دراسة الصفات الوظيفية والتغذوية لمسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز ومعزول بروتين الباميا

عبدالكريم عبدالرزاق كريم* خالدة عبدالرحمن شاكر**

باحث استاذ

kareemjua@yahoo.com dr_khalidaa55@yahoo.com

*جامعة تكريت – كلية الزراعة – قسم علوم الاغذية

**جامعة بغداد – كلية الزراعة – قسم علوم الاغذية

المستخلص

هدفت الدراسة الحالية الى دراسة الخواص الوظيفية والتغذوية لمسحوق بذور الباميا مزالة الدهن Defatted Okra Powder (DOP) ومركز بروتين الباميا Okra Protein Concentrate (OPC) ومعزول بروتين الباميا Okra Protein Isolate (OPI) المنتج من بذور الباميا (*Abelmoschus esculentus*)، بلغت نسبة الاحماض الامينية الاساسية 39.64، 40.93، 42.04% لمجاميع مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز بروتين الباميا ومعزول بروتين الباميا على التوالي ودرست الخواص الوظيفية للمنتجات المحضرة اذ لوحظ ان القيمة البايلوجية the theoretical biological value (BV) كانت 66.12، 68.3، 69.94 لمجاميع وDOP و OPCوOPI على التوالي ودرجة الحامض الاميني amino acid score (AAS) 104.01، 106.73، 109.23 على التوالي للمجاميع نفسها وبالترتيب نفسه، فيما بلغت نسبة الفوسفور الاعلى بين العناصر المعدنية وكانت 1750، 2430، 110 ملغم/كغم للمجاميع الثلاث على التوالي ودرست الخواص الوظيفية اذ بلغت قابلية امتصاص الماء 1.82، 2.81، 3.36 وقابلية امتصاص الدهن 2.03، 2.62، 3.03 وسعة الرغوة 58.1، 64، 76.6% والنشاط الاستحلابي60.83، 59، 50.23 م^2/غم للمجاميع المذكورة انفاً.

الكلمات المفتاحية: صفات الاستحلاب، سعة وثبات الرغوة، سعة امتصاص الدهن.

*** البحث مستل من اطروحة دكتوراه للباحث الأول.**

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 47(3): 865-875, 2016 Kareem & Shakir

STUDY OF THE FUNCTIONAL AND NUTRITIONAL PROPERTIES OF DEFATTED OKRA POWDER AND OKRA PROTEIN ISOLATE AND CONCENTRATE .

***A. A. Kareem **K. A. Shakir**

Researcher Prof.

***College of Agriculture, Tikrit University, Iraq**

****College of Agriculture, Baghdad University, Iraq**

ABSTRACT

The present study aimed to study the functional and nutritional properties of Defatted Okra Powder DOP and Okra Protein Concentrate OPC and Okra Protein Isolate OPI product from okra seeds (*Abelmoschus esculentus*), Essential amino acids 39.64, 40.93, 42.04% to DOP, OPC and OPI respectively, the theoretical biological value (BV) 66.12, 68.3, 69.94 for DOP, OPC and OPI respectively, the degree amino acid score (AAS) 104.01, 106.73, 109.23 respectively for the same groups and the same order, mineral ratio for phosphorus 1750, 2430, 110 mg/kg^{-1} of the three groups respectively, water absorption 1.82, 2.81, 3.36, fat absorption 2.03, 2.62, 3.03, foam capacity 58.1 0.64, 76.6%, and emulsion activity 50.23, 59, 60.38 m^2/g^{-1}.

Key world: emulation properties, foam ability and stability, Fat absorbance capacity.

*** Part of Ph.D. Dissertation for the first author**

المقدمة

تعد الباميا(*Abelmoschus esculentus*) من النباتات التي يسهل زراعتها في المناطق المدارية والحارة وتنتشر زراعتها في اسيا وافريقيا وجنوب اوربا وامريكا وهي تزرع لاجل ثمارها التي يمكن استخدامها في حالتها الخضراء او المجففة، ذات الاهمية الاقتصادية الكبيرة في غرب ووسط افريقيا اذ انها تحتوي على الالياف الغذائية وتتميز بمحتوى بروتيني عالٍ في البذور وتتصف بروتيناتها باحتوائها على كميات متوازنة من الحامضين الامينيين اللايسين والتربتوفان وبذلك فانه يختلف عن بروتين البذور الاخرى والبقول (23). تشير التوقعات الى اتساع الفجوة بين السكان وامداد البروتين ولاسيما في الدول النامية وعليه توجهت الجهود البحثية نحو الاستفادة من مصادر غير مستغلة كمصادر بروتينية بديلة، وعلى مدى السنوات الثلاثين الماضية ازداد استخدام البروتينات المركزة من البذور النباتية بشكل كبير بسبب معرفة المزيد من الخصائص الوظيفية والتصنيعية والقيمة الغذائية لها، من الناحية التاريخية كان لفول الصويا ميزة تنافسية على غيرها من البذور وظهرت الحاجة لتطوير تركيز بروتينات نباتية اخرى (4). تعد بذور نبات الباميا من اكثر اجزاء النبات اهمية بسبب القيمة الغذائية العالية لها، وتتميز بمحتوى بروتيني عال (20 – 22)% وان بروتيناتها تحتوي على كميات متوازنة من الحامضين الاساسيين اللايسين والتربتوفان كما انها تحتوي على كميات جيدة من الزيوت الا انها لا تستخدم لانتاج اي من البروتين او الزيت لانها تستخدم فقط للانبات مع وجود كميات كبيرة من البذور التي تكون غير صالحة للانبات (1). ولعدم وجود دراسات محلية واقليمية حول بروتينات الباميا واهميتها هدفت الدراسة الحالية الى دراسة والصفات الوظيفية والتغذوية لمسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز ومعزول بروتين الباميا

