مجلة جامعة الملك سعود، م٩، العلوم الزراعية (٢)، ص ص ١٨٧ ـ ٢٠٨، الرياض (١٤١٧هـ/ ١٩٩٧م)

القيمة الغذائية والثبات الحراري لمثبطي التربسين والكيموتربسين 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 ١٤١٧/١/٢٣هـ ؛ وقبل للنشر في ١٤١٧/٨/٢٠هـ)

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 بالهستدين 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 والهستدين تفي باحتياجات كافة الفئات العمرية في حين أن محتواه من الفينايل الآنين والتايروسين كانت كافية لاحتياجات أطفال قبل سن المدرسة والبالغين أما محتواه من اللايسين والتيروسين والميثونين والسستين والتربتوفان فتعد كافيه 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 التربسين (٤٨.٤٦ وحدة نشاط مثبط الأنزيم/ملجم بروتين) والكيموتربسين (٥.٥٧ وحدة نشاط مثبط الأنزيم/مجم بروتين) إلا أنه أمكن وبدرجة كبيرة الحد من نشاط هذين المثبطين حرارياً بالغليان في الماء لمدة ٣٠ و ٢٠ دقيقة على الترتيب.

المقدمـــة

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 الزيتيـة[١] ولكن العادات الغذائية هي أحد العوامل التي أدت إلى الحد من فائدة هذه المصادر.

إن استعمال النباتات من أجل إنتاجية عالية مـن البروتين يمكـن أن يساعد في إيجاد مصادر جديدة لإنتاج البروتين لمثل هـذه المجتمعـات، وبـالرغم مـن تنـوع المصـادر النباتيـة البروتينية إلا أن غالبيتها منخفض القيمـة الحيويـة، كمـا يحتـوي البعـض الآخـر منهـا علـى عوامل مضادة للتغذية Antinutritional factors [1] لـذا يجب إجـراء دراسـات أوليـة علـى هذه النباتات لمعرفة قيمـتها الحيوية ودراســة العوامل المضـادة للتغذيـة، خاصـة مضـادات أنزيمي التربسين والكيموتربسين والتي تحد من الاستفادة من البروتين النباتي.

تنتمي شجرة البان (اليسر) *Moringa peregrina* إلى عائلة Moringacease وتنتشر هـذه الشـجرة في شمـال وجنـوب منطقـة الحجـاز بالمملكـة العربيـة السعوديــة [٢، ص ص ٢٨٨-٢٨٩] ويستعمل زيتها في شمال الحجاز، وتحتوي بذورها على كميات كبيرة من البروتين والزيت، وتعد بذلك مصدراً جيداً لهذين العنصرين الغذائيين[٣و٤]. وبالرغم من انتشار هذه الشجرة في المملكة العربية السعودية واستعمال بذورها كمصدر للزيت إلا انه لم تجر دراسات عليهـا لمعرفة قيمتها الغذائية، وكذلك لمعرفة المركبات المضادة لأنزيمي التربسين Trypsin والكيموتربسين Chymotrypsin باستثناء دراسة القحطاني [٥] على أنزيم التربسين.

تعتمـد القيمـة الغذائيـة للـبروتين علـى تلبيـة احتياجـات الإنسـان والحيـوان مـن الحموض الأمينية سواء أساسية ـ وهو المهم ـ أو غير أساسية، ويمكن تحديد هذه القيمة من التحليل الكيميائي للحمـوض الأمينية وعلاقة ذلك بحاجة الإنسان من هـذه الحمـوض الأساسية ومدى قابلية البروتين الحاوي لها على الهضم.

يمكـن تقدير قابلية الهضـم لأي بروتـين غذائـي بواسـطة عـدة طـرق مـن ضمنهـا استخدام حيوانات التجارب، إلا أن هذه الطرق مكلفة وتحتاج إلى وقت طويل، وبالمقابل أمكن اسـتخدام طـرق أخـرى لتقدير القيمـة الغذائيـة للـبروتين مـن بينهـا طريقـة نسـبة فعاليـة البروتين المحسوبة Calculated protein efficiency ratio (C-PER) والتي تعتمـد علـى تقديـر

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 التربسين والكيموتربسين 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 ٤°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 زجاجة محكمه الغلق عند درجة ٤°م لحين استخدامها للتحليل.

