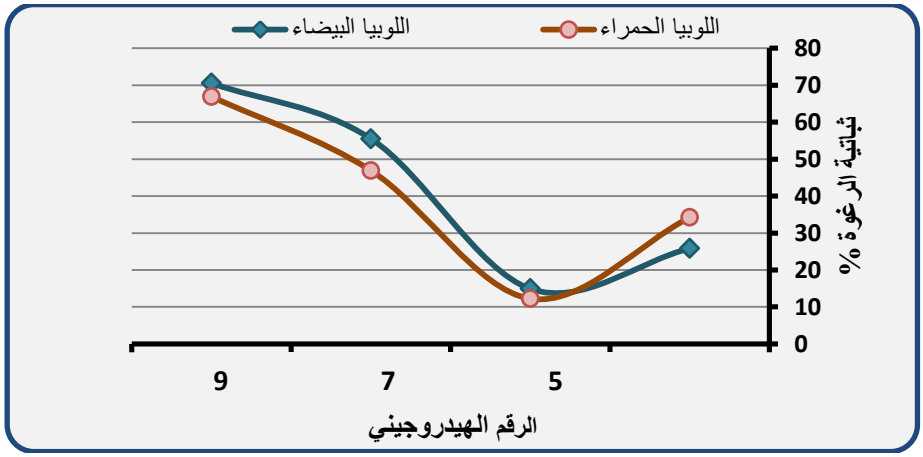
من ان قابلية تكوين الرغوة تتاثر بقيمة الرقم الهيدروجيني وان اقل القيم تلاحظ عند الارقام الحامضية الخفيفة . كما يلاحظ من الشكل تميز معزول اللوبيا الحمراء بقابلية تكوين الرغوة عند الارقام الهيدروجينية 7 و8، وهذا قد يعزى الى اختلاف البروتين المعزول من نوعي اللوبيا قيد الدراسة، وقد اشار (8) الى ان القابلية على تكوين الرغوة تكون للبروتينات التي يكون لها وزن جزيئي منخفض، وكراهية سطحية للماء عالية، وقابلية ذوبان عالية، ومحصلة شحنة قليلة عند الرقم الهيدروجيني المحدد، وقابلية دنترة سهلة وسريعة، كما اشاروا الى عدم وجود ارتباط معنوي بين خصائص الرغوة والذائبية ولكن هناك علاقة موجبة بين ثباتية المستحلب وقابلية تكوين الرغوة وهذا يوضح تشابه العوامل المؤثرة في قابلية تكوين الرغوة وثباتية المستحلب، وهذا يتفق مع ما ذكره ايضا (9).

اشار (11) الى ان قابلية تكوين الرغوة هي 69% عند الرقم الهيدروجيني المتعادل، وذكر (7) ان قابلية تكوين للرغوة تراوحت بين 10–21 مل، وتوصل (8) الى اختلاف معنوي في قابلية تكوين الرغوة بين معزول العينات المدروسة وان اقل قابلية في تكوين الرغوة كانت عند الرقم الهيدروجيني 5، اما عند الارقام الهيدروجينية القاعدية (7 و8) فقد ازدادت هذه القابلية وهذا يعني ان بروتين اللوبيا عند الارقام الهيدروجينية العالية يمتلك افضل تركيب واكثر ملائمة في تكوين الطبقة السطحية الفاصلة، وذكر (4) ان اعلى قابلية لتكوين الرغوة كانت عند اقل تركيز ملحي مع انخفاض تدريجي مع زيادة التركيز، و اشار (33) ان قابلية تكوين الرغوة كانت افضلها للبروتين الذي تم ترسيبه عند نقطة التعادل الكهربائي حيث بلغت 87.66% مقارنة مع 69.88% و80.88 للمعزول بالطرائق الاخرى المدروسة، واشار (25) الى قابلية تكوين للرغوة بلغت 198.67%و 75.53% لطحين الفاصوليا الحمراء والسوداء على التوالي. ان زيادة قابلية تكوين الرغوة مع زيادة الرقم الهيدروجيني تعزى الى زيادة محصلة الشحنه الكهربائية للبروتين ومن ثم زيادة الذوبانية ومرونة البروتين الامر

الذي ينتج عنه انتشار البروتين عند السطح البيني (ماء–هواء) واحاطة الفقاعات الهوائية ومن ثم زيادة تكوين الرغوة (30) .