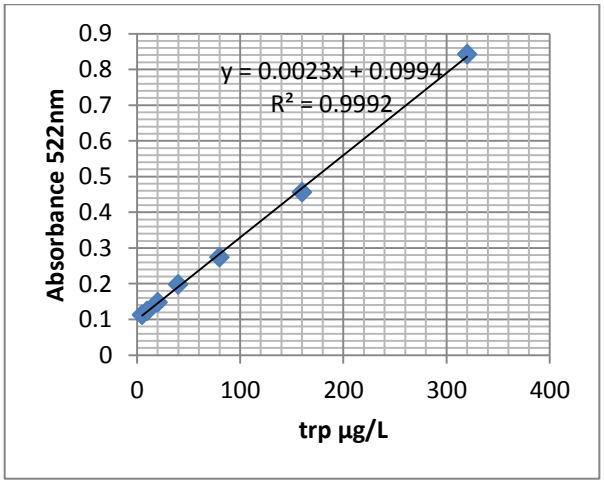
المواد وطرائق العمل

تقدير الاحماض الامينية

حللت الاحماض الامينية لعينات DOP وOPC وOPI وفقاً لما ذكر في Sami واخرون (22)، اجري التحليل في University of ،Molecular Structure Facility Californiia - Davis، وشملت طريقة العمل بوزن 5 µl من العينة وتوضع في انبوبة الهضم، يضاف 800 µl من performic acid ويترك الى اليوم التالي، يجفف، واضافة 200 µl من 1% phenol/ 6 N HCL على درجة حرارة 110° C لمدة 24 h، اضافة 200 µl من 3N NaOH ثم التخفيف باضافة 600µl H2O واضافة Norleu dilution buffer بنسبة 1:1، التحريك، حقن 50µl، كل 50µl يحتوي 2.0 nmol Norleu، رشحت العينات ثم حقنت في Hitachi L-8800 amino acid analyzer (Tokyo, Japan) لتحليل الاحماض الامينية، قدر التربتوفان حسب طريقة (14)، حضر محلول التربتوفان باذابة (0.1 g /L) ماء مقطر لا ايوني مع بضع قطرات من (1 mol/L) هيدروكسيد الصوديوم، تحضير التخافيف المناسبة، تحضير محلول (DSAS) diphenylamine sulphonic acid sodium بتركيز 2 g/L ماء مقطر لا ايوني، تحضير محلول sodium nitrite بتركيز 1mol/L، محلول sulphamic acid بتركيز 25 g/L يحفظ المحلول في الثلاجة وتجنب الضوء ويستخدم خلال اسبوع، يحضر حامض الكبريتيك بتركيز 2mol/L. ينقل 3ml من محلول DSAS الى دورق حجمي 25 ml ويبرد الدورق في حمام ثلجي مع الحفاظ على درجة الحرارة بحدود 5° C، يضاف 6 ml من حامض الكبريتيك ويمزج جيدا بعد 5 دقائق يضاف 2.5 ml من sodium nitrite ويوضع المزيج في حمام ثلجي لمدة 5 دقائق، يضاف 3ml من محلول sulphamic acid، مع التحريك والتبريد لمدة 5 دقائق، يضاف 5 ml من العينة المحللة بوساطة 4.3 mol/L هيدروكسيد الصوديوم لمدة 24 ساعة على درجة حرارة 110° C، ثم المعادلة مع 6N HCL، ثم يكمل الحجم الى 25 ml باستخدام حامض الكبريتيك، يحفظ لمدة 15 دقيقة، قراءة الامتصاص الضوئي على طول موجي 522 nm.

المنحنى القياسي للتربتوفان

حضر محلول التربتوفان بإذابة(0.1 g /L) ماء مقطر لا ايوني مع بضع قطرات من (1 mol / L) هيدروكسيد الصوديوم وحضرت التخافيف الاتية (5 ،10. 20، 40، 80، 160 ، 320) ملغم / لتر اذ اضيف 5 ml من المحلول القياسي لكل تخفيف الى خليط المحاليل وقراءة الامتصاص على طول موجي 522 nm.



شكل 1. المنحنى القياسي للتربتوفان

تقدير المعادن

قدرت المعادن لعينات DOP و OPC و OPI وفقاً لما جاء في AOAC (5) حيث ارسلت الى Utah State University Analytical Labs لتقدير المعادن وشمات طريقة العمل بوضع 0.5 غرام من العينة في انبوبة فولن للهضم Folin digestion tube اضيف اليها 5 ml حامض النتريك المركز، يسخن الخليط الى حرارة 120– 130 ℃ لمدة 14 ساعة بعد ذلك يضاف بيروكسيد الهيدروجين، تخفف العينة الى 50 ml والتحليل بوساطة Thermo Electron ICAP ICP (inductively coupled plasma spectrophotometer).

الخواص الوظيفية

صفات الاستحلاب

تم تقدير خواص الاستحلاب بحسب طريقة (12) بأخذ 10 مل زيت نباتي ومزجها مع 30مل من محلول 1% بروتين ثم عدل الى ارقام هيدروجينية مختلفة تراوحت بين 2 –12 ، التجنيس، بعد ذلك يؤخذ 50 مايكروليتراً من المزيج في الوقت 0 وبعد 10 دقائق ويمزج مع 5 مل من 0.1 % (SDS)، يقرأ امتصاص المحلول المخفف على 500 nm.اجريت التحاليل بثلاثة مكررات. تم حساب النشاط الاستحلابي وثبات المستحلب كالاتي:

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

F= oil volume fraction

ES% = (A_0 -A_{10}/A_0)×100

سعة وثبات الرغوة

تم تقدير سعة وثبات الرغوة بحسب طريقة (29) مع بعض التحوير اذ اذيب 250mg من العينة ا في 25 ml من الماء المقطر اللا ايوني، عدل المحلول الى ارقام هيدروجينية مختلفة تراوحت بين 2–12 بواسطة 0.5 M HCL , NaOH، تم تجنيس المحاليل على سرعة 6 لمدة 2 دقيقة، تم تسجيل الحجم قبل وبعد المزج، يعبر عن سعة الرغوة بانها النسبة المئوية للزيادة بالحجم نتيجة للمزج ، لتقدير ثبات الرغوة تقدير حجم الرغوة المسجل بعد 30 دقيقة من الخزن ، ثبات وسعة الرغوة يتم حسابها طبقا للمعادلة الاتية:

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

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

سعة امتصاص الدهن Fat Absorption Capacity (FAC)

تم تقدير سعة امتصاص الدهن بحسب طريقة (29) مع بعض التحوير، وزن 1غم من العينة في انبوبة طرد مركزي سعة 15 مل موزونة مسبقا تمزج العينة مع 15 مل زيت فول الصويا، يحضن المستحلب على درجة حرارة الغرفة لمدة 30 دقيقة ثم الطرد المركزي عند 5000g لمدة 20 دقيقة على حرارة 25 c°، يزال الراشح بحذر ثم يتم وزن الانبوبة، تقاس سعة امتصاص الدهن بغرام دهن لكل غرام بروتين.

