

القيمة الغذائية والثبات الحراري لمثبطي الترسين والكيومتريسين في بروتين بذرة البان (اليسر) *Moringa peregrina*

أمل عبدالله الحسين وحمزة محمد أبو طربوش*

قسم الإرشاد الزراعي والمجتمع الريفي (التغذية والاقتصاد المنزلي)

* قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية

(قدم للنشر في ١٤١٧/١/٢٣ هـ ؛ وقبل للنشر في ١٤١٧/٨/٢٠ هـ)

ملخص البحث. أجريت هذه الدراسة على بذور البان (اليسر) *Moringa peregrina*. أوضحت نتائج الدراسة احتواء بذرة البان على نسب عالية من البروتين الخام ٢٨.٣٪ والزيت ٥٠.٩٪. بلغت نسبة البروتين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن ٥٣.٨٪. كما احتوى دقيق بذرة البان منزوع الدهن على كافة الحموض الأمينية الأساسية، وكان غنياً بالهستيدين الذي فاقت كميته في بروتين دقيق بذرة البان منزوع الدهن ما هو موجود في بذور البامية والحمص وبروتين البيض والحليب. احتوى دقيق بذرة البان منزوع الدهن على تركيزات من الفالين والأيزوليوسين والهستيدين نفي باحتياجات كافة الفئات العمرية في حين أن محتواه من الفيناييل الآتين والتايروسين كانت كافية لاحتياجات أطفال قبل سن المدرسة والبالغين أما محتواه من اللايسين والتيروسين والميثونين والسستين والتربتوفان فتعد كافي لاحتياجات البالغين فقط. كما أوضحت الدراسة انخفاض نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER (١.٠) وقابلية الهضم خارج الجسم ٧٤.٦٠٪ لبروتين دقيق بذرة البان منزوع الدهن، واحتوائه على مضادي أنزيمي الترسين (٤٨.٤٦ وحدة نشاط مثبط الأنزيم/ملجم بروتين) والكيومتريسين (٥٧.٥ وحدة نشاط مثبط الأنزيم/ملجم بروتين) إلا أنه أمكن وبدرجة كبيرة الحد من نشاط هذين المثبطين حرارياً بالغليان في الماء لمدة ٣٠ و ٢٠ دقيقة على الترتيب .

المقدمة

هناك حاجة ملحة تدعو إلى تنوع مصادر البروتين وخاصة في الأقطار النامية، حيث توجد البروتينات النباتية التي يمكن أن تلعب دوراً مهماً في تغذية الإنسان، ولقد تم اقتراح العديد من المصادر البروتينية من البقوليات والحبوب الزيتية [١] ولكن العادات الغذائية هي أحد العوامل التي أدت إلى الحد من فائدة هذه المصادر.

إن استعمال النباتات من أجل إنتاجية عالية من البروتين يمكن أن يساعد في إيجاد مصادر جديدة لإنتاج البروتين لمثل هذه المجتمعات، وبالرغم من تنوع المصادر النباتية البروتينية إلا أن غالبيتها منخفض القيمة الحيوية، كما يحتوي البعض الآخر منها على عوامل مضادة للتغذية Antinutritional factors [1] لذا يجب إجراء دراسات أولية على هذه النباتات لمعرفة قيمتها الحيوية ودراسة العوامل المضادة للتغذية، خاصة مضادات أنزيمي الترسيين والكيومتريسين والتي تحد من الاستفادة من البروتين النباتي.

تنتمي شجرة البان (اليسر) *Moringa peregrina* إلى عائلة Moringaceae وتنتشر هذه الشجرة في شمال وجنوب منطقة الحجاز بالمملكة العربية السعودية [٢، ص ٢٨٨- ٢٨٩] ويستعمل زيتها في شمال الحجاز، وتحتوي بذورها على كميات كبيرة من البروتين والزيت، وتعد بذلك مصدراً جيداً لهذين العنصرين الغذائيين [٤ و٣]. وبالرغم من انتشار هذه الشجرة في المملكة العربية السعودية واستعمال بذورها كمصدر للزيت إلا أنه لم تجر دراسات عليها لمعرفة قيمتها الغذائية، وكذلك لمعرفة المركبات المضادة لأنزيمي الترسيين Trypsin والكيومتريسين Chymotrypsin باستثناء دراسة القحطاني [٥] على أنزيم الترسيين.

تعتمد القيمة الغذائية للبروتين على تلبية احتياجات الإنسان والحيوان من الحموض الأمينية سواء أساسية - وهو المهم - أو غير أساسية، ويمكن تحديد هذه القيمة من التحليل الكيميائي للحموض الأمينية وعلاقة ذلك بحاجة الإنسان من هذه الحموض الأساسية ومدى قابلية البروتين الحاوي لها على الهضم.

يمكن تقدير قابلية الهضم لأي بروتين غذائي بواسطة عدة طرق من ضمنها استخدام حيوانات التجارب، إلا أن هذه الطرق مكلفة وتحتاج إلى وقت طويل، وبالمقابل أمكن استخدام طرق أخرى لتقدير القيمة الغذائية للبروتين من بينها طريقة نسبة فعالية البروتين المحسوبة Calculated protein efficiency ratio (C-PER) والتي تعتمد على تقدير

الحموض الأمينية الأساسية ومعامل هضم البروتين خارج الجسم *in vitro* [٦] وقد لاقت هذه الطريقة قبولاً في الأوساط العلمية لكونها طريقة اقتصادية، وتنجز في وقت قصير، كما أنها على درجة عالية من الدقة وتتساوى في ذلك مع الطرق البيولوجية المعروفة [٧]. نظراً لانتشار شجرة البان في بعض مناطق المملكة ومحتواها العالي من البروتين، فقد كان الهدف من هذا البحث تقدير القيمة الغذائية لبروتين بذرة البان باستخدام طريقة نسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) ودراسة مثبطي أنزيمي الترسين والكيومتريسين وتأثير الحرارة على نشاطهما.

المواد وطرق العمل

بذور البان (اليسر)

تم الحصول على بذور البان - اليسر *Moringa peregrina* من مدينة العلا في شمال غرب المملكة العربية السعودية. نقيت البذور من الشوائب وقشرت يدوياً ثم طحنت بمطحنة كهربائية ونخلت في منخل مقاس 60 mesh للحصول على دقيق ناعم، ثم حفظت العينة في الثلاجة في زجاجه محكمه الغلق عند درجة 4°م لحين استخدامها للتحليل.

نزع الدهن من العينة

يتم نزع الدهن من دقيق بذرة البان بمذيب الهكسان العادي، وذلك طبقاً لطريقة التني [٨]، وكررت العملية مرتين للتأكد من عملية الاستخلاص، ثم تركت العينة لتجف على درجة حرارة الغرفة لمدة ٢٤ ساعة، ثم طحنت العينة مرة أخرى، ونخلت في منخل مقاس 80 mesh، وحفظت العينة بعد طحنها في زجاجه محكمه الغلق عند درجة 4°م لحين استخدامها للتحليل.