يظهر الشكل (6) تاثير الرقم الهيدروجيني على ثباتية الرغوة لمعزول بروتين نوعي اللوبيا البيضاء والحمراء قيد الدراسة، وكما يتضح سلوك معزول العينتين سلوكا متشابها، حيث انخفضت ثباتية الرغوة عند الرقم الهيدروجيني 5 بقيم بلغت 14.89 % و 12.23 % لمعزول بروتين اللوبيا البيضاء والحمراء على التوالي، ثم ارتفعت الثباتية مع ارتفاع وانخفاض الرقم الهيدروجيني نحو الارقام الحامضية والقاعدية المتطرفة حيث وصلت الى 25.85% و34.22% عند الرقم الهيدروجيني 3، والى 70.54% و 66.90 % عند الرقم 9 لكل من العينتين وعلى التوالي، وهذا يتفق مع ذكره (40) من ان ثباتية الرغوة تتاثر بقيمة الرقم الهيدروجيني وتركيز الملح وان اقل القيم تلاحظ عند الارقام الحامضية الخفيفة والتراكيز الملحية العالية.

واشار (11) الى ان ثباتية الرغوة هي 65% عند الرقم الهيدروجيني المتعادل، اما (7) فقد توصلوا الى ان ثباتية الرغوة بعد 30 دقيقة كانت 6–16 مل ووصلت بعد 60 دقيقة الى 4–10 مل ، وتوصل (8) الى ان البروتينات المعزولة ضمن الدراسة كانت جميعا ذات ثباتية واطئة عند الارقام الهيدروجينية المستعملة وكانت اقل قابلية في ثباتية الرغوة عند الرقم الهيدروجيني 5 اما عند الارقام الهيدروجينية القاعدية (7 و 8) فقد ازدادت وهذا يعني ان بروتين اللوبيا عند الرقم الهيدروجيني العالي يمتلك افضل تركيب واكثر ملائمة في تكوين الطبقة السطحية الفاصلة، وذكر (4) ان اقل ثباتية للرغوة كانت عند اقل تركيز ملحي (0.2) وبزيادة التركيز ازدادت الثباتية عند الاوقات المحددة، واشار (33) الى ان ثباتية الرغوة تتاثر بطريقة استخلاص البروتين وكذلك طريقة ترسيبه حيث اثبت البروتين المحضر بالترسيب عند نقطة التعادل الكهربائي اكثر ثباتية بلغت 74.02% مقارنة مع 67.44 % و59.13% للبروتين المرسب بالطرائق الاخرى المدروسة، واشار (25) الى ثباتية رغوة بلغت 84.85% و 78.83% لطحين الفاصوليا



شكل(6) ثباتية الرغوة للبروتينات المعزولة من نوعي اللوبيا البيضاء والحمراء قيد الدراسة عند ارقام هيدروجينية مختلفة

الحمراء والسوداء على التوالي. تعتمد ثباتية الرغوة على ان يكون الغشاء البروتيني المحيط بالفقاعات الهوائية سميك ومتماسك ولزج ولذا فان انخفاض الثباتية قد يعزى الى تنافر الشحنات بين الجزيئات البروتينية والذي يؤدي الى قلة تماسك ولزوجة الاغشية البروتينية ومن ثم تضعف ثباتية الرغوة (26) .