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

حيث ان:

F0 = وزن العينة الجافة

F1 = وزن الانبوبة + وزن العينة الجافة

F2 = وزن الانبوبة +وزن الراسب

سعة امتصاص الماء Water Absorption Capacity (WAC)

تم تقدير سعة امتصاص الماء بحسب طريقة (29) مع بعض التحوير، اذ وزن 1 غم من العينة في انبوبة اختبار سعة 15 مل موزونة مسبقا، ثم اضيف 10 مل من الماء المقطر بصورة تدريجية مع التحريك بواسطة العمود الزجاجي، ثم تترك لمدة 30 دقيقة على حرارة الغرفة، الطرد المركزي على 2000g لمدة 20 دقيقة في النهاية يتم قياس كمية الماء المضاف، سعة امتصاص الماء تمثل بغرام ماء لكل غرام عينة وتحسب كالاتي:

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

اذ ان :

W0 = وزن العينة الجافة

W1 = وزن الانبوبة + العينة الجافة

W2 =وزن الانبوبة + وزن الراسب

الخواص التغذوية

تقدير درجة الحامض الاميني (Amino Acid Score)

تم تقدير درجة الحامض الاميني بحسب (13) وكما في المعادلةالاتية :-

درجة الحامض الاميني الاساسي = % الاحماض الامينية الاساسية في العينة / % الاحماض الامينية الاساسية الموصى بها من قبل FAO

مؤشر الحامض الاميني الاساسي (The Essential Amino Acid Index)

تم تقدير مؤشر الحامض الاميني بحسب **(25)** كما في المعادلة الاتية

$$EAAI = \sqrt[9]{\frac{[\text{Lys x Threo x Val x Meth x Isoleu x leu x Phynylal x Histi x Trypt}]a}{[\text{Lys x Threo x Val x Meth x Isoleu x leu x Phynylal x Histi x Trypt}]b}}$$

حيث تمثل:

$[\text{Lys x Threo x Val x Meth x Isoleu x leu x Phynylal x Histi x Trypt}]a$

مجموعة الاحماض الامينية في العينة

$[\text{Lys x Threo x Val x Meth x Isoleu x leu x Phynylal x Histi x Trypt}]b$

مجموعة الاحماض الامينية في البروتين القياسي (البيض او الكازين).

المؤشر التغذوي :- Nutritional Index

تم تقدير قيمة المؤشر التغذوي بحسب **(25)** كما في المعادلة الاتية:

$$Nutritional\ Index(\%) = \frac{EAAI \times \%Protein}{100}$$

القيمة الحيوية:- The Biological Value

قدرت القيمة الحيوية بحسب (16) كما في المعادلة الاتية :-

$$BV = 1.09 \times EAAI - 11.7$$

كفاءة تحويل البروتين:- Protein Efficiency Ratio

تم تقدير ثلاث قيم لكفاءة تحويل البروتين هي PER_1، PER_2 ، PER_3 بحسب (13) كما في المعادلات الاتية :-

$$PER_1 = -0.684 + 0.456 \times Leu - 0.047$$
$$PER_2 = -0.468 + 0.454 \times Leu - 0.105 \times Tyr$$
$$PER_3 = -1.816 + 0.435 \times Met + 0.78 \times Leu + 0.211 \times His - 0.944 \times Tyr$$

النتائج والمناقشة

الاحماض الامينية

يعد تقدير الاحماض الامينية من المعايير المهمة لتقييم القيمة التغذوية للمادة الغذائية (29)، ويمثل الجدول 1 محتوى مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن و مركز بروتين الباميا و معزول بروتين الباميا من الاحماض الامينية والنسب التي جاءت في توصيات ال FAO/WHO . يبين الجدول وجود 19 حامضاً امينياً ومن بين هذه الاحماض الامينية يوجد ثمانية احماض امينية اساسية، سجل الكلوتاميك اعلى نسبة وبواقع 15.01 ، 15.6 ، 15.92 غم/100 غم بروتين لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز و معزول بروتين الباميا على التوالي، تلتها وجود الاحماض الامينية الاسبارتك، الكلايسين، الارجنين، الليوسين، الالنين، السيرين، الفالين، البرولين، الثريونين، الفنيل النين، الايزوليوسين، التايروسين، التربتوفان، السستائين، المثيونين، الهستدين والسستين. كما يبين الجدول نسبة الاحماض الامينية الاساسية والتي كانت 39.64 ،40.93 ، 42.04 غم / 100 غم بروتين لمسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز ومعزول بروتين الباميا على التوالي ، لوحظ وجود زيادة في نسبة الاحماض الامينية الاساسية مع زيادة تركيز البروتين والسبب قد يعود الى فقدان بعض الاحماض الامينية غير الاساسية في اثناء عملية تركيز وعزل البروتين مما يؤدي ذلك الى زيادة في تركيز الاحماض الامينية الاساسية. تشير النتائج الى ان البروتين يمتلك مستويات عالية من الاحماض الامينية الاساسية عدا انه يحتوي على نسبة منخفضة من اللايسين بالمقارنة مع توصيات FAO (8) ، وان هذا الانخفاض يمكن تعويضه بسهولة بمصادر بروتينية اخرى.نلاحظ ايضا ان نسب الاحماض الامينية الاساسية كانت اعلى من نسبتها في معزول بروتين فول الصويا للاحماض الثريونين والفالين والليوسين والتربتوفان في حين تفوق معزول بروتين الصويا للاحماض الايزوليوسين والهستدين واللايسين .

جدول 1. محتوى الاحماض الامينية لكل من مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز ومعزول بروتين الباميا.

الاحماض الامينية	مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن	المركز البروتيني	المعزول البروتيني	RDA*	Egg/milk*	معزول بروتين الصويا**
Cys	1.99	2.09	1.92			
Pro	4.37	4.27	4.30			
Asp	10.06	9.52	9.71			9.9
Thr	3.81	3.78	3.60	3.4	4.7	3.0
Ser	5.93	6.06	6.02			4.2
Glu	15.01	15.60	15.92			17
Gly	8.11	7.60	6.98			3.4
Ala	6.21	6.30	6.22			3.4
Cyst	0.61	0.68	0.71			4.5
Val	5.29	5.39	5.51	3.5	6.6	1.1
Met	1.94	2.07	2.04			1.1
Ile	3.27	3.32	3.43	2.8	5.4	4.1
Leu	6.60	6.86	7.30	6.6	8.6	6.8
Tyr	2.04	2.29	2.41			3.2
Phe	3.41	3.54	3.81			5.2
His	1.92	1.91	1.90	1.9	2.2	2.3
Lys	4.47	4.27	4.01	5.8	7	5.2
Trp	1.85	2.01	2.27	1.1	1.7	1.2
Arg	7.04	7.72	8.14			6.6
MET+CYS	2.56	2.76	2.75	2.5	5.7	
PHE+TYR	5.46	5.84	6.22	6.3	9.3	
EAA	39.64	40.93	42.04	33.9	51.2	
NEAA	60.35	59.06	57.95			
NP	35.79	35.81	35.78			
P	35.42	35.64	35.96			