التحليل الكيميائي للعناصر الغذائية في بذور البان والدقيق المنزوع الدهن

قدرت نسبة الرطوبة والبروتين (النروجين x ٦.٢٥) والدهن والرماد والألياف في دقيق بذرة البان، وكذلك في الدقيق المنزوع الدهن باستخدام طريقة الجمعية

الرسمية لكيميائي التحليل [٩، ص ٧٨٨]. وقدرت الكربوهيدرات حسابياً عن طريق الفرق بطرح مجموع نسب المكونات الكيميائية المشار إليها في التحليل الكيميائي من ١٠٠.

القيمة الغذائية لذور البان

تقدير الحموض الأمينية Amino acid analysis

تم إعداد العينة لتقدير كل الحموض الأمينية في دقيق بذرة البان منزوع الدهن (عدا الترتوفان) بالتحلل الحامضي للعينة باستخدام حمض الهيدروكلوريك (N 6) لمدة ٢٤ ساعة على ١١٠°م طبقاً لطريقة الجمعية الرسمية لكيميائي التحليل [٩، ص ١٠٩٦-١٠٩٧] أما لتقدير الترتوفان فقد أعدت العينة بواسطة التحلل القاعدي (NaOH) طبقاً للطريقة نفسها [٩، ص ١٠٩٧].

وقدرت جميع الحموض الأمينية (عدا الترتوفان) باستخدام جهاز تحليل الحموض الأمينية (Hewlett-Packard Amino Quant Series II analyzer (Germany) وقدر الترتوفان بجهاز الطيف الضوئي طبقاً لطريقة ديفاري وآخرون [١٠].

تقدير قابلية هضم البروتين خارج الجسم In vitro protein digestability

استخدمت طريقة الجمعية الرسمية لكيميائي التحليل [٩، ص ١٠٩٧] لتقدير قابلية هضم البروتين خارج الجسم. أضيف ١٠ مل من الماء المقطر إلى مسحوق العينة (تركيز البروتين في العينة ٢٥.٦ مجم/مل) وضبط رقمها الهيدروجيني على ٨ (pH 8) ثم أضيف مليمتراً واحداً من خليط أنزيم الترسين والكيমوترسين والبيبتيديز إلى المحلول السابق وحضنت العينة على درجة ٣٧°م في حمام مائي لمدة ١٠ دقائق ثم أضيف مليمتراً واحداً من أنزيم البروتيز إلى العينة التي حضنت في حمام مائي آخر على ٥٥°م لمدة ١٠ دقائق أخرى، وقيس الرقم الهيدروجيني قبل الهضم وبعد الهضم (٢٠ دقيقة) باستخدام جهاز قياس الاس الهيدروجيني (Orion research digital Ionalyzer/501).

قدّرت نسبة الهضم للبروتين خارج الجسم من المعادلة التالية:

$$\% \text{ قابلية الهضم} = ٨٤ - ٢٣٤ - ٢٢.٥٦ \text{ (س)}$$

حيث تمثل (س) الأس الهيدروجيني للمحلول بعد ٢٠ دقيقة من الهضم باستخدام الأنزيمات الأربعة وهي Trypsin type IX من بنكرياس الخنزير و Chymotrypsin type II من بنكرياس الأبقار و Peptidase type III من أمعاء الخنزير و Protease type IV من Streptomyces griseus ولقد تم شراء هذه الأنزيمات من شركة سيجما (Sigma Chemical Co., St. Louis, Mo.)

نسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) Calculated protein efficiency ratio

حسبت نسبة فعالية البروتين C-PER باستخدام النتائج المتحصل عليها من النسبة الهضمية للبروتين خارج الجسم، ومن محتوى دقيق بذرة البان منزوع الدهن من الحموض الأمينية الأساسية، وذلك طبقاً لطريقة الجمعية الرسمية لكيميائي التحليل [٩]، ص ص ١٠٩٧-١٠٩٨، واستخدم كازين مجلس أبحاث تغذية الحيوان (Animal Nutrition Research Council Casein) للمقارنة.

تقدير نشاط مثبط أنزيم التربسين Trypsin inhibitor activity assay

قدر نشاط مثبط أنزيم التربسين طبقاً لطريقة كاكدي وآخرون [١١ و ١٢] واستخلصت ٠.٥ جم من عينة دقيق بذرة البان منزوع الدهن باستخدام ٤٠ مل من محلول الستريت المنظم (0.05 M, pH = 4.6) وحركت العينة لمدة ٣٠ دقيقة على درجة حرارة الغرفة، ثم اجري لها طرد مركزي (٤٥٠٠ لفة/دقيقة) لمدة ٢٠ دقيقة، ورشح المحلول الرائق باستخدام ورق ترشيح (واتمان رقم ٢).

استخدم أنزيم التربسين النوعية الثالثة المتحصل عليه من بنكرياس الأبقار Trypsin type III from bovine pancreas ومادة التفاعل (BAPA) -N-benzoyl-DL-arginine p-nitronilide hydrochloride واللذين تم الحصول عليهما من شركة سيجما (Sigma Chemical Co., St. Louis, Mo.) لتقدير نشاط أنزيم التربسين. عُرفت وحدة نشاط أنزيم التربسين بأنها زيادة وحدة الامتصاصية بمقدار ٠.٠١ عند ٤١٠ نانوميتر لمدة ١٠ دقائق باستخدام ١٠ مل من مخلوط التفاعل تحت الظروف التي أجريت فيها هذه التجربة.

واستخدم الأنزيم بإضافته لعينة دقيق بذرة البان منزوع الدهن لتقدير نشاط مثبط أنزيم التربسين والذي عرف بأنه عدد وحدات التربسين المثبطة.

تقدير نشاط مثبط أنزيم الكيموتربسين α -Chymotrypsin Inhibitor Activity Assay
استخدم أنزيم الكيموتربسين النوعية الثانية المتحصل عليه من بنكرياس الأبقار (Sigma Chemical Co., St. Louis, Mo.) Type II chymotrypsin (1% كازين BDH Chemicals, Poole, England) كمادة للتفاعل Substrate لتقدير نشاط أنزيم الكيموتربسين طبقاً لطريقة كاكدي وآخرون [١٢]. ولتقدير نشاط مثبط الأنزيم استخدمت الطريقة نفسها باستخلاص ٠.٥ جم من العينة منزوعة الدهن باستخدام ٤٠ مل من محلول الستريت المنظم (pH = 4.6, 0.05 M) وحركت العينة لمدة ٣٠ دقيقة، وحصل على محلول رائق باستخدام الطرد المركزي (٤٥٠٠ لفة/دقيقة) لمدة ٢٠ دقيقة، وتم ترشيح المحلول الرائق باستخدام ورق ترشيح (واتمان رقم ٢). عرفت وحدة نشاط أنزيم الكيموتربسين بأنها الزيادة في وحدة الامتصاصية بمقدار ٠.٠١ عند ٢٧٥ نانوميتر لمدة ١٠ دقائق باستخدام ١٠ مل من مخلوط التفاعل تحت الظروف التي أجريت فيها هذه التجربة. أضيف الأنزيم لعينة دقيق بذرة البان منزوع الدهن لتقدير نشاط مثبط أنزيم الكيموتربسين، والذي عرف بأنه عدد وحدات الكيموتربسين المثبطة.