قابلية تكوين الهلام:-

يوضح الجدول (2) اقل تركيز من البروتينات المعزولة من اللوبيا البيضاء والحمراء قيد الدراسة يمكن ان يكون الهلام ، حيث استخدمت تراكيز مختلفة تراوحت بين 2-20%، وكما يظهر ان اقل تركيز لازم لتكوين هلام يبلغ 14% لبروتين اللوبيا البيضاء و 12% لبروتين اللوبيا الحمراء ولكنه عموما لا يتكون هلام ثابت ومميز الا عند التركيز 16% بالنسبة لبروتين عينتي الدراسة .

تتفق نتائج هذه الدراسة مع ما اشار اليه (11) من ان اقل تركيز يمكن ان يكون هلام هو 12% و14% ولكنه يكون غير ثابت ويتمتع الهلام المتكون عند التركيز 16% بثباتية كبيرة، كما ذكر (28) ان تكوين الهلام لجميع النماذج المدروسة كان عند تركيز 12% فما فوق، ووجد (33) ان البروتين المحضر بجميع الطرائق التي استخدمها لا يكون هلام عند تركيز اقل من 12% اما بالنسبة للبروتين المحضر بالترسيب عند نقطة التعادل الكهربائي فانه يكون هلام عند التركيز 14% وهذا يتفق مع ما ذكره (39) من ان طحين اللوبيا محب للماء اكثر من حبه للدهن لذا فان اقل تركيز لتكوين الهلام يزداد كنتجة للمعاملة الحرارية، اما (40) فقد اشاروا الى ان اقل تركيز يمكن ان يكون الجيل هو 6% عند الاذابة في 0.5-1 مولار محلول كلوريد صوديوم.

جدول (2) اقل تركيز لبروتينات نوعي اللوبيا البيضاء والحمراء قيد الدراسة يمكن ان يكون هلام

تركيز البروتين (%)	اللوبيا البيضاء	اللوبيا الحمراء	تركيز البروتين (%)	اللوبيا البيضاء	اللوبيا الحمراء
2	-	-	**12**	-	±
4	-	-	**14**	±	±
6	-	-	**16**	+	+
8	-	-	**18**	+	+
10	-	-	**20**	+	+

المصادر

1- **AACC 2000.** Approved Methods of American Association of Cereal Chemists. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota.

2- **Abebe, G.; Hattar, B. and At-tawah, A. 2005.** Nutrient availability as affected by manure application to cowpea (*Vigna unguiculata L*. Walp.) on calacarious soils. J. Agric. Soc Sci., 1:1-6.

3- **Adeyemi1, S. A.; Lewu, F.B.; Adebola, P. O.; Bradley, G. and Okoh, A. I. 2012.** Protein content variation in cowpea genotypes (*Vigna unguiculata* L. Walp.) grown in the Eastern Cape province of South Africa as affected by mineralised goat manure. Afr. J. Agric. Res. 7(35): 4943-4947.

4- **Ahmed, SH.; Babiker, E. E.; Mohamed Ahmed. IA.; Eltayeb, M. M.; Ahmed, S. O. and Faridullah 2012**. Effect of sodium chloride concentration on the functional properties of selected legume flours. African J. of Food, Agriculture, Nutrition and Development (AJFAND, 12(6):6700-6714.

5- **Anam, C. and Witono, Y. 2016.** Functional Protein Isolation Technology of The Cowpea (*Vigna Unguiculata*) as a Food Ingredient. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT) e-ISSN: 2319-2402, p- ISSN: 2319-2399.Volume 10(6), Ver. I (Jun. 2016), PP 10-14.

6- **AOAC 2000.** Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist International. 17th Edn., AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

7- **Appiah, F.; Asibuo, J. Y. and Kumah P. 2011.** Physicochemical and functional properties of bean flours of three cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) varieties in Ghana. African J. Food Science, 5(2): 100 – 104.

8- **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.

9- **Belitz, H.D.; Grosch, W. and Schieberle, P. 2009.** Food Chemistry; Springer-verlag: Berlin, Germany; p. 989.