(EAA) الاحماض الامينية الاساسية، (NEAA) الاحماض الامينية غير الاساسية ،(NP) لاقطبية ، (P) قطبية.==== *WHO/ FAO (9)، **Wang واخرون (28)

لاحظ Saka واخرون (21) ان نسبة الاحماض الامينية الاساسية لمسحوق جوز الكونفور المزال الدهن Conophor nut و المركز البروتيني والمعزول البروتيني كانت 44.54,40.46,39.35 %، واشار الى ان نسبة الاحماض الامينية الاساسية اعلى 36% وتعد كافية لمتطلبات البروتين المثالي FAO /WHO (9) .اشار udayasehara واخرون (27) الى ان بذور الباميا تحتوي على مستويات مرتفعة من اللايسين عند المقارنة مع فول الصويا ، ويحتوي ايضا على مستويات عالية من المثيونين والتربتوفان في حين تكون مستويات الثريونين والايزوليوسين والليوسين والفنيل الانين منخفضة.بين Ahmed واخرون (2) ان نسبة الاحماض الامينية الاساسية لمسحوق بذور رشاد الحدائق ومعزول البروتين بلغ 45.23، 45.88 % على التوالي من الاحماض الامينية الكلية واشار الى ان مسحوق البذور غني بالاحماض الهستدين والفالين والتربتوفان وان حامضي الاسبارتك والكلوتامك هما الاعلى نسبة. وجد Gayol واخرون (10) ان الاحماض الامينية الاسبارتك والكلوتامك والسستائين والفالين والمثيونين هي الاحماض الامينية الاكثر نسبة في مسحوق الفول السوداني ومركز بروتين الفول السوداني واحتوى مركز البروتين على نسبة اعلى من الاحماض الكلايسين والايزوليوسين والليوسين واللايسين والفنيل النين والسيرين والتايروسين والسستين.

المعادن

يبين الجدول 2 محتوى المعادن لكل من مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز ومعزول البروتين اذ نلاحظ احتوائها على الكالسيوم، الفوسفور، البوتاسيوم، المغنيسيوم، الصوديوم، الكبريت، الالمنيوم، البورون، الكادميوم، الكوبلت، الكروميوم، النحاس، الحديد، المنغنيز، المولبدينيوم، النيكل، الرصاص ، السترونيوم ، الزنك. يتراكيز مختلفة ، نلاحظ ان المنتجات الثلاث تحتوي على العناصر الرئيسة الفوسفور، البوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم والكبريت والصوديوم ، اما العناصر الثانوية الزنك والحديد و بقية العناصر فكانت بنسب منخفضة ، يبين الجدول ان العناصر جميعها كانت بنسب اقل من توصيات FAO/WHO ما عدا تركيز المغنيسيوم في مركز البروتين والذي كانت نسبته اعلى من التوصيات حيث بلغت 980 ملغم/ كغم ، كذلك يبين الجدول تاثير المعاملات المختلفة لانتاج مركز ومعزول البروتين في تركيز المعادن اذ نلاحظ ارتفاع تركيز المعادن عند انتاج

مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز بروتين الباميا في حين انخفض التركيز عند انتاج معزول البروتين لكل من الكالسيوم ، الفوسفور، البوتاسيوم، المغنيسيوم، البورون، النيكل، السترونيوم ، الزنك . ان العمليات المختلفة التي تهدف الى زيادة تركيز البروتين لانتاج مركز بروتين الباميا كان لها تاثير في زيادة تركيز المعادن ، في حين ان استخدام المحاليل الحامضية والقاعدية لانتاج معزول البروتين كان لها تاثير في خفض مستويات تلك المعادن. لوحظ ايضا ارتفاع تركيز المعادن لمعزول بروتين الباميا مقارنة مع المنتجات الاخرى لكل من الصوديوم والكبريت والمنغنيز اذ ارتفع تركيز هذه المعادن مع زيادة تركيز البروتين من دون تاثير استخدام المحاليل فيها.

جدول 2. محتوى المعادن لكل من مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز ومعزول بروتين الباميا

Minerals		De fatted okra powder	Protein concentrate	Protein isolate	FAO/WHO*
Calcium	mg/kg	170_b	210_c	20_a	5000
Phosphorus	mg/kg	1750_b	2430_c	110_a	4560
Potassium	mg/kg	1660_b	1630_b	40_a	5160
Magnesium	mg/kg	740_b	980_c	20_a	760
Sodium	mg/kg	482_a	583_b	934_c	2960
Sulfur	mg/kg	530_a	700_b	860_c	
Aluminum	mg/kg	21_b	19_b	10_a	
Boron	mg/kg	13.5_b	9.1_c	3.8_a	
Cadmium	mg/kg	0.1	0.1	0	
Cobalt	mg/kg	0.5_a	1.1_c	0.8_b	
Chromium	mg/kg	0.8_b	1_c	0.6_a	
Copper	mg/kg	37.4_b	39.2_b	17.1_a	160
Iron	mg/kg	105.9_b	117.2_c	90.9_a	160
Manganese	mg/kg	31.7_a	44.4_b	106_c	320
Molybdenum	mg/kg	0.7_a	0.7_a	0.6_a	
Nickel	mg/kg	4_b	6_c	1_a	
Lead	mg/kg	0	0	1	
Strontium	mg/kg	19.1_b	18.3_b	1.9_a	
Zinc	mg/kg	152.4_b	170_c	29.4_a	32

الحروف المختلفة ضمن العمود الواحد تشير الى وجود فروق معنوية على مستوى ($p\leq0.05$)، *FAO/ WHO (9).