تقدير البروتين في مستخلص العينة

قدر البروتين في العينات المستخلصة بمحلول الستريت المنظم باستخدام طريقة لاوري وآخرون [١٣] واستخدم البومين السيرم (Sigma bovin serum albumin Chemical Co., St. Louis, Mo.) لعمل المنحنى القياسي.

الثبات الحراري لمثبطي التربسين والكيموتربسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن

Thermal Stability of Trypsin and Chymotrypsin Inhibitor Activities

استخلصت العينة المنزوعة الدهن لبذور البان باستخدام محلول الستريت المنظم (pH = 4.6, 0.05 M) وسخن المستخلص حتى درجة الغليان لمدة ١٠ و ٢٠ و ٣٠ و ٤٠ و ٥٠ دقيقة، وذلك لتقدير الثبات الحراري لمثبط أنزيم التربسين. أما لتقدير الثبات الحراري لمثبط أنزيم الكيموتربسين فلقد استخدمت درجة الحرارة نفسها ولمدة ١٠ و ٢٠ و ٣٠ دقيقة.

استخدمت الطرق المشار إليها لتقدير نشاط مثبط أنزيم الترسين طبقاً لطريقة كاكدي وآخرون [١١] ونشاط مثبط أنزيم الكيومتريسين طبقاً لطريقة كاكدي وآخرون [١٢].

التحليل الإحصائي

تم إجراء التحليل الإحصائي لثلاث مكررات من النتائج المتحصلة بحساب المتوسط الحسابي والخطأ المعياري بنظام ساس SAS [١٤]. بينما حددت الفروق المعنوية بين المتوسطات باستخدام اختبار دنكن [١٥]، ص ص ١٨٧-١٨٨].

النتائج والمناقشة

التركيب الكيميائي لبذرة البان (اليسر)

يوضح الجدول رقم (١) التركيب الكيميائي التقريبي لبذرة البان (اليسر) والتي امتازت باحتوائها على نسبة مرتفعة من البروتين إذ بلغت ٢٨,٣٪. وقد احتوت بذرة البان على نسبة من البروتين تفوق ما هو موجود في البذور الزيتية الأخرى مثل بذرة دوار الشمس (٢٢,٧٪) والسّمسم والفول السوداني (٢٤,٧٪) [١٦]، ص ص ٦٠-٦١ والبامية (٢٤,٢٤٪) [١٧]. إلا أن نسبة البروتين كانت أعلى من النسبة التي حصل عليها كل من القحطاني وأبو عرب [٣] والصومالي وآخرون [٤] لبذور البان إذ بلغت نسبة البروتين ٢٣,١٨٪ و ٢٢,١٪ على التوالي، وقد يرجع ذلك إلى الاختلافات في الظروف البيئية مثل ظروف الري أو التخزين أو لنوعية سلالة النبات المستخدمة. كما كانت نسبة البروتين في بذور البان (اليسر) مقارنة لحد ما لما هو موجود في فول الصويا والذي يبلغ ٣١,٣٤٪ [٣]. لذا تعد بذرة البان (اليسر) مصدراً جيداً للبروتين.

بلغت نسبة الزيت في بذرة البان (اليسر) ٥٠,٩٪ وهي نسبة مقارنة لحد ما لنسب الزيت في البذور الزيتية الأخرى مثل بذور دوار الشمس (٥١٪) والسّمسم (٥٥,٦٪) والفول السوداني (٤٧,١٪) [١٦]. وكانت نسبة الزيت في هذه الدراسة أقل من النتائج المتحصل عليها من دراسة القحطاني وأبو عرب [٣] والصومالي وآخرون [٤] المجرة على بذرة البان إذ بلغت نسبة الزيت بهما ٥٢,٨٩٪ و ٥٤,٣٪ على التوالي. وفاقَت نسبة الزيت في بذور البان زيت فول الصويا (١٩,٣٪) [٣] وزيت بذرة البامية (١٦,٢٢٪) [١٧].

جدول رقم (١). التركيب الكيميائي التقريبي لبذرة البان ولدقيق بذرة البان منزوع الدهن*

المكونات (%)	بذرة البان (اليسر) (المتوسط $\pm$ الخطأ المعياري)	دقيق بذرة البان منزوع الدهن (المتوسط $\pm$ الخطأ المعياري)
الرطوبة	2.48 ± 0.0306	4.85 ± 0.0524
الزيت	50.85 ± 0.0517	2.30 ± 0.0577
البروتين الخام	28.29 ± 0.1725	53.75 ± 0.0971
الكربوهيدرات	10.89 ± 0.3001	21.30 ± 0.1955
الرماد	2.85 ± 0.0533	5.93 ± 0.0233
الألياف الخام	4.64 ± 0.1217	11.87 ± 0.0555

* على أساس الوزن الرطب (n = 3) .

بلغت نسبة الكربوهيدرات في بذور البان (اليسر) ٨٩.٨٩٪ وتعد هذه النسبة منخفضة مقارنة بفول الصويا (٣٩.١١٪) حيث بلغت نسبتها أكثر من ربع النسبة الموجودة في فول الصويا [٣] وأقل من نصف الكمية الموجودة في بذور البامية (٤٤.٢٥٪) [١٧] ولكنها كانت أعلى من نسبة الكربوهيدرات في البذور الزيتية الأخرى مثل بذور دوار الشمس (٢.٢٪) والسوسم (٠.٩٪) والفول السوداني (٨.٩٪) [١٦] .