10- **Bressani, R. 1985.** Nutritive value of cowpea. In Singh SR, Rachie, KO (eds) Cowpea Research, Production and Utilization. Wiley, Winchetser, UK. pp.353-359.

11- **Butt, M. S. and Batool, R. 2010.** Nutritional and Functional Properties of Some Promising legumes protein isolates.Pakistan J. Nutrition,9(4):373-379.

12- **Carcea-Bencini, M. 1986.**Functional properties of drum dried chickpea (*Cicer arietinum L*.) flour. J Food Sci., 51: 1518-1526.

13- **Chinma, C. E., Emelife, I. C. and Alemede, I. G. 2008.** Physicochemical and functional properties of some Nigerian cowpea varieties. Pakistan J. of Nutrition, 7: 186–190.

14- **Davis, D. W., Oelke, E. A., Oplinger, E. S., Dolll, J. D., Hanson, C. V., and Putnam, D. H. 2003.** Alternative field crops manual Cowpea. Di dalam

Kabas, O., Yilmaz, E., Ozmerzi, A., dan Akinci, I. Some Physical and Nutritional Properties of Cowpea Seed (Vigna sinensis L.). J. Food Eng., 79: 1405 – 1409.

15- **Diouf, D. 2011.** Recent advances in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) "omics" research for genetic improvement. Afr. J. Biotechnol., 10:2803-2810.

16- **Elhardallou, S. B.; Khalid, I.I.; Gobouri, A.A. and Abdel-Hafez, S.H. 2015.** Amino acid composition of Cowpea (*Vigna ungiculata* L. Walp) flour and its Protein Isolates. Food and Nutrition Sciences, 6:790-797.

17- **Elkhalifa, EA. 1997.** Effect of heat treatment on physico-chemical and functional properties of lablab bean and cowpea flours and their utilization in Kisra and bread products. A Report of the Work Carried out under U.N.U. Fellowship. Central Food Technology Research institute, Mysore, India.

18- **Emmanuel, T.A.; Kayode, O.E. and Aladesanmi, A.O. 1998.** Emulsifying properties of some legume proteins. J. Food Sci. Technol., 33: 239-246.

19- **FAO 1997.** Human in the Developing World. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome, Italy.

20- **Fuhrmei2ster, H. and Meuser, F. 2003.** Impact of processing on functional properties of protein products from wrinkled peas. J. Food Eng., 56:119–129.

21- **Garcia, O. M.; Infante, B. and Rivera, C. J. 2010.** Copparison of dietary fiber values between tow varieties of cow pea (*Vigna unguiculata* L.walp) of venezulu chemical and enzymatic gravimetric methods. Rev. Chil. Nutr., 37(4): 455-460.

22- **Ge, Y.; Sun, A.; Ni, Y. and Cai, T. 2001.** Study and development of a defatted wheat germ nutritive noodle. Eur. Food Res. Technol., 212:344-348.

23- **Ghaly, AE. and Alkoaik, FN. 2010.** Extraction of protein from common plant leaves for use as human food. Am. J. Appl. Sci., 7(3):323-334.

24- **Gurpreet, K., Chandi, G.K. and Sogi D.S. 2006.** Functional properties of rice bran protein concentrate, J. of Food Engineering, 79: 592–597.

25- **Hamid, S.; Muzzafar, S.; Wani, I.A. and Masoodi, F.A. 2015.** Physicochemical and functional properties of two cowpea cultivars grown in temperate Indian climate.Cogent Food and Agriculture, 1(1): 1099418, pp.11.

26- **Hettiarachchy, N.S.; Griffing V.K. and Gnanasambandam, R. 1996.** Preparation and Functional Properties of a Protein Isolate from Defatted Wheat Germ. Cereal Chem., 73(3): 363-367.

27- **Khalid, I. I. and Elhardallou, S. B. 2016.** Factors that compromise the nutritional value of cowpea flour and its protein isolates. Food and Nutrition Sciences, 7:112-121

28- **Khalid, I.I. and Elharadallou, S.B. 2013.** Functional Properties of Cowpea (*Vigna Ungiculata* L.Walp), and Lupin (Lupinus Termis) Flour and Protein Isolates. J. Nutr. Food Sci., 3 (6):234-240.