اشار udayasehara واخرون (27) الى ان لب بذور الباميا تحتوي على نسب عالية من عناصر الكالسيوم والحديد والمغنيسيوم والزنك مقارنة مع البذور الكاملة في حين كانت نسبة النحاس والمنغنيز اعلى في البذور الكاملة. ولاحظ Narsing واخرون (17) ارتفاع تركيز الكالسيوم والفسفور في مركز بروتين التفاح الخشبي وبلغت 105، 1448 ملغم / 100غم مقارنة مم مسحوق بذور التفاح الخشبي والتي كانت 50، 612 ملغم/100 غم على التوالي ، ووجد كذلك ارتفاع تركيز الحديد في المركز البروتيني واتي بلغت 4.2 ملغم /100 غم في حين بلغت في المسحوق 3 ملغم /100 غم ، وذكر الى ان المعادن السامة مثل الكادميوم والكروم والرصاص اقل من التراكيز التي يمكن الكشف عنها . وافاد Adelakun واخرون (1) ان بذور الباميا تحتوي على مستويات مختلفة من المعادن اذ تحتوي على الفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والحديد والنحاس والزنك والمنغنيز بنسب 240، 344.2، 188، 126.5، 207.4، 32.24، 354.3، 15.89، 2.49 ملغم/ كغم على التوالي . اشار EL–Adawy واخرون (7) الى ارتفاع محتوى المعادن عند انتاج مركز بروتين السمسم sesame concentrate لكل من (النحاس والزنك والحديد والمنغنيز والمغنيسيوم والصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم والفوسفور) من مسحوق بذور السمسم، في حين ادت عملية انتاج معزول بروتين السمسم الى انخفاض في نسبة تلك المعادن عدا الصوديوم الذي ارتفعت نسبته. واضاف Ahmed واخرون (2) ان مستويات المعادن في مسحوق بذور رشاد الحدائق garden cress مزال الدهن الاعلى مقارنة مع مسحوق بذور الرشاد ومعزول البروتين ، وكانت مستويات المعادن في المعزول هي الاقل ، ولاحظ ان نسبة البوتاسيوم كانت الاعلى في المنتجات الثلاث تلاه الفوسفور والمغنيسيوم والكالسيوم ، وبين ان مستوى الحديد بلغ 8.43، 9.21، 5.46 ملغم / 100 غم لبذور الرشاد ومسحوق بذور الرشاد مزال الدهن ومعزول بروتين بذور الرشاد ، واشار الى ان البوتاسيوم والصوديوم تتركز في غلاف البذرة في حين ان الفوسفور والحديد والزنك والمغنيسيوم تتركز في السويداء . ووجد Penuel واخرون (19) ان الصوديوم كان الاعلى مستوى للمعادن الوجودة في بذور الغونا Gona seed ومنتجاتها اذ بلغت 207، 209، 191 ملغم /100 غم لكل من مسحوق البذور ومسحوق البذور مزالة الدهن والمركز البروتيني، وبين ان النحاس امتلك

المستوى الاقل وبلغ 13، 1.31، 2.6 ملغم / 100 غم للمنتجات اعلاه .

الخواص الوظيفية

قابلية امتصاص الماء

يبين الجدول 3 قابلية امتصاص الماء لمسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز ومعزول البروتين إذ كانت 1.82 ،2.81 ،3.36 على التوالي، نلاحظ ان اعلى قابلية امتصاص الماء كانت لمجموعة معزول بروتين الباميا وكان الفرق معنويا عن باقي المعاملات وعلى مستوى ($p\leq0.05$) في حين كانت اقل قابلية لامتصاص الماء لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن وكان الفرق معنويا مع باقي المعاملات وعلى مستوى ($p\leq0.05$) .

جدول 3. الخواص الوظيفية لمسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز ومعزول بروتين الباميا

FUNCTIONAL PROPERTIES	De Fated Okra Flour	PROTEIN CONCENTRATE	PROTEIN ISOLATE
EMULTION ACTIVITY	60.38(m^2 /g) $_a$	59 (m^2 /g) $_a$	50.23(m^2 /g) $_b$
EMULTION STABILITY	25.3% $_a$	30.35% $_b$	40.28% $_c$
FOAM CAPICITY	63% $_a$	75% $_b$	88.8% $_c$
FOAM STABILITY	58.1% $_a$	64% $_b$	76.6% $_c$
WATER ABSORBANCE	1.82 $_a$	2.81 $_b$	3.36 $_c$
OIL ABSORBANCE	2.03 $_a$	2.64 $_b$	3.03 $_c$

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

اظهرت النتائج ان الارتفاع في نسبة البروتين ادت الى زيادة قابلية امتصاص الماء والسبب يعود الى قابلية البروتين الى الارتباط بالماء وزيادة نسبة البروتين تؤدي الى زيادة كمية الماء المرتبطة بالبروتين. وقد اشير الى ان مركز البروتين يمتلك قابلية امتصاص ماء ضعيفة مقارنة مع معزول البروتين ، من المرجح ان يعود ذلك الى القابلية الكبيرة لمعزول البروتين على الانتفاخ والانفتاح ومن ثم تعريض مواقع ارتباط جديد ، بينما المركبات الاخرى غير البروتينية ربما تضعف ذلك (24). ووجد Akin-osanaiye واخرون (3) ان سعة امتصاص الماء لمسحوق بذور الكاركو kargo مزالة الدهن كانت اعلى معنويا من المعزول البروتيني وكانت القيم بواقع 1.84 ، 2.77 على التوالي. اشار Saka واخرون (21) الى ان المركز البروتيني لجوز الكونفور Conophor nut يمتلك اعلى قيمة امتصاص للماء يليه مسحوق جوز الكونفور مزال الدهن ثم معزول بروتين جوز الكونفور ، وعزى ذلك الى وجود السكريات المتعددة في مركز جوز الكونفور مقارنة مع المعزول الذي ادت العمليات التصنيعية الى ازالتها و انخفاض قابلية امتصاص الماء، إذ كان الفرق معنويا بين المعاملات الثلاث وعلى مستوى ($p\leq0.05$). وجد Xiaoying and Yufei (29) فروقاً معنوية في قابلية امتصاص الماء بين معاملات مسحوق الجوز مزال الدهن ومركز بروتين الجوز والمعزول البروتيني إذ 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 .

قابلية امتصاص الدهن: يبين الجدول 3 قابلية امتصاص الدهن لمسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز ومعزول البروتين حيث بلغت 2.03 ، 2.62 ،3.03 على التوالي، نلاحظ ان اعلى قابلية امتصاص الدهن لمجموعة معزول بروتين الباميا وكانت الفروقات معنوية مع باقي المعاملات وعلى مستوى ($p\leq0.05$) في حين كانت اقل قابلية لامتصاص الدهن لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن وكان الفرق معنويا مع باقي المعاملات وعلى مستوى ($p\leq0.05$). جاءت هذه النتائج متفقة مع ما توصل اليه Saka واخرون (21) من ان معزول بروتين جوز الكونفور Conophor nut يمتلك اعلى قيمة امتصاص للدهن يليه المركز البروتيني لجوز الكونفور ثم مسحوق جوز الكونفور مزال الدهن، كان الفرق معنويا بين المعاملات الثلاث وعلى مستوى ($p\leq0.05$) ،وعزى ذلك الى ان مسحوق البروتين منخفض الكثافة مع حجم الجزيئات الصغيرة يعمل على امتصاص كمية اكبر للدهن او يعمل على حجز كمية كبيرة من الدهن مقارنة مع مسحوق بروتيني عالي الكثافة . وكذلك الحال مع ما توصل اليه Xiaoying and Yufei (29) في ان قابلية امتصاص الدهن لمعزول الجوز كانت اعلى من المسحوق المزال الدهن. في حين جاءت هذه النتائج مختلفة مع ما توصل اليه Akin-osanaiye واخرون (3) اذ وجد ان سعة امتصاص الدهن لمسحوق بذور