التركيب الكيميائي لدقيق بذرة البان منزوع الدهن

يتضح من الجدول رقم (١) أن عملية استخلاص الزيت من بذور البان (اليسر) أدت إلى ارتفاع نسبة البروتين من ٢٨.٣٪ إلى ٥٣.٨٪ وانخفاض نسبة الزيت من ٨٥.٥٠٪ إلى ٢.٣٠٪ وارتفاع نسبة الكربوهيدرات من ١٠.٩٪ إلى ٢١.٣٠٪. وكانت نسبة البروتين في هذه الدراسة مطابقة لحد ما لنسب البروتين في كل من دقيق بذرة البان (اليسر) (٥٣.٢٢٪) وفول الصويا منزوع الدهن (٥٤.٤٢٪) [٣] وبذور البامية [١٧] ، ولكنها كانت أعلى من نسب البروتين في دقيق البذور الزيتية الأخرى منزوعة الدهن مثل بذور دوار الشمس (٤٦.٨٪) وبذور القطن (٤١.٦٪) [١٨] ، ص ص ٧٩-١٠٤ وفي بذور الفول السوداني (٤٩.٧٪) [١٩] ، ص ص ١٠٥-١١٦ . وبلغت نسبة الزيت في دقيق بذرة البان منزوع الدهن ٢.٣٠٪ وهي مقارنة لحد ما إلى ما توصل إليه القحطاني

وأبوعرب في دراستهما المجراة على دقيق بذور البان منزوع الدهن ، ولكن فاقت نسبة الزيت في دقيق بذرة البان منزوع الدهن ماهو موجود في دقيق فول الصويا منزوع الدهن بثلاثة أضعاف النسبة [٣] ، كذلك كانت نسبة الزيت في دقيق بذرة البان منزوع الدهن مقارنة للنسب الموجودة في البذور الزيتية الأخرى مثل بذور دوار الشمس وبذور القطن [١٨] ، ص ص ٧٩-١٠٤] وبذور البامية [١٧] ولكنها كانت منخفضة عن الفول السوداني [١٩] ، ص ص ١٠٥-١١٦ . بلغت نسبة الكربوهيدرات في دقيق بذرة البان (اليسر) منزوع الدهن ٢١,٣٠٪ وهي نسبة منخفضة عما وجدته القحطاني وأبوعرب في دقيق بذرة البان منزوع الدهن (٣٢,٤٦٪) وبذور فول الصويا منزوع الدهن (٣٢,٢٥٪) [٣] ولكنها قريبة لحد ما من نسبة الكربوهيدرات في دقيق بذرة البامية منزوع الدهن (٢٤,٠٣٪) [١٧] .

القيمة الغذائية لبروتين دقيق بذرة البان منزوع الدهن

الحموض الأمينية

تعد هذه الدراسة أول دراسة تم إجراؤها على بذور البان (اليسر) لمعرفة محتواها من الحموض الأمينية ويوضح الجدولان رقما (٢ و ٣) تركيز الحموض الأمينية الأساسية وغير الأساسية على التوالي في بروتين دقيق بذرة البان منزوع الدهن والذي امتاز باحتوائه على مختلف الحموض الأمينية الأساسية وبتراكيز متفاوتة. وجد أن دقيق بذرة البان منزوع الدهن غنياً بالحمض الأميني الاساسي هستيدين Histidine والذي يعد من الحموض الأمينية الأساسية التي يحتاجها الأطفال وقد بلغ تركيز هذا الحمض في دقيق البذور منزوع الدهن ٣٠,٣٠ جم/١٠٠ جم وهذا التركيز يفوق تركيز الحمض في كل من بذور البامية (٩,٢٪) [١٧] والحمص (٢٠,٤٪) [٢٠] ، كما فاق تركيز الهستيدين في بذور البان تركيزه أيضا في البروتينات الحيوانية مثل بروتين الحليب وبروتين البيض [٢١] (الجدول رقم ٢). إضافة إلى ذلك احتوت بذور البان على تراكيز مرتفعة من الفالين والايزوليوسين وكان تركيز هذين الحمضين في بذور البان أعلى مقارنة بتركيزهما في البذور النباتية الأخرى (الجدول رقم ٢). وفي تركيز الفالين والايزوليوسين والهستيدين في بذور البان باحتياجات مختلف الفئات العمرية طبقاً للاحتياجات التي قدرتها منظمة الزراعة والأغذية ومنظمة الصحة العالمية وجامعة الأمم المتحدة (الجدول رقم ٢). كما كان تركيز الميثونين والسيستين + Methionine Cystine في دقيق بذور البان منزوع الدهن أكثر مقارنة بتركيزه في بعض البذور

جدول رقم (٢). المحاصيل الأساسية في بذور البنان وبعض البذور الزيتية والبقية والبذور والبروتينات الحليب والبيض والسردين المرجعي المنظمة الزراعة والغذية ومنظمة الصحة العالمية وجامعة الأمم المتحدة (خزام حمض أميني / ١٠٠ خزام بروتين)

[illegible]

[v]	Bryant <i>et al.</i> , 1988 (z)	[v]	Breschian <i>et al.</i> , 1975 (y)
[v]	Parades-Lopez <i>et al.</i> , 1991 (o)	[v]	Oke <i>et al.</i> , 1975 (y)
[v]	FAO/WHO/UNU 1985 (v)	[v]	Waggle and Kolar, 1979 (t)

جدول رقم (٣). الحموض الأمينية غير الأساسية في دقيق بذور البان (اليسر) منزوع الدهن.

الحموض الأمينية غير الأساسية	جرام حمض أميني/ ١٠٠ جرام بروتين المتوسط $\pm$ الخطأ المعياري (n = 3)
أرجنين Arginine	0.5774 ± 12.70
حمض الأسبارتك Aspartic acid	0.1155 ± 0.50
سيرين Serine	0.0260 ± 0.76
حمض الجلوتاميك Glutamic Acid	0.0000 ± 13.10
برولين Proline	0.2309 ± 0.50
جلايسين Glycine	0.1155 ± 0.72
آلانين Alanine	0.1732 ± 0.30

(الجدول رقم ٢). وفي تركيز الميثونين والسيستين في بذور البان باحتياجات البالغين طبقاً للاحتياجات التي قدرتها منظمة الزراعة والأغذية ومنظمة الصحة العالمية وجامعة الأمم المتحدة، كما هو موضح في الجدول رقم (٢) [٢١].

أما تركيز الليوسين Leucine في دقيق بذور البان منزوع الدهن فقد فاق ما هو موجود في الفول السوداني [١٩، ص ص ١٠٥-١١٦] وبذور القطن ودوار الشمس والسهم [١٨، ص ص ٧٩-١٠٤] والبامية [١٧] إلا أن تركيزه في بذور البان كان أقل مقارنة بما هو موجود في فول الصويا [٢٢، ص ٤٢] وبروتين الحليب والبيض [٢١] وفي تركيز الليوسين Leucine في بذور البان باحتياجات الأطفال في سن المدرسة والبالغين والتي يوضحها جدول رقم (٢). كان تركيز الفينيل ألانين والتايروسين Phenylalanine + Tyrosine في بذور البان منخفضاً مقارنة بتركيزه في بروتينات بذور السهم والقطن ودوار الشمس [١٨، ص ص ٧٩-١٠٤] (الجدول رقم ٢) وبالرغم من انخفاض تركيز هذين الحمضين في بذور البان إلا أن هذه التركيزات تعد كافية لاحتياجات الأطفال قبل سن المدرسة والبالغين والموضحة في الجدول رقم (٢). يتضح من جدول رقم (٢) أن اللايسين Lysine والثريونين Threonine والتربتوفان Tryptophan من دقيق بذرة البان منزوع الدهن محدود في محتواه من هذه الحموض الأمينية الأساسية، حيث كانت تركيزات هذه الحموض منخفضة في بروتين البان مقارنة بتركيزاتها في بعض البروتينات النباتية مثل الفول السوداني والبامية

(الجدول رقم ٢). وتعد هذه الحموض الأمينية أكثر الحموض الأمينية الأساسية محدودية في البروتينات النباتية Most limiting amino acids [٢٣] .