التحليل الكيميائي للعناصر الغذائية في بذور البان والدقيق المنزوع الدهن

قدرت نسبة الرطوبة والبروتين (النتروجين 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 لبذور البان

تقدير الحموض الأمينية Amino acid analysis

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

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

تقدير قابلية هضم البروتين خارج الجسم *In vitro* protein digestability

استخدمت طريقة الجمعية الرسمية لكيميائيي التحليل [٩ ، ص ١٠٩٧] لتقدير قابلية هضم البروتين خارج الجسم. أضيف ١٠ مل من الماء المقطر إلى مسحوق العينة (تركيز البروتين في العينة ٦.٢٥ مجم/مل) وضبط رقمها الهيدروجيني على ٨ (8 pH) ثم أضيف مليمترًا واحدًا من خليط أنزيم التربسين والكيموتربسين والببتيديز إلى المحلول السابق وحضنت العينة على درجة ٣٧°م في حمام مائي لمدة ١٠ دقائق ثم أضيف مليمترًا واحدًا 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) .

قدرت نسبة الهضم للبروتين خارج الجسم من المعادلة التالية :

٪ قابلية الهضم = ٢٣٤.٨٤ - ٢٢.٥٦ (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 Calculated protein efficiency ratio (C-PER)

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 لكيميائيي التحليل [٩، ص ص ١٠٩٧-١٠٩٨] ، واستخدم كازين مجلس أبحاث تغذية الحيوان (Animal Nutrition Research Council Casein) ANRC 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 (pH = 4.6 , 0.05 M) 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 و١٪ 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 البيومين السيرم (Sigma bovin serum albumin Chemical Co., St. Louis, Mo.) لعمل المنحنى القياسي.

الثبات الحراري لمثبطي أنزيمي 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 و٥٠ دقيقة، وذلك لتقدير الثبات الحراري لمثبط أنزيم التربسين. أما لتقدير الثبات الحراري لمثبط أنزيم الكيموتربسين فلقد استخدمت درجة الحرارة نفسها ولمدة ١٠ و ٢٠ و٣٠ دقيقة.

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

التحليل الإحصائـــي

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٪) والسمسم 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 البيئيه مثل ظروف الري او التخزين او لنوعية سلالة النبات المستخدمة. كما كانت نسبة البروتين في بذور البان (اليسر) مقاربة 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 مقاربة لحد ما لنسب الزيت في البذور الزيتية الأخرى مثل بذور دوار الشمس (٥١٪) والسمسم (٥٥,٦٪) والفول السوداني (٤٧,١٪) [١٦] . وكانت نسبة الزيت في هذه الدراسة أقل من النتائج المتحصل عليها من دراسة القحطاني وأبوعرب [٣] والصومالي وآخرون [٤] المجراة على بذرة البان إذ بلغت نسبة الزيت بهما ٥٢,٨٩٪ و ٥٤,٣٪ على التوالي. وفاقت 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 *

المكونـــات (٪)	بذرة البان (اليســـر) (المتوسط ± الخطأ المعياري)	دقيق بذرة البان منزوع الدهن (المتوسط ± الخطأ المعياري)
الرطوبة	٢,٤٨ ± ٠,٠٣٠٦	٤,٨٥ ± ٠,٠٥٢٤
الزيت	٥٠,٨٥ ± ٠,٠٥١٧	٢,٣٠ ± ٠,٠٥٧٧
البروتين الخام	٢٨,٢٩ ± ٠,١٧٢٥	٥٣,٧٥ ± ٠,٠٩٧١
الكربوهيدرات	١٠,٨٩ ± ٠,٣٠٠١	٢١,٣٠ ± ٠,١٩٥٥
الرماد	٢,٨٥ ± ٠,٠٥٣٣	٥,٩٣ ± ٠,٠٢٣٣
الألياف الخام	٤,٦٤ ± ٠,١٢١٧	١١,٨٧ ± ٠,٠٥٥٥

* على أساس الوزن الرطب (n = 3) .

بلغت نسبة الكربوهيدرات في بذور البان (اليسر) ٨٩, ١٠٪ وتعد هذه النسبة منخفضة مقارنة بفول الصويا (١١, ٣٩٪) حيث بلغت نسبتها أكثر من ربع النسبة الموجودة في فول الصويا [٣] وأقل من نصف الكميه الموجودة في بذور البامية (٤٤, ٢٥٪) [١٧] ولكنها كانت أعلى من نسبة الكربوهيدرات في البذور الزيتية الأخرى مثل بذور دوار الشمس (٢, ٢٪) والسمسم (٩, ٠٪) والفول السوداني (٩, ٨٪) [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 ٣, ٢٨٪ إلى ٨, ٥٣٪ وانخفاض نسبة الزيت من ٨٥, ٥٠٪ إلى ٣٠, ٢٪ وارتفاع نسبة الكربوهيدرات من ٩, ١٠٪ إلى ٣٠, ٢١٪ . وكانت نسبة البروتين في هذه الدراسة مطابقة لحد ما لنسب البروتين في كل من دقيق بذرة البان (اليسر) (٢٢, ٥٣٪) وفول الصويا منزوع الدهن (٤٢, ٥٤٪) [٣] وبذور البامية [١٧] ، ولكنها كانت أعلى من نسب البروتين في دقيق البذور الزيتية الأخرى منزوعة الدهن مثل بذور دوار الشمس (٨, ٤٦٪) وبذور القطن (٦, ٤١٪) [١٨ ، ص ص ٧٩-١٠٤] وفي بذور الفول السوداني (٧, ٤٩٪) [١٩ ، ص ص ١٠٥-١١٦] . وبلغت نسبة الزيت في دقيق بذرة البان منزوع الدهن ٣٠, ٢٪ وهي مقاربة لحد ما إلى ماتوصل 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 مقاربة 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 وجده 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 (٢و ٣) تركيز الحموض الأمينية الأساسية وغير الأساسية على التوالي في بروتين دقيق بذرة البان منزوع الدهن والذي امتاز باحتوائه على مختلف الحموض الأمينية الأساسية وبتركيزات متفاوته. وجد أن دقيق بذرة البان منزوع الدهن غنياً بالحمض الأميني الاساسي هستدين Histidine والذي يعد من الحموض الأمينية الأساسية التي يحتاجها الأطفال وقد بلغ تركيز هذا الحمض في دقيق البذور منزوع الدهن ٣,٣٠ جم/١٠٠ جم بروتين وهذا التركيز يفوق تركيز الحمض في كل من بذور البامية (٩,٢٪) [١٧] والحمص (٢,٤٪) [٢٠]، كما فاق تركيز الهستدين في بذور البان تركيزه أيضا في البروتينات الحيوانيه مثل بروتين الحليب وبروتين البيض [٢١] (الجدول رقم ٢). إضافة إلى ذلك احتوت بذور البان على تركيزات مرتفعة من الفالين والايزوليوسين وكان تركيز هذين الحمضين في بذور البان أعلى مقارنة بتركيزهما في البذور النباتية الأخرى (الجدول رقم٢). ويفي تركيز الفالين والايزوليوسين والهستدين في بذور البان باحتياجات مختلف الفئات العمرية طبقاً للاحتياجات التي قدرتها منظمة الزراعة والأغذية ومنظمة الصحة العالمية وجامعة الأمم المتحدة (الجدول رقم٢). كما كان تركيز الميثونين والسيستين + Methionine Cystine في دقيق بذور البان منزوع الدهن أكثر مقارنة بتركيزه في بعض البذور

جدول رقم (٢). الحموض الأمينية الأساسية في بذور البان وبعض البذور الزيتية والبذور النباتية وبروتينات الحليب والبيض والبروتين المرجعي لمنظمة الزراعة والأغذية ومنظمة الصحة العالمية وجامعة الأمم المتحدة (جرام حمض أميني / ١٠٠ جرام بروتين)

الأحماض الأمينية الأساسية	بذور البان *	سمسم (١)	بذرة القطن (١)	بذرة دوار الشمس (١)	فول سوداني (٢)	فول الصويا (٣)	بذرة الباميا (٤)	مستخلص بروتين الحمص (٥)	بروتينات الحليب (٦)	بروتينات البيض (٦)	البروتين المرجعي لمنظمة الزراعة والأغذية ومنظمة الصحة العالمية وجامعة الأمم المتحدة (٦)	
		sesame	cotton seed	sun flower seed	ground nut	soy bean	okra seed	chick pea protein extract	milk proteins	egg proteins	الأطفال قبل سن المدرسة	الراشد
لايسين	٢٫٥٤ ± ٠٫٠٥	٢٫٧٥	٤٫٣	٣٫٧٧	٣٫٦٠	٦٫٣	٦٫٩٣	١٫٨	٧٫٨	٧٫٠	٥٫٨	١٫٦
ثريونين	٢٫٨٨ ± ٠٫٠٥	٣٫٦٠	٣٫٢	٣٫١٨	٣٫٠٥	٣٫٩	٢٫٩٧	٣٫١	٤٫٤	٤٫٧	٣٫٤	٠٫٩
فالين	٥٫٦٣ ± ٠٫٢٠	٤٫٣٠	٤٫٨	٤٫٧٦	٤٫٢٥	٥٫١	٤٫٧٦	٣٫٩	٦٫٤	٦٫٦	٣٫٥	١٫٣
ميثونين+ سيستين	٢٫٢١ ± ٠٫٠٥	٣٫٢٥	١٫٢	١٫٩١	٠٫٨٥	١٫٤	٢٫٠١	١٫٩	٣٫٣	٥٫٧	٣٫٣	١٫٧
ايزوليوسين	٤٫٢٨ ± ٠٫٢١	٣٫٤٥	٤٫١	٣٫٩٧	٣٫٨٥	٤٫٧	٦٫٩٨	٤٫٠	٤٫٧	٥٫٤	٢٫٨	١٫٣
ليوسين	٧٫٠٧ ± ٠٫٣٢	٦٫٧٥	٥٫٧	٦٫١٣	٦٫٦٠	٧٫٩	٦٫٨١	٨٫٠	٩٫٥	٨٫٦	٦٫٦	١٫٩
فينـــايل آلانـــين + تايروسين	٦٫٧٨ ± ٠٫٠٢	٤٫٣٥	٥٫٣	٤٫٧٠	١٠٫٦٠	٩٫١	٨٫٥٠	٧٫٣	١٠٫٢	٩٫٣	٦٫٣	١٫٩
تريتوفان	٠٫٧٣ ± ٠٫٠٢	٢٫٢٠	١٫٤	١٫١٠	١٫١٠	١٫٣	٢٫٦٠	-	١٫٤	١٫٧	١٫١	٠٫٥
هستدين	٢٫٣٠ ± ٠٫٠٦	-	-	-	-	-	٢٫٩٠	٢٫٤	٢٫٧	٢٫٢	١٫٩	١٫١

* الدراسة الحالية(المتوسط ± الخطأ المعياري)

(١) Betschart *et al.*, 1975 [١٨]

(٢) Oke *et al.*, 1975 [١٩]

(٣) Waggle and Kolar, 1979 [٢٢]

(٤) Bryant *et al.*, 1988 [١٧]

(٥) Paredes-Lopez *et al.*, 1991 [٢٠]

(٦) FAO/WHO/UNU 1985 [٢١]

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

الحموض الأمينيـــة غير الأساسية	جرام حمض أميني/١٠٠ جرام بروتين المتوسط ± الخطأ المعياري (n = 3)
أرجنين Arginine	٠,٥٧٧٤ ± ١٢,٧٠
حمض الأسبارتك Aspartic acid	٠,١١٥٥ ± ٠٥,٥٠
سيرين Serine	٠,٠٢٦٠ ± ٠٠,٧٦
حمض الجلوتاميك Glutamic Acid	٠,٠٠٠٠ ± ١٣,١٠
برولين Proline	٠,٢٣٠٩ ± ٠٥,٥٠
جلايسين Glycine	٠,١١٥٥ ± ٠٦,٢٠
آلانين Alanine	٠,١٧٣٢ ± ٠٥,٣٠

(الجدول رقم٢). ويفي 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 ماهو موجود في الفول السوداني [١٩، ص ص ١٠٥-١١٦] وبذور القطن ودوار الشمس والسمسم [١٨، ص ص ٧٩-١٠٤] والبامية [١٧] الا أن تركيزه في بذور البان كان أقل مقارنة بما هو موجود في فول الصويا [٢٢، ص٤٢] وبروتين الحليب والبيض [٢١] ويفي تركيز الليوسين Leucine في بذور البان باحتياجات الأطفال في سن المدرسة والبالغين والتي يوضحها جدول رقم(٢). كان تركيز الفينايل الانين والتايروسين Phenylalanine + Tyrosine في بذور البان منخفضاً مقارنة بتركيزه في بروتينات بذور السمسم 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 رقم٢). 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 محتوى دقيق بذرة البان منزوع الدهن من الفالين وايزوليوسين وهستدين يفي باحتياجات مختلف الفئات العمرية في حين أن محتواه من الفينايل الآنين وتايروسين يفي باحتياجات كل من الأطفال قبل سن المدرسة والبالغين، أما محتواه من اللايسين والثيرونين والميثونين والسستين والتربتوفان 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 السريعه 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 مقاربة 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 الحمراء 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]	٧٤,٦ ± ٠,٤	١,٠٠
الكازين [٢]	-	٢,٥٠
الذرة الشامية [٢]	٨٢,٠	١,٢٣
الذرة الرفيعة [٢]	٧٩,٥	٠,٦٦
الأرز [٢]	٨٤,٨	١,٩٨
القمح [٢]	٨٣,٧	١,٥٩
اللوبيا [٢]	٧٥,٣	١,٦٧
دقيق فول الصويا [٢]	٨٥,٨	٢,٧٥
دقيق بذرة القطن [٢]	٧٧,٦	١,٠٥
دقيق بذرة السمسم [٢]	٨٠,٥	٠,٩٣
البسله [٢]	٧٣,٠	٠,٧٢
الفاصوليا البيضاء [٢]	٧٣,٧	١,٣٣
زبدة السمسم [٣]	٨٣,٣	٢,١٤
دقيق الحمص (معزول البروتين الشبكي) [٤]	٩٤,١	٢,٦
الفاصوليا الحمراء الخام [٥]	٤٣,٢	٠,٥٢

١) الدراسة الحالية (المتوسط ± الخطأ المعياري)

٢) [٢٦] Wolzak *et al.*, (1981)

٣) [٢٥] Sawaya *et al.*, (1984)

٤) [٢٠] Paredes-Lopez *et al.*, (1991)

٥) [٢٨] Williams *et al.*, (1994)

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 بزبدة السمسم Sesame butter ومعزول 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 و*Phaseolus 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 ٢,٤١ 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 والتربتوفان، وإلى انخفاض قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro*.

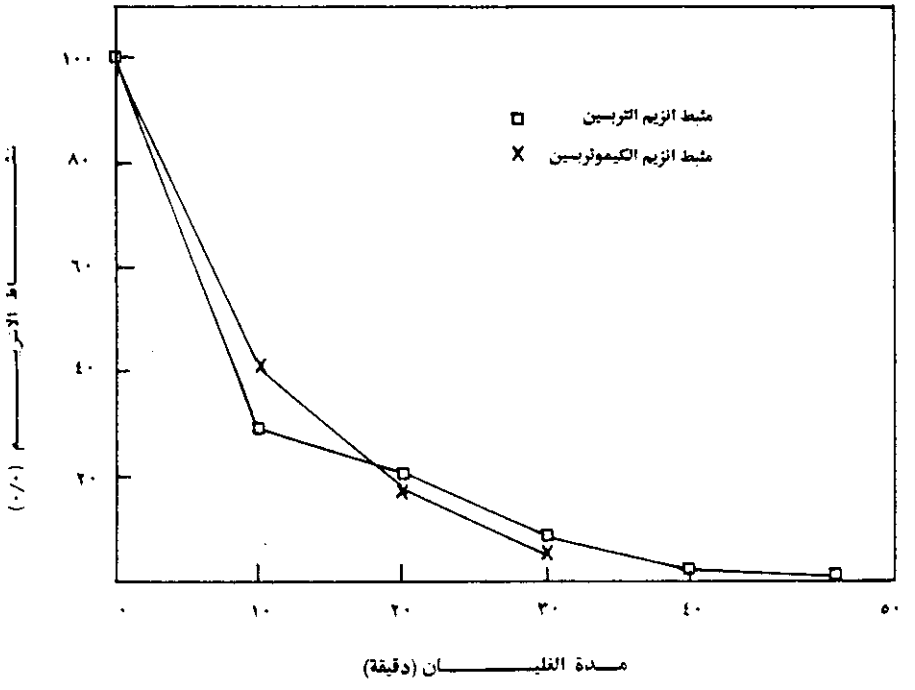
مثبط أنزيمي التربسين والكيموتربسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن

بلغ تركيز مثبط أنزيم التربسين في بروتين دقيق بذرة البان منزوع الدهن ٤٨,٤٦ وحدة نشاط مثبط الأنزيم لكل مجم 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 مجم بروتين على التوالي، كما تعد مرتفعة مقارنةبدقيق بذرة الكركديه منزوع الدهن التي بلغت ٤١ وحدة نشاط مثبط الأنزيم لكل مجم بروتين [٣٠]. إلا أن قيمة مثبط أنزيم التربسين 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 مابين ٨. ٦٠ إلى ٥. ١٠٧ وحدة نشاط مثبط الأنزيم لكل مجم بروتين [١٠] . قد ترجع الاختلافات بين محتوى مثبط أنزيم التربسين 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 كاكيد وآخرون[١٠] أن قيم مثبط أنزيم التربسين 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 البيئيه تأثير على قيم نشاط مثبط الأنزيم. احتوى بروتين دقيق بذرة البان منزوع الدهن أيضا على مثبط أنزيم الكيموتربسين وقد بلغ تركيزه ٥. ٥٧ 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 الكيموتربسين في فول الصويا ٧٢ وحدة مثبط الأنزيم لكل/مل من مستخلص العينة [١١] .

تأثير المعاملة الحرارية على مثبطي أنزيمي التربسين والكيموتربسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن

يوضح الشكل رقم (١) تأثير المعاملة الحرارية (معاملة الدقيق في ماء مغلي) لفترات مختلفة على نشاط مثبطي أنزيمي التربسين والكيموتربسين في بروتين دقيق بذرة البان منزوع الدهن. ادت زيادة فترة الغليان إلى زيادة تحطيم مثبط أنزيم التربسين والذي فقد ٢. ٩٩٪ 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 مثبطي أنزيمي التربسين والكيموتربسين في بروتين دقيق بذرة اليسر منزوع الدهن.

($p \leq 0.05$) بين زيادة فترة الغليان من ٤٠ إلى ٥٠ دقيقة. وينطبق القول نفسه على مثبط أنزيم الكيموتربسين والذي فقد ٨٠, ٩٤٪ من نشاطه عند معاملة دقيق بذرة البان منزوع الدهن حرارياً بالغليان لمدة ٣٠ دقيقة إلا أن الفروق لم تكن معنويه ($P \leq 0.05$) بين زيادة فترة الغليان من ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة لتثبيط مثبط أنزيم الكيموتربسين. لذا تعد معاملة الدقيق حرارياً بالغليان لمدة ٤٠ دقيقة كافية للحد من نشاط مثبطات أنزيم الكيموتربسين وعليه يمكن القول إن مثبط كل من أنزيمي التربسين والكيموتربسين 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 الحراريه للقضاء على مثبطات الأنزيمات الهاضمة للبروتينات ، فقد أكد كل من كولن وباتـــــي [٣٢] على أن نسبة فعالية البروتين (PER) في الفئران قد ارتفعت من ٢. ١ إلى ٩. ١ عند معاملة ثمار فول الصويا الخضراء بالحرارة لمدة ٩ دقائق وتغذية الفئران بها مقارنة بفول الصويا غير المعامل بالحرارة. وأكد لارينا وآخـــرون [٢٨] على ان قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* قد زادت بنسبة ٦-٨ ٪ في البقوليات بعد معاملتها حرارياً ، وأشار كل من بونفيست ووايتكر [٣٣] إلى أن أمكن تحطيم مثبط أنزيم التربسين في فول الصويا بالتسخين على درجة حرارة ١٠٠ °م لمدة ٣٠ دقيقة. كذلك أثبت كل من جبتا وواجل [٣٤] أن التسخين بعد ٢٤ و٣٦ ساعة من الإنبات يقلل بدرجات متفاوتة من نشاط مثبط أنزيم التربسين ، إذ تراوحت نسبة القضاء على مثبط أنزيم التربسين ما بين ١, ٥ و٨, ٧١٪ في *Phaseolus mungoreous* على درجات حرارة تراوحت ما بين ٥٠ إلى ٨٠ °م ، بينما كان أقصى تحطيم لمثبط التربسين في *Phaseolus aureus* هو ٤, ٨٠٪ بعد ٣٦ ساعة من التسخين على درجة ٨٠ °م لمدة ٤٥ دقيقة. كذلك وجد تان وونج [٣٥] ان المعالجة الحرارية بالمعقم Autoclave على درجة ١٢٠ °م له أثر قوي في تحطيم مثبط أنزيم التربسين في الوجبات المعدة من البقوليات Beans أو الفول Bean. كذلك ذكر كوبي وآخرون [٣٦] أن المعالجة الحرارية لبذور Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) لمدة ٧ ساعات على درجة حرارة ١٠٠ °م أبقت فقط على ٢٠٪ من نشاط مثبط أنزيم التربسين. كما أشارت دراسة أبوطربوش وأحمد [٣٠] على مستخلص دقيق بذرة الكركدية منزوع الدهن احتواء هذا المستخلص على مثبط أنزيم التربسين وأمكن تخفيض نشاط هذا المثبط بنسبة ١, ٦٦٪ بغليان المستخلص في الماء لمدة ١٠ دقائق.

شكر وتقدير . يتقدم الباحثان بالشكر والتقدير إلى مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية لدعمها المالي لهذا البحث. كما يقدما عظيم 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.

المراجـــــع

[١] Weber; C.W.; Berry, J.W., and Philip, I. "Citrullis, Apodanthera, Cucurbita and Hibiscus Seed Protein." *Food Technol.*, 31 No. 5 (1977), 182-183.

[٢] 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.

[٣] 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.

[٤] 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.

[٥] -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.

[٦] 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.

[٧] Satterlee, L.D.; Marshall, H.F.; and Tennyson, J.M. "Measuring Protein Quality." *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56 No. 3 (1979), 103-109.

[٨] 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.

[٩] AOAC. *Official Methods of Analysis.* 15th ed. Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists, 1990.

[١٠] 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.

[١١] 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.

[١٢] 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.

[١٣] 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.

[١٤] SAS. *SAS User's Guide, Statistics. Cary*- N.C.: SAS Institute Inc., 1984.

[١٥] Steel, R.G.D., and Torrie, J.H. *Principles and Procedures of Statistics*. 2nd (ed). New York: McGraw-Hill Book Co., 1980.

[١٦] Ruth, E. and Lewis, J. *Nutritional Values of Australian Foods: Food Tables.* Camberra: Australian Government Publishing Service, 1991.

[١٧] 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.

[١٨] 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.

[١٩] Oke, O.L.; Smith, R.H.; and Woodham, A.A. "Grount Nut." In: *Food Protein Sources*. N.W. Pirie (Ed.) London: Cambridge University Press, 1975.

[٢٠] 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.

[٢١] FAO/WHO/UNU. *Energy and Protein Requirements.* Report of Joint Meeting. Geneva: WHO, Technical Report Series No.724, 1985.

[٢٢] 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.

[٢٣] Kakade, M.L. "Biochemical Basis for the Differences in Plant Protein Utilization." *J. Agric. Food Chem.*, 22 No.4 (1974), 550-555.

[٢٤] 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.

[٢٥] 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.

[٢٦] 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.

[٢٧] Sawaya, W.N.; Muhammad, A.; Khalil, J.K.; and Al-Shalhat, A.F. "Chemical Composition and Nutritional Quality of Tehineh (Sesame butter)." *Food Chem.*, 18 No.1 (1985), 35-45.

[٢٨] 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.

[٢٩] 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.

[٣٠] 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.

[٣١] 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.

[٣٢] 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.

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.* M_{1-1} x *Phaseolus aureus* var. T_1)." *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]

Koeppe, S.; Rupnow, J.H.; Walker, C.E.; and Davis, A. "Isolation and Heat Stability of Trypsin Inhibitors in Amaranth (*Amarathus 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.