الكاركو kargo مزالة الدهن كانت اعلى معنويا من المعزول البروتيني وكانت القيم 0.41، 0.94على التوالي. ان امتصاص الدهن يعود الى احتجازه داخل جزيئة البروتين بسبب احتواء البروتين على الاواصر غير التساهمية مثل القوى الكارهة للماء والقوى الالكتروستاتيكية والاواصر الهيدروجينية (18) .

سعة وثبات الرغوة

يبين الجدول 3 سعة وثبات الرغوة لمسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز ومعزول البروتين حيث كانت سعة الرغوة بواقع 63 ،75 ،88.8 % على التوالي وكان ثبات الرغوة بواقع 58.1 ،64 ،76.6 %على التوالي للمجاميع المذكورة انفاً نلاحظ من النتائج زيادة سعة الرغوة بزيادة تركيز البروتين وكان الفرق معنويا بين المعاملات المختلفة وعلى مستوى ($p\leq0.05$). جاءت هذه النتائج مطابقة لما ذكره Saka واخرون (21) في ان زيادة سعة وثباتية الرغوة بزيادة التركيز البروتيني، إذ اشار الى ان معزول البروتين امتلك اعلى سعة رغوة يليه مركز البروتين ثم مسحوق البذور مزال الدهن ، وكذلك الحال بالنسبة الى ما افاد به Xiaoying and Yufei (29) من ان سعة وثبات الرغوة لمعزول بروتين الجوز اعلى معنويا من المركز والذي بدوره كان اعلى من المسحوق مزال الدهن .الا ان Akin-osanaiye واخرون (3) وجد ان قيمة سعة الرغوة لمسحوق بذور الكاركو kargo مزالة الدهن كانت اعلى معنويا من المعزول البروتيني إذ بلغتا 53.3 ، 43) على التوالي. وبين ان قيمة ثبات الرغوة سلكت السلوك نفسه و بلغت 3.92، 0.01 على التوالي. إن السبب في زيادة سعة الرغوة يعود الى تكوين اغشية بروتينية سطحية مسببا زيادة المساحة السطحية الماء–الهواء وهذا يشجع على تغليف فقاعات الهواء (7)، اما الثباتية فانها تزداد بزيادة تركيز البروتين بسبب زيادة اللزوجة الناتجة عن زيادة تركيز البروتين وكذلك تسهيل تكوين طبقات بروتينية متماسكة متعددة على السطح.

النشاط الاستحلابي وثبات المستحلب :- يبين الجدول 3 النشاط الاستحلابي وثبات المستحلب لمسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز ومعزول البروتين إذ بلغ النشاط الاستحلابي60.38, 59, 50.23 م^2 / غم على التوالي، نلاحظ ان اعلى نشاط استحلابي كان لمسحوق البذور مزالة الدهن واقل نشاط استحلابي لمعزول البروتين وعلى العكس فان ثبات المستحلب الذي سجل القيم 30.35, 40.28 25.3, م^2 / غم على التوالي للمجاميع اعلاه كان اعلى قيمة للمعزول واقل قيمة لمسحوق البذور مزالة الدهن واشارت نتائج التحليل الاحصائي إلى وجود فروق معنوية بين النماذج الثلاث وعلى مستوى ($p\leq0.05$). تشير النتائج الى انخفاض في النشاط الاستحلابي وان السبب يعود الى ان التراكيز القليلة من البروتين تنتشر بصورة اسهل واسرع على سطح الماء والزيت مما يؤدي الى حدوث الادمصاص، اما في حالة التراكيز العالية من البروتين فان ذلك سوف يؤدي الى تكون حاجز طاقة التنشيط التي لا تسمح للبروتين بالهجرة والانتشار (20). اتفقت هذه النتائج مع ما جاء به Semiu واخرون (24) الذي اشار الى حدوث انخفاض في النشاط الاستحلابي لبروتينات الكازو Cashew nut عند زيادة تركيز البروتين اذ وجد ان النشاط الاستحلابي لبروتين الكازو مزال الدهن كان الاعلى مقارنة بمركز الكازو الذي كان بدوره اعلى من معزول بروتين الكازو، في حين اشار الى ان اعلى ثبات للمستحلب كان لمجموعة معزول بروتين الكازو ثم المركز ثم مزال الدهن. اشار Saka واخرون (21) الى ان مسحوق جوز الكونفور مزال الدهن Conoophr nut يمتلك اعلى قيمة نشاط استحلابي يليه المركز البروتيني لجوز الكونفور ثم معزول بروتين جوز الكونفور، في حين انه افاد ان معزول البروتين امتلك اعلى ثبات استحلاب يليه مركز البروتين ثم مسحوق البذور مزال الدهن. كذلك بين Tasiواخرون (26) 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. ذكر Xiaoying and Yufei (29) ان نشاط الاستحلاب لمسحوق الجوز مزال الدهن اعلى معنويا من المركز والذي بدوره كان اعلى من المعزول وكانت القيم 53.28 ، 52.98 ،50.01 % على التوالي، واشار الى ان ثبات المستحلب لمعزول بروتين الجوز اعلى معنويا من

المركز والذي بدوره كان اعلى من المسحوق مزال الدهن وكانت القيم30.3،27.45 ،25.26 على التوالي.