وبالرغم من الانخفاض الواضح في تركيز هذه الحموض في بروتين البان إلا أن محتوى بروتين البان منها يفي باحتياجات البالغين طبقاً لنموذج منظمة الزراعة والأغذية - منظمة الصحة العالمية وجامعة الأمم المتحدة الموضح في الجدول رقم (٢) [٢١] . لذا يتضح أن مستوى دقيق بذرة البان منزوع الدهن من الفالين وايزولوسين وهستيدين يفي باحتياجات مختلف الفئات العمرية في حين أن محتواه من الفينيل ألانين وتايروسين يفي باحتياجات كل من الأطفال قبل سن المدرسة والبالغين ، أما محتواه من اللايسين والشيرين والميثيونين والسستين والترتوفان فيفي فقط باحتياجات البالغين ، وذلك طبقاً لنموذج منظمة الزراعة والأغذية ومنظمة الصحة العالمية وجامعة الأمم المتحدة الموضح في الجدول رقم (٢) [٢١] .

قابلية الهضم خارج الجسم ونسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER)

تعد طريقة قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* بواسطة الأنزيمات الهاضمة للبروتينات مع حساب فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) من الطرق السريعة لتقييم القيمة الغذائية للبروتينات ، كما أثبتت هذه الطريقة جودتها ودقتها عن طريق معامل الارتباط الجيد بينها وبين الطرق البيولوجية المستخدمة لتقييم البروتين [٢٤] . بلغت نسبة قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* لدقيق بذرة البان منزوع الدهن ٧٤.٦٠٪ (الجدول رقم ٤) وهي نسبة منخفضة مقارنة بالكازين والمصادر البروتينية الغذائية الحيوانية كاللحوم [٢٤] وحليب الإبل الذي بلغت قابلية الهضم خارج الجسم فيه ٨١.٤٪ [٢٥] ، وكذلك انخفاضه مقابل المصادر النباتية المختلفة مثل الذرة الشامية وغيرها [٢٦ و ٢٧] (الجدول رقم ٤).

إلا أن قيمة نسبة قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* لدقيق البان منزوع الدهن كانت مقارنة لكل من البسلة والفاصوليا البيضاء ، بينما كانت نسبة قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* لدقيق البان منزوع الدهن أعلى من نسبة قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* لحبوب الفاصوليا البلدية الخام Red Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) (الجدول رقم ٤) . وقد يرجع انخفاض نسبة قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* لبروتين البان (اليسر) إلى وجود مثبطات تغذوية خاصة تلك المثبطة للأنزيمات الهاضمة للبروتين

مثل مثبط أنزيم التربسين Trypsin ، وتوجد عدة طرق لزيادة نسبة قابلية الهضم خارج الجسم في البقوليات من أهمها استخدام المعاملة الحرارية لتخفيض أو القضاء على مضادات التغذية [٢٨] .

جدول رقم (٤). قابلية الهضم خارج الجسم ونسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) في بروتين دقيق بذرة البان (اليسر) منزوع الدهن وبعض البذور الزيتية والبذور النباتية.

قابلية الهضم خارج الجسم (%)	نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER
دقيق بذرة البان ^١	٠.٤ ± ٧٤.٦
الكازين ^٢	-
الذرة الشامية ^٢	٨٢.٠
الذرة الرفيعة ^٢	٧٩.٥
الأرز ^٢	٨٤.٨
القمح ^٢	٨٣.٧
اللوبيا ^٢	٧٥.٣
دقيق فول الصويا ^٢	٨٥.٨
دقيق بذرة القطن ^٢	٧٧.٦
دقيق بذرة السمسم ^٢	٨٠.٥
البسله ^٢	٧٣.٠
الفاصوليا البيضاء ^٢	٧٣.٧
زبدة السمسم ^٣	٨٣.٣
دقيق الحمص (معزول البروتين الشبكي) ^٤	٩٤.١
الفاصوليا الحمراء الخام ^٥	٤٣.٢

(١) الدراسة الحالية (المتوسط ± الخطأ المعياري)

(٢) Paredes-Lopez et al., (1991) [٢٠]

(٢) Wolzak et al., (1981) [٢٦]

(٥) Williams et al., (1994) [٢٨]

(٣) Sawaya et al., (1984) [٢٥]

بلغت نسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) لبروتين دقيق بذرة البان منزوع الدهن ١.٠ (جدول رقم ٤) وهي قيمة منخفضة مقارنة بالكازين (٢.٥) [٢٦] والمصادر البروتينية النباتية الأخرى مثل الذرة الشامية وغيرها (الجدول رقم ٤)، كذلك كانت نسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) لبروتين البان منخفضة مقارنة بزيادة السمسم Sesame butter ومغزول البروتين الشبكي Micelle protein isolate في دقيق الحمص Chick pea إلا أن نسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) لبروتين البان كانت أعلى مقارنة بكل من الذرة الرفيعة والبسلة وحبوب الفاصوليا البلدية الخام Red Kidney Bean وPhaseolus vulgaris L. (جدول رقم ٤) بينما قاربت قيمة نسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) لبروتين البان قيم كل من بروتين القطن والسمسم (جدول رقم ٤) والذرة والتي بلغت نسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) بها ١.١ [٢٤]. وعند مقارنة نسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) للبان (اليسر) بالمصادر البروتينية الحيوانية اتضح انخفاضها، وذلك مقارنة بحليب الإبل (٢.٦٩) [٢٥] ولحوم الدواجن المزال منها العظم آلياً وهي رقاب وظهور الدجاج الخام ولحم الدجاج المطبوخ ولحم الديك الرومي الخام حيث كانت نسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) في هذه المنتجات ٢.٤٤ و٢.٤١ و٢.٧٦ على الترتيب [٢٩]. وقد يرجع سبب الانخفاض في نسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) في بروتين البان (اليسر) إلى انخفاض كمية بعض الحموض الأمينية الأساسية مثل اللايسين والثريونين والترتوفان، وإلى انخفاض قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro*.

