IN THE NAME OF ALLAH

جامعة الملك سعود
كلية الزراعة
البرنامج المشترك لماجستير العلوم
تخصص تغذية انسان

القيمة الغذائية والثبات الحراري لمثبطي التربسين والكيموتربسين في بروتين بذرة البان (اليســـر)

Nutritional Value and Thermal Stability of Trypsin and Chymotrypsin Inhibitors in the Protein of Al-Ban (Al-Yassar)

كجزء من متطلبات الحصول على درجة ماجستير العلوم في تغذية الانسان ، كلية الزراعـــــة ، جامعة الملك سعود ، الرياض .

مقدمة من
أمل بنت عبدالله بن سعد الحسين

بإشراف الدكتور
حمزه بن محمد أحمد ابوطربوش

١٤١٦هـ (١٩٩٦م)

بسم الله الرحمن الرحيم

القيمة الغذائية والثبات الحراري لمثبطي التربسين والكيموتربسين في بروتين بذرة البان (اليسر)

قدمت هذه الرساله استكمالاً لمتطلبات درجة الماجستير في العلوم تخصص تغذية إنسان – كلية الزراعة – جامعة الملك سعود بالرياض ٠

مقدمه من : أمل بنت عبدا لله بن سعد الحسين

المشرف على الرسالة : الدكتور حمزه بن محمد أحمد ابوطربوش

نوقشت هذه الرساله بتاريخ ٢٦ /١١/ ١٤١٦هـ

وتمت اجازتها من قبل الأعضاء :

لجنة المناقشة :

د٠ حمزه بن محمد أحمد ابوطربوش

أ٠د٠ ناديه محمد عبدا لله

د٠ هدى سلامه ابراهيم

شـــــكر وتقديـــــــــر

تتوجه الباحثه بخالص الشكر والامتنان الى الله العلي القدير الذي وفقها للقيام بهذا العمل . كما تقدم عظيم امتنانها للمشرف على البحث الدكتـور حمـزه بـن محمـد احمـد ابوطربوش لما قدمه من ارشاد وتوجيه ونصح ومساعده متواصله . كمـا تتوجـه بالشـكر والتقدير للاستاذ سيف الدين بشير احمد على مساعدته لها في الجزء العملي . كما تشكر مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية لما قدمته من دعم مادي.

وتتوجه الباحثه بالشكر الجزيل الى الدكتور محمد الطفيل والاستاذ دانـي (Danny) في مركز البحوث بمستشفى الملـك فيصـل التخصصـي لمـا قدمـاه مـن مسـاعده في تحليـل الاحماض الامينية .

كما تشكر اعضاء لجنة المناقشه لما قدموه مـن توجيهـات وارشـادات سـاهمت في إثراء موضوع البحث . وأخيراً تتوجه الباحثـه بـالحب والامتنـان لوالديهـا وأخويهـا لمـا قدموه لها من تشجيع كان له كبير الأثر في انجاز هذا البحث .

الفهـــرس

	الصفحة
شكر وتقدير	أ
الفهرس	ب
قائمة الجداول	هـ
قائمة الاشكال	و
قائمة الملاحق	ز
الملخص العربي	ي
الملخص الانجليزي	ك
الباب الأول : المقدمـــة	٢
الباب الثاني : الدراسات السابقة	٥
البذور الزيتيه	٥
البان (اليسر)	٦
القيمة الغذائية للبروتين وطرق تقديرها	٨
الطرق الحيوية لتقدير القيمة الغذائية للبروتين	٨
القيمة الحيوية	٨
نسبة فعالية البروتين (PER)	٩
نسبة الفعالية الكلية للبروتين (NPR)	١٠
صافي استخدام البروتين (NPU)	١٠
الطرق السريعه لتقدير القيمة الغذائية للبروتين	١١
تقدير الحامض الاميني ووفرته	١١
الرقم الكيميائي	١٢
الطرق الميكروبيولوجيه	١٣
نسبة هضميه البروتين خارج الجسم	١٣
نسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER)	١٦
مثبطات انزيمي التربسين والكيموتربسين في المواد النباتيه	٢٣
تأثير المعاملات الحراريه على مثبطي انزيمي التربسين والكيموتربسين	٣٠

الصفحة

الباب الثالث : المواد وطرق العمل ٣٧
بذور البان (اليسر) ٣٧
نزع الدهن من العينه ٣٧
التحليل الكيميائي للعناصر الغذائية في بذور البان ٣٧
القيمه الغذائيه لبذور البان ٣٧
تقدير الاحماض الامينيه ٣٧
تقدير قابلية هضم البروتين خارج الجسم ٣٨
نسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) ٣٨
مثبطات الانزيمات المحلله للبروتين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن ٣٩
تقدير نشاط مثبط انزيم التربسين ٣٩
تقدير نشاط مثبط انزيم الكيموتربسين ٣٩
تقدير البروتين في مستخلص العينة ٤٠
الثبات الحراري لمثبطي انزيمي التربسين والكيموتربسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن ٤٠
التحليل الاحصائي ٤٠

الباب الرابع : النتائج والمناقشـــة ٤٢
التركيب الكيميائي للبان (اليسر) ٤٢
بذرة البان ٤٢
دقيق بذرة البان منزوع الدهن ٤٤
القيمة الغذائيه لدقيق بذرة البان منزوع الدهن ٤٥
الاحماض الامينيه ٤٥
قابلية الهضم خارج الجسم ونسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) .. ٤٩
مثبطي انزيمي التربسين والكيموتربسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن .. ٤٩
تأثير المعامله الحرارية على مثبطي انزيمي التربسين والكيموتربسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن ٥٣

الصفحة

الباب الخامس : الخلاصه والتوصيات ٥٨
المراجع العربية ٦٠
المراجع الاجنبية ٦٢
الملاحـــق ٨٤

قائمة الجـــداول

الصفحة

١- جملة مساحة وانتاج البذور الزيتيه (بما فيها بذرة القطن) في الوطن العربي ٧

٢- التركيب الكيميائي في بذرة ودقيق البان (اليسر) وفي بعض البذور الزيتيه والنباتيه الكامله والمنزوعة الدهن ٤٣

٣- الأحماض الأمينيه غير الأساسيه في دقيق بذور البان (اليسر) منزوع الدهن.... ٤٦

٤- الاحماض الامينيه الأساسية في بذور البان (اليسر) وفي بعض البذور الزيتيه والبذور النباتيه وبروتينات الحليب والبيض والبروتين المرجعي لمنظمة الزراعة والاغذيةومنظمة الصحة العالميه (جرام حمض اميني / ١٠٠ جرام بروتين) ٤٧

٥- قابلية الهضم خارج الجسم ونسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) لدقيق بذرة البان (اليســر) منزوع الدهن ٥٠

قائمة الاشكـــال

الشكل	الصفحة

١- تأثير المعاملة الحرارية على مثبطي انزيمي التربسين والكيموتربسين ٥٦

قائمة الملاحق

الجدول	الصفحة

١- حساب نسبة فعالية البروتين لدقيق بذرة البان منزع
الدهن (C-PER) ٨٤
٢- حساب نسبة فعالية البروتين للكازين القياسي (C-PER) ٨٥
٣- تأثير المعامله الحراريه على مثبطي انزيمي التربسين والكيموتربسين
في