الخواص التغذوية تمت دراسة الخواص التغذوية لبروتينات الباميا والجدول 4 اذ درست القيمة البابلوجية النظرية The Theoretical Biological Value (BV) وتشير هذه القيمة الى كمية البروتين المتناولة التي يستفيد الجسم منها، وبينت النتائج ان اعلى قيمة كانت لمجموعة معزول بروتين الباميا في حين كانت اقل قيمة لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن وكانت هذه القيم 66.12 ،68.3 ،69.94 لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن، مركز بروتين الباميا، معزول بروتين الباميا على التوالي.تناولت الدراسة الحالية ايضا درجة الحامض الاميني Acid Amino Score (AAS) ، وهو يمثل أنموذجاً مبسطاً للتنبؤ بجودة البروتين الغذائية وبينت النتائج ان اعلى قيمة كانت لمجموعة معزول بروتين الباميا في حين كانت اقل قيمة لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن وكانت هذه القيم 104.01، 106.73، 109.23 لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز بروتين الباميا ومعزول بروتين الباميا على التوالي. درست ثلاث قيم نظرية Theoretical Protein Efficiency Ratio (PER) وهي من مؤشرات نوعية البروتين والتي تعطي تصوراً عن قيمة كفاءة تحويل البروتين الحقيقية real protein efficiency ratio، ان القيمة المنخفضة لكفاءة تحويل البروتين تدل على النوعية الواطئة للبروتين (اقل من 1.5) ، ويكون البروتين ذا نوعية عالية عندما تكون القيمة اعلى من 2 (Javier et al 2012) ،اظهرت النتائج المستحصلة ان اعلى قيمة كفاءة تحويل البروتين 1 (PER 1) كانت لمجموعة معزول بروتين الباميا والاقل كانت لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن وكانت القيم 2.121 ، 2.245 ، 2.445 لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ، مركز بروتين الباميا ، معزول بروتين الباميا على التوالي .وفيما يخص قيم PER 2 اعلى قيمة كفاءة تحويل البروتين كانت لمجموعة معزول بروتين الباميا والاقل كانت لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن وكانت القيم2.315، 2.407 ، 2.595 لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن، مركز بروتين الباميا، معزول بروتين الباميا على التوالي. كذلك اظهرت النتائج ان اعلى قيمة كفاءة تحويل البروتين 3(PER 3) كانت لمجموعة معزول بروتين الباميا والاقل كانت لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن وكانت القيم 2.661 ، 2.678 ، 2.895 لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن و مركز بروتين الباميا و معزول بروتين الباميا على التوالي .تشير النتائج الى ان قيم PER الثلاث للمجاميع المختلفة كانت اعلى من 1.5 وبذلك يكون بروتين الباميا ذا جودة عالية ، اشارت نتائج التحليل الاحصائي الى عدم وجود فروق معنوية على مستوى ($p\leq0.05$) بين المجاميع الثلاث لقيم PER الثلاث.وتطرقت الدراسة الحالية الى قيمة Nutritional Index (N I)، ولوحظ من النتائج المستحصلة ان اعلى نسبة NI كانت لمجموعة معزول بروتين الباميا والاقل كانت لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن وكانت القيم 36.323 ، 52.921 ، 68.365 لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن و مركز بروتين الباميا ومعزول بروتين الباميا على التوالي. وكان الفرق معنويا على مستوى ($p\leq0.05$) بين المجاميع الثلاث.تعد قيمةEssential Amino Acid Index(EAAI) من المعايير المهمة لتقدير القيم التغذوية المختلفة، كانت النتائج 71.4 ، 73.4، 74.9 لمجموعة مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز بروتين الباميا و معزول بروتين الباميا على التوالي. ولم يلاحظ وجود فروق معنوية بين المجاميع المذكورة انفاً.

جدول 4. الخواص التغذوية لمسحوق بذور الباميا مزالة الدهن ومركز ومعزول البروتين

الخواص التغذوية	مسحوق بذور الباميا مزالة الدهن	المركز البروتيني	المعزول البروتيني
AAS	104.0138	106.78	109.2353
EAAI	71.4	73.4	74.9
NI	36.32332	52.9214	68.36572
BV	66.126	68.306	69.941
PER1	2.121376	2.245897	2.445129
PER2	2.315415	2.407855	2.595535
PER3	2.661167	2.678054	2.895928

(AAS) درجة الحامض الاميني، (EAAI) مؤشر الحامض الاميني، (NI) المؤشر التغذوي ، (BV) القيمة البايلوجية النظرية ،(PER 1,2,3) كفاءة تحويل البروتين.

اشار Javier واخرون (13) الى ان قيمة BV لمعزول بروتين vicia faba كانت اعلى من مسحوق vicia faba التي كانت 47.9 ، 40.2 على التوالي ،و ان قيمة AAS لمعزول بروتين vicia faba و مسحوق vicia faba كانت متساوية، وبين ان كفاءة تحويل البروتين امتلكت قيم اعلى من 2 واقتربت من 3 عدا المنتج المحضر بطريقة نقطة التعادل الكهربائي ، لذلك فإن بروتين vicia faba ذو نوعية عالية. وافاد Martin واخرون (15) ان قيمة كفاءة تحويل البروتين 1 ، 2 لمركز بروتين فول البامبارا bambara bean كان اعلى من تلك لمسحوق فول البامبارا، واشار الى انخفاض قيمة مؤشر الحامض الاميني للمركز إذ بلغ 68.85 مقارنة مع المسحوق الذي كان 60.44 وكذلك انخفضت القيمة البايلوجية للمركز البروتيني و بلغت 63.35 مقارنة مع المسحوق الذي بلغ 54.18. وجد Hayam واخرون (11) ان اضافة معزول بروتين السمك الى كرات اللحم ادت الى زيادة قيمة مؤشر الحامض الاميني EAAI من 94.37 % في عينة اللحم الى 96.78 % في عينة (25 % معزول بروتين السمك + اللحم) واشار الى ارتفاع القيمة البايلوجية BV من 91.4 % الى 93.68 % للعينتين، وان قيمة كفاءة تحويل البروتين PER ارتفعت ايضا من 2.57 الى 2.77 واشار الى ان قيمة كفاءة تحويل البروتين هي معدل للمعادلات الثلاث.بين Martin واخرون (16) ان درجة الحامض الاميني لمركز بروتين اللوبيا بلغ 24.55% وهو اقل من درجة الحامض الاميني لمسحوق البذور والتي بلغت 84%، ولاحظ عدم وجود فرق في قيم كفاءة تحويل البروتين PER لكلا من المسحوق والمعزول حيث بلغتا 3.6–3.39 على التوالي ، واشار الى ان قيمة مؤشر الحامض الاميني الاساسي والقيمة البايلوجية في المركز البروتيني 66.85 و 55.71 % وهي اقل من مقارنة مع المسحوق حيث بلغت 74.27 و 69.26، وهذا يعزى الى الانخفاض في محتوى الاحماض الامينية الاساسية ولاسيما التربتوفان والسستين والمثيونين.