29- **Kinsella, J.E. and Phillps, L.G. 1989.** Structure function relationships in food proteins: films and foaming behavior. In: Kinsella, J.E. and Souncie, W.G.(Ed.) Food proteins. Champaign: AOCS, p.52-77.

30- **Lawal, O.S. 2004.** Functionality of African Locust Bean (*Parkia biglobssa*) Protein Isolate Effects of PH, Ionic Strength and Varios Protein Concentrations. Food Chem., 86: 345-355.

31- **Lin, C.S. and Zayas, J. 1987.** Functionality of defatted corn germ proteins in a model system: Fat binding capacity and water retention. J. Food Sci., 52(5):1308-1311.

32- **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.

33- **Moongngarm, A.; Sasanam, S.; Pinsiri, W.; Inthasoi, P.; Janto, S. and Pengchai, J. 2014.** Functional properties of protein concentrate from Black cowpea and its application. American J. Applied Sciences, 11(10):1811-1818.

34- **Mune, M.A.M.; Minka, S.R. and Mbome, I. L. 2013.** Chemical composition and nutritional evaluation of a cowpea protein concentrate. Glo. Adv. Res. J. Food. Sci. Technol.,2(3): 35-43.

35- **Mutilangi, W.A.M.D. and Panyam A. 1996.** Kilara functional properties of hydrolysates from proteolysis of heat-denatured whey protein isolate. J. Food Sci., 61: 270-275.

36- **Nielsel, SS.; Ohler, TA. and Mitchell, CA. 1997.** Cowpea leaves for human consumption, production, and nutrient consumption. In: Singh BB, Mohan Raj DR, Dashiel KE, Jackai LEN (eds), Advances in Cowpea Research. Co-publication of international Institute of tropical and Japan International Center for Apicultural Sciences, IITA, Ibadan, Nigeria pp.99-113.

37- **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.

38- **P*ESI*c, M.B.; Vucelic-Radovic, B.V.; Barac, M.B. and Stanojevic, S.P. 2005.** The influence of genotypic variation in protein composition on emulsifying properties of soy proteins. J. Am. Oil Chem. Soc., 82: 667–672.

39- **Prinyawiwatkul, W.; Beuchat, L.R.; McWatters, K.H. and Phillips, R.D. 1997.** Functional Properties of Cowpea (*Vigna unguiculata*) Flour as affected by soaking, boiling, and fungal fermentation. J. Agric. Food Chem., 45(2):480–486.

40- **Ragab, D.M.; Babiker, E.E. and Eltinay, A.H. 2004.** Fractionation, solubility and functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata*) proteins as

affected by pH and/or salt concentration. Food Chemistry, 84(2): 207–212.

41- **Rodriguez-Ambriz, S.L.; Islas-Hernández, J.J.; Agama-Acevedo, E.; Tovar J. and Bello-Pérez, L.A. 2008.** Characterization of a fiber-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. Food Chem., 107: 1515-1521.

42- **Rukmana, R. and Oesman, Y.Y. 2000.** Cowpea Cultivation and the prospect of a Farmer. Karnisius.Yogyakarta.

43- **Sathe, S.K.; Deshpande S.S. and Salunkhe, D.K. 1982.** Functional properties of lupin seed (*Lupinus mutabilis*) proteins and protein concentrates. J. Food Sci., 47: 491-497.

44- **Yu, J.; Ahmedna M. and Goktepe, I. 2007.** Peanut proteins concentrate: Production and functional properties as affected by processing. Food Chem., 103: 121-129.

45- **Zhang, M.; Gao, J. and Yang, H. 2009.** Functional Properties of 7s Globulin Extracted from Cowpea Vicilins. Cereal Chemistry, 86(3): 261-266.