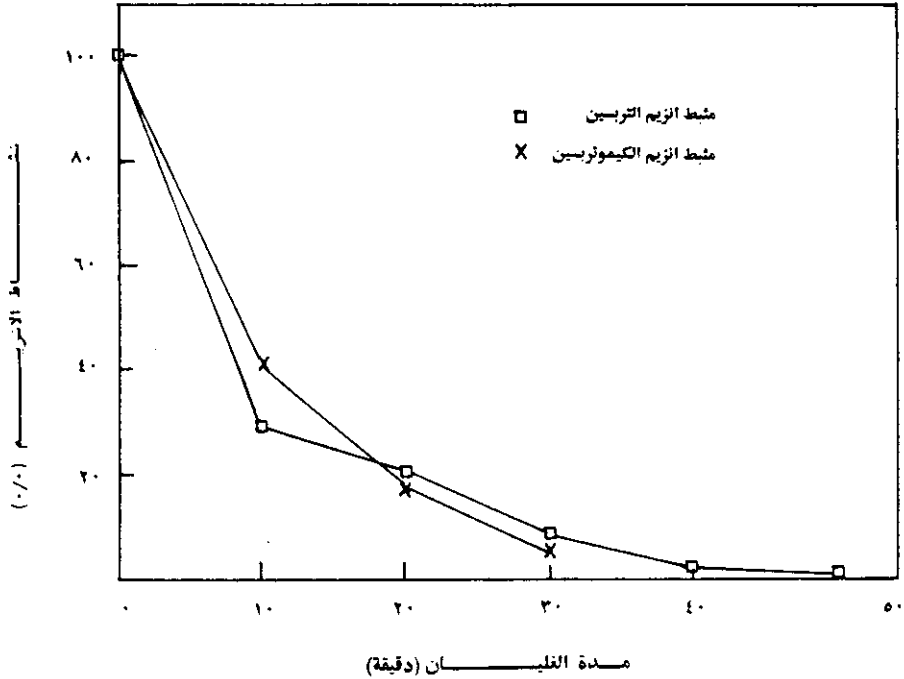
مثبط أنزيمي الترسين والكموتربسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن

بلغ تركيز مثبط أنزيم الترسين في بروتين دقيق بذرة البان منزوع الدهن ٤٨.٤٦ وحدة نشاط مثبط الأنزيم لكل حجم بروتين، وهي قيمة مرتفعة مقارنة بالقيم التي تحصل عليها القحطاني [٥] في دراسته على كل من بروتين دقيق بذرة البان (اليسر) منزوع الدهن وبروتين دقيق فول الصويا منزوع الدهن والتي بلغت ١٣ و ٢٦ وحدة نشاط مثبط الأنزيم لكل حجم بروتين على التوالي، كما تعد مرتفعة مقارنة بدقيق بذرة الكركديه منزوع الدهن التي بلغت ٤١ وحدة نشاط مثبط الأنزيم لكل حجم بروتين [٣٠]. إلا أن قيمة مثبط أنزيم الترسين في بروتين البان تعد منخفضة مقارنة بقيمة بروتين دقيق فول الصويا منزوع

الدهن (١، ٧٦ وحدة نشاط مثبط الأنزيم لكل مجم بروتين) [٣٠] ولعينات فول الصويا المختلفة والتي بلغت قيمتها ما بين ٨، ٦٠ إلى ٥، ١٠٧ وحدة نشاط مثبط الأنزيم لكل مجم بروتين [١٠]. قد ترجع الاختلافات بين محتوى مثبط أنزيم الترسين في بروتين دقيق بذرة البان منزوع الدهن في هذه الدراسة ودراسة القحطاني [٥] ودراسة كاكدي وآخرون [١٠] لأسباب عديدة من ضمنها نوعية المنظم المستخدم للاستخلاص ومادة التفاعل وأصناف البذور المستخدمة للدراسة والظروف البيئية. فقد أكد كل من اكيدا وكيسانو [٣١] على أن استخلاص مثبط الأنزيم بمحلول منظم الستريت Citrate buffers يعطي نتائج (قيم) أكبر لنشاط مثبط الأنزيم. استخدم القحطاني [٥] في دراسته مادة تفاعل Substrate تختلف عن مادة التفاعل المستخدمة في الدراسة الحالية، فلقد استخدم القحطاني الكازين كمادة للتفاعل في حين استخدمت مادة N-benzoyl-DL-arginine-P-nitronilide hydrochloride (BAPA) كمادة تفاعل في هذه الدراسة. وقد أكد كاكدي وآخرون [١٠] أن قيم مثبط أنزيم الترسين ترتفع (تزيد) عند استخدام BAPA كمادة تفاعل بنحو ٢٥-٣٠٪ عن القيم عند استخدام الكازين كمادة للتفاعل. كما ذكر القحطاني [٥] أن لأصناف البذور والظروف البيئية تأثير على قيم نشاط مثبط الأنزيم. احتوى بروتين دقيق بذرة البان منزوع الدهن أيضا على مثبط أنزيم الكيومتريسين وقد بلغ تركيزه ٥٧، ٥ وحدة نشاط مثبط الأنزيم لكل مجم بروتين، وهي قيمة منخفضة مقارنة ببروتين دقيق بذرة الكركديه منزوع الدهن وبروتين دقيق فول الصويا منزوع الدهن واللذين بلغا ٨٠، ٢١ و ٢٠، ٥٧ وحدة نشاط مثبط الأنزيم لكل مجم بروتين على التوالي [٣٠]، بينما كانت قيمة مثبط أنزيم الكيومتريسين في فول الصويا ٧٢ وحدة مثبط الأنزيم لكل /مل من مستخلص العينة [١١].

تأثير المعاملة الحرارية على مثبطي أنزيمي الترسين والكيومتريسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن

يوضح الشكل رقم (١) تأثير المعاملة الحرارية (معاملة الدقيق في ماء مغلي) لفترات مختلفة على نشاط مثبطي أنزيمي الترسين والكيومتريسين في بروتين دقيق بذرة البان منزوع الدهن. أدت زيادة فترة الغليان إلى زيادة تحطيم مثبط أنزيم الترسين والذي فقد ٩٩، ٢٪ من نشاطه عند معاملة الدقيق حرارياً بالغليان لمدة ٥٠ دقيقة. إلا أن الفروق لم تكن معنوية



شكل رقم (١). تأثير المعاملة الحرارية عند درجة الغليان لفترات مختلفة على مبسطي أنزيمي التريسين والكيموتريسين في بروتين دقيق بذرة اليسر منزوع الدهن.

($p \leq 0.05$) بين زيادة فترة الغليان من ٤٠ إلى ٥٠ دقيقة. وينطبق القول نفسه على مبسط أنزيم الكيموتريسين والذي فقد ٨٠، ٩٤٪ من نشاطه عند معاملة دقيق بذرة البان منزوع الدهن حرارياً بالغليان لمدة ٣٠ دقيقة إلا أن الفروق لم تكن معنوية ($P \leq 0.05$) بين زيادة فترة الغليان من ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة لتبسيط مبسط أنزيم الكيموتريسين. لذا تعد معاملة الدقيق حرارياً بالغليان لمدة ٤٠ دقيقة كافية للحد من نشاط مبسطات أنزيم الكيموتريسين وعليه يمكن القول إن مبسط كل من أنزيمي التريسين والكيموتريسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن حساس للمعاملة الحرارية. ويتفق ذلك مع النتائج التي توصل إليها القحطاني [٥] على دقيق بذور البان منزوع الدهن والتي استجابت للمعاملة الحرارية وإن كان زمن المعاملة الحرارية أطول في دراسة القحطاني [٥] وقد أكد العديد من الدراسات

فعالية المعاملة الحرارية للقضاء على مثبطات الأنزيمات الهاضمة للبروتينات ، فقد أكد كل من كولن وباتسي [٣٢] على أن نسبة فعالية البروتين (PER) في الفئران قد ارتفعت من ١.٢ إلى ١.٩ عند معاملة ثمار فول الصويا الخضراء بالحرارة لمدة ٩ دقائق وتغذية الفئران بها مقارنة بفول الصويا غير المعامل بالحرارة. وأكد لارينا وآخرون [٢٨] على أن قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* قد زادت بنسبة ٦-٨ % في البقوليات بعد معاملتها حرارياً ، وأشار كل من بونفيسست ووايتكر [٣٣] إلى أن أمكن تحطيم مثبط أنزيم الترسين في فول الصويا بالتسخين على درجة حرارة ١٠٠ م° لمدة ٣٠ دقيقة. كذلك أثبت كل من جبنا وواجل [٣٤] أن التسخين بعد ٢٤ و ٣٦ ساعة من الإنبات يقلل بدرجات متفاوتة من نشاط مثبط أنزيم الترسين ، إذ تراوحت نسبة القضاء على مثبط أنزيم الترسين ما بين ١.٥ و ٨.٧١ % في *Phaseolus mungoreous* على درجات حرارة تراوحت ما بين ٥٠ إلى ٨٠ م° ، بينما كان أقصى تحطيم لمثبط الترسين في *Phaseolus aureus* هو ٨٠.٤ % بعد ٣٦ ساعة من التسخين على درجة ٨٠ م° لمدة ٤٥ دقيقة. كذلك وجد تان وونج [٣٥] أن المعالجة الحرارية بالمعقم Autoclave على درجة ١٢٠ م° له أثر قوي في تحطيم مثبط أنزيم الترسين في الوجبات المعدة من البقوليات Beans أو الفول Bean. كذلك ذكر كوبي وآخرون [٣٦] أن المعالجة الحرارية لبذور *Amaranthus hypochondriacus* لمدة ٧ ساعات على درجة حرارة ١٠٠ م° أبقت فقط على ٢٠ % من نشاط مثبط أنزيم الترسين. كما أشارت دراسة أبوطربوش وأحمد [٣٠] على مستخلص دقيق بذرة الكركدية منزوع الدهن احتواء هذا المستخلص على مثبط أنزيم الترسين وأمكن تخفيض نشاط هذا المثبط بنسبة ٦٦.١ % بغليان المستخلص في الماء لمدة ١٠ دقائق.

شكر وتقدير . يتقدم الباحثان بالشكر والتقدير إلى مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية لدعمها المالي لهذا البحث. كما يقدمان شكرهما وامتنانهما إلى الدكتور محمد الطفيل في مركز البحوث بمستشفى الملك فيصل التخصصي لما قدمه من مساعدة لاستخدام جهاز تحليل الحموض الأمينية وإلى الاستاذ سيف الدين بشير أحمد لما قدمه من مساعدة.

المراجع

- Weber; C.W.; Berry, J.W., and Philip, I. "Citrullis, Apodanthera, Cucurbita and Hibiscus Seed Protein." *Food Technol.*, 31 No. 5 (1977), 182-183. [١]
- Al-Yayha, M.A.; Al-Meshal, I.A.; Mossa, J.S.; Al-Badr, A.A.; and Tariq, M. *Saudi Plants. Chemical and Biological Approach*. Riyadh: King Saud Univ. Press, 1990. [٢]
- Al-Kahtani, H.A., and Abou-Arab, A.A. "Comparison of Physical, Chemical, and Functional Properties of *Moringa peregrina* (Al-Yassar or Al-Ban) and Soybean Proteins." *Cereal Chem.*, 70 No.6 (1993), 619-626. [٣]
- Somali, M.A.; Bajneid, M.A.; and Fhaimani, S.S. "Chemical Composition and Characteristics of *Moringa peregrina* Seeds and Seeds Oil." *Am. Oil Chem. Soc.*, 61 No.1 (1984), 85-86. [٤]
- Al-Kahtani, H.A. "Some Antinutritional Factors in *Moringa peregrina* (Al Yassar or Al-Ban) and Soybean Products." *J. Food Sci.*, 60 No.2 (1995), 395-398. [٥]
- Hsu, H.W.; Vavak, D.L.; Satterlee, L.D.; and Miller, G.A. "A Multienzyme Technique for Estimating Protein Digestibility." *J. Food Sci.*, 42 No. 5 (1977), 1269-1273. [٦]
- Satterlee, L.D.; Marshall, H.F.; and Tennyson, J.M. "Measuring Protein Quality." *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56 No. 3 (1979), 103-109. [٧]
- El-Tinay, A.H.; Nour, A.H.; Abdel-Karim, S.H.; and Mahgoub, S.O. "Aqueous Protein and Gossypol Extraction from Glanded Cottonseed Flour: Factors Affecting Protein Extraction." *Food Chem.*, 29 No. 1 (1988), 57-63. [٨]
- AOAC. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists, 1990. [٩]
- Devries, J.W.; Koski, C.M.; Egberg, D.C.; and Larson, P.A. "Comparison between a Spectrophotometric and a High-Pressure Liquid Chromatography Method for Determining Tryptophan in Food Products." *J. Agric. Food Chem.*, 28 No. 5 (1980), 896-898. [١٠]

- Kakade, M.L.; Simsons, N.; and Liener, I.E. "An Evaluation of Natural vs. Synthetic Substrates for Measuring the Antitryptic Activity of Soybean Samples." *Cereal Chem.*, 49 No. 5 (1969), 518-526. [١١]
- Kakade, M.L.; Swenson; D.H., and Liener, I.E. "Note on The Determination of Chymotrypsin and Chymotrypsin Inhibitor Activity Using Casein." *Anal. Biochem.*, 33 No. 2 (1970), 255-258. [١٢]
- Lowry, O.H.; Rosenbrough, N.J.; Farr, A.L.; and Ramdall, N.J. "Protein Measurement with The Folin Phenol Reagent." *J. Biol. Chem.*, 193 No. 1 (1951), 265-275. [١٣]
- SAS. *SAS User's Guide, Statistics*. Cary- N.C.: SAS Institute Inc., 1984. [١٤]
- Steel, R.G.D., and Torrie, J.H. *Principles and Procedures of Statistics*. 2nd (ed). New York: McGraw-Hill Book Co., 1980. [١٥]
- Ruth, E. and Lewis, J. *Nutritional Values of Australian Foods: Food Tables*. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1991. [١٦]
- Bryant, H.J.; Montecalvo, J.; Morey, K.S.; and Loy, B. Processing, Functional and Nutritional Properties of Okra Seed Products. *J. Food Sci.*, 53 No.3 (1988), 810-816. [١٧]
- Betschart, A.A.; Lyon, C.K.; and Kohler, G.O. "Sunflower, Safflower, Sesame and Castor Protein." In: *Food Protein Sources*. N.W. Pirie (Ed.) London: Cambridge University Press, 1975. [١٨]
- Oke, O.L.; Smith, R.H.; and Woodham, A.A. "Ground Nut." In: *Food Protein Sources*. N.W. Pirie (Ed.) London: Cambridge University Press, 1975. [١٩]
- Paredes-Lopez O.; Ordorica-Falomir, C.; and Olivares-Vazquer, M.R. "Chickpea Protein Isolates: Physiochemical, Functional and Nutritional Characterization." *J. Food Sci.*, 56 No.3 (1991), 726-729. [٢٠]
- FAO/WHO/UNU. *Energy and Protein Requirements*. Report of Joint Meeting. Geneva: WHO, Technical Report Series No.724, 1985. [٢١]
- Waggle, D.H., and Kolar, C.W. "Types of Soy Protein Products." In: *Soy Protein and Human Nutrition*. H.L. Wilcke, D.T. Hopkins and D.H. Waggle (Eds.) London: Academic Press, 1979. [٢٢]

- Kakade, M.L. "Biochemical Basis for the Differences in Plant Protein Utilization." *J. Agric. Food Chem.*, 22 No.4 (1974), 550-555. [٢٣]
- Satterlee, L.D.; Kendrick, J.G.; and Miller, G.A. "Rapid in vitro Assays for Estimating Protein Quality." *Food Technol.*, 31 No. 6 (1977), 78-88. [٢٤]
- Sawaya, W.N.; Khalil, J.K.; Al-Shalhat, A.F.; and Al-Mohammad, H. "Chemical Composition and Nutritional Quality of Camel Milk." *J. Food Sci.* 49 No. 3 (1984), 744-747. [٢٥]
- Wolzak, A.; Elias, L.G.; and Bressani, R. "Protein Quality of Vegetable Proteins as Determined by Traditional Biological Methods and Rapid Chemical Assays." *J. Agric. Food Chem.*, 29 No. 5 (1981), 1063-1068. [٢٦]
- Sawaya, W.N.; Muhammad, A.; Khalil, J.K.; and Al-Shalhat, A.F. "Chemical Composition and Nutritional Quality of Tehneh (Sesame butter)." *Food Chem.*, 18 No.1 (1985), 35-45. [٢٧]
- Williams, W.U.; Kunkel, W.P.; Actony, M.E.; Wardlay, F.B.; Huang, Y.; and Grimes, L.W. "Thermal Effects on in vitro Protein Quality of Red-Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)." *J. Food Sci.*, 59 No.6 (1994), 1187-1191. [٢٨]
- Laurena, A.C.; Rodriques, F.M.; Sabino, N.G.; Zamora, A.F.; and Mendoza, E.M.T. "Amino Acid Composition, Relative Nutritive Value and in vitro Protein Digestibility of Several Philippine Indigenous Legumes." *Plant Food Hum. Nut.*, 41 No. 1 (1991), 59-68. [٢٩]
- Abu-Tarboush, H.M., and Ahmed, S.B. "Studies on Karkade (*Hibiscus sabdariffa*): Protease Inhibitors, Phytate, in vitro Protein Digestibility and Gossypol Content." *Food Chem.*, 56 No. 1 (1996), 15-19. [٣٠]
- Ikeda, K., and Kusano, T. "Isolation and Some Properties of a Trypsin-Inhibitor from Buck Wheat Grain." *Agric. Biol. Chem.*, 42 No.2 (1978), 309-314. [٣١]
- Collins, J.L., and Beaty, B.F. "Heat Inactivation of Trypsin Inhibitor in Fresh Green Soybeans and Physiological Responses of Rats Fed the Beans." *J. Food Sci.* 45 No. 1 (1980), 542-546. [٣٢]

- Boonvisut, S., and Whitaker, J.R. "Effect of Heat, Amylase, and Disulfide Bond Cleavage on the in vitro Digestibility of Soybean Proteins." *J. Agric. Food Chem.*, 24 No.6 (1976), 1130-1137. [٣٣]
- Gupta, K., and Wagle, D.S. "Antinutritional Factors of *Phaseolus mungoreous* (*Phaseolus mungo* var. M₁₋₁ x *Phaseolus aureus* var. T₁)." *J. Food Sci. Technol.*, 15 No.4 (1978), 1-133. [٣٤]
- Tan, N.H., and Wong, K.C. "Thermal Stability of Trypsin Inhibitor Activity in Winged Bean (*Psophocarpus tetragonolobus*)." *J. Agric. Food Chem.*, 30 No.6 (1982), 1140-1143. [٣٥]
- Koepe, S.; Rupnow, J.H.; Walker, C.E.; and Davis, A. "Isolation and Heat Stability of Trypsin Inhibitors in Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*)." *J. Food Sci.*, 50 No. 5 (1985), 1519-1521. [٣٦]

Nutritional Value and Thermal Stability of Trypsin and Chymotrypsin Inhibitors in Al-Ban (Al-Yassar) Seed Protein (*Moringa peregrina*)

Amal A. Al-Housein and Hamza M. Abu-Tarboush*

*Department of Agricultural Extension and Rural Sociology (Nutrition and Home Economic Section), and *Department of Food Science , College of Agriculture, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia.*

(Received 23/1/1417; accepted for publication / /1417)

Abstract. This study was conducted on Al-Ban (Al-Yassar) oilseed (*Moringa peregrina*). Data showed that Al-Ban oilseed contained high percentage of protein (28.3%) and oil (50.9%). The defatted flour of the seed contained high percentage of protein (53.8%) and all the essential amino acids. The concentration of histidine in Al-Ban was higher than that in okra, bean, milk and egg proteins. The amount of valine, isoleucine and histidine met the amino acid requirements for all ages. However, its content of phenylalanine and tyrosine was adequate for preschool children and adults, where lysine, threonine, methionine, cystine and tryptophan were adequate only for adults. Calculated protein efficiency ratio (1.0) as well as *in vitro* protein digestability (74.6%) were low in Al-Ban and the defatted flour of the seed contained trypsin (48.46 enzyme inhibitor activity unit/mg protein) and chymotrypsin (5.57 enzyme inhibitor activity unit/mg protein) inhibitory enzymes which were greatly inactivated by boiling water for 30 and 20 min, respectively.