REFERENCE

1.Adelakun O.E.; B.I.O. Ade-Omowaye ; I.A. Adeyemi and M. Van de Venter, 2012. Mineral composition and the functional attributes of Nigerian okra seed (*Abelmoschus esculentus* Moench) flour, Food Research International 47 348–352

2.Ahmed, M.; G. Azza; A. Morsi and H. E. Elghamry.2013. Chemical, nutritional and biochemical studies of garden cress protein isolate. Nature And Science.11(2).

3.Akin-Osanaiye B.C.; Agbaji A.S.; Agbaji E.B. and O.M. Abdulkadir.2009 Proximate composition and the functional properties of defatted seed and protein isolates of kargo (*Piliostigma reticulatum*) seed. African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development . Volume 9 no. 6 ,1365-1377.

4.Alessandra R.; K. Saraiva; P.I. Schwengber; M. S. Narciso;G. B. Domont ; S_ergio; T. Ferreira ; C. Pedrosa , 2004 .Biological evaluation of a protein isolate from cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds, Food Chemistry 87 491–499.

5.AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical pp:143.

6.Damodaran, S. 1997. Food Proteins and Their Applications, 1st ed.; Dekker, M., Paraf, A., Eds. CRC Press: New York, USA,; pp. 1–21.

7.El-Adawy T. A.1997. Effect of sesame seed protein supplementation on the nutritional, physical, chemical and sensory properties of wheat flour bread. Food Chemistry, Vol. 59, No. 1, pp. 7-14.

8.FAO/WHO/UNU 1985. Energy and protein requirements, report of the joint fao/who/unu expert consultation. Technical Report series No. 724. FAO, WHO and the United Nations University, Geneva, Switzerland.pp:1-206.

9.FAO⁄ WHO. 2007. Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutritions. (Report of joint who⁄fao⁄unu expert consultation. WHO technical report series, 935). Geneva: Switzerland. Pp:150

10.Gayol. M.F.; M.C. Pramparo; V. Nepote; H. Fernandez and N.R. Grosso. 2013 Optimization of the protein concentration process from residual peanut oil-cake . Grasas y aceites, 64 (5), octubre-diciembre, 489-496.

11.Hayam M. and I. Ibrahim2015 Chemical composition, minerals content, amino acids bioavailability and sensory properties of meat and fish balls containing fish protein isolate. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci 4(4): 917-933.

12.Jamdar S.N. ; V. Rajalakshmi ; M.D. Pednekar; F. Juan ; V. Yardi; Arun Sharma.

2010. Influence of degree of hydrolysis on functional properties, antioxidant activity and ACE inhibitory activity of peanut protein hydrolysate. Food Chemistry 121 (2010) 178–184.

13.Javier V.; M. Alaiz; and J. Girón-Calle. 2012. Nutritional and functional properties of Vicia faba protein isolates and related fractions. Food Chemistry 132 : 67–72.

14. Jiaoyan R.; M. Zhao; J. Wang; C. Cui and B. Yang.2007. Spectrophotometric method for determination of tryptophan in protein hydrolysates. Food technol. Biotechnol. 45 (4) 360–366.

15. Martin A. M.; S. R. Minka; I. L. Mbome and F.-X. Etoa, 2011 Nutritional potential of bambara bean protein concentrate. Pakistan Journal Of Nutrition 10 (2): 112-119.

16. Martin A. M.; S. R. Minka; and I. L. Mbome 2013 Chemical composition and nutritional evaluation of a cowpea protein concentrate. Journal of Food Science and Technology . Vol. 2(3) pp. 035-043.

17.Narsing R.; G., P.G. Prabhakara Rao, and D.Govardhana Rao, 2011. Preparation of wood apple *(Feronia limonia* L.) seed protein concentrate and evaluation of its nutritional and functional characteristics. International Food Research Journal 18(3): 949-955.

18. Olayide S. L.,2004. Functionality of african locust bean (*Parkia biglobossa*) protein isolate: effects of ph, ionic strength and various protein concentrations. Food Chemistry 86 345–355.

19.Penuel, B.L.; E.M. Khan and M.O. Maitera 2013 Properties of proximate composition and elemental analysis of *Citrullus Vulgaris* (Guna) seed. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci. Volume 2: 39- 46.

20.Phillips, R. D., and L. R. Beuchat, 1981. Enzyme modification of protein. In J. P. Cherry (Ed.), Protein functionality in food (pp. 275–298). American Chemical Society, Symposium Series 147, Washington, DC.

21.Saka O.; G. Sumbo; H. Abiose1 and R. E. Aluko. 2012. Amino acid profile, protein digestibility, thermal and functional properties of Conophor nut (*Tetracarpidium conophorum*) defatted flour, protein concentrate and isolates. International Journal of Food Science and Technology , 47, 731–739.

22.Sami R.; J. Lianzhou; L. Yang; Y. Ma; and J. Jing.2013. Evaluation of fatty acid and amino acid compositions in okra (*abelmoschus esculentus*) grown in different geographical locations. Biomed Research International,pp 6.

23.Sanjeet K.; S. Dagnoko; A. Haougui; A. Ratnadass; D. Pasternak and Christophe Kouame.2010 Okra (*Abelmoschus spp*.) in west and central africa: potential and progress on its improvement. African Journal of Agricultural Research Vol. 5(25), pp. 3590-3598.

24-Semiu O. O.; F.O. Henshaw ; H. Mockc; A. Santros ; S. O. Awonorin. 2009 . Functional properties of protein concentrates and isolates produced from cashew (*Anacardium occidentale* L.) nut. Food Chemistry 115 :852–858.

25. Steve ,O.; I. Olufunke, and O. keshinro. 2013. Determination of nutrient composition and protein quality of potential complementary foods formulated from the combination of fermented popcorn, african locust and bambara groundnut seed flour. Pol. J. Food Nutr. Sci., , Vol. 63, No. 3, pp. 155-166.

26.Tsai, R.; R. G. Cassens & E. J. Briskey, 1972. The emulsifying properties of purified muscle proteins. Journal of Food Science, 39, 286.

27.Udayasekhara P .R. 1985. Chemical composition and biological evaluation of Okra (*Hibiscus esculentus*) seeds and their kernels.Qual Plant Plant Foods Hum Nutr 35, 389-396.

28.Wang M.; N. S. Hettiarachchy; M. Qi; W. Burks; and T. Siebenmorgen. 1999 Preparation and functional properties of rice bran protein isolate. J. Agric. Food Chem., 47: 411-416.

29.Xiaoying M. and Yufei Hua, 2012 Composition, structure and unctional properties of protein concentrates and isolates produced from walnut *(juglans regia* L.). Int. J. Mol. Sci. 13, 1561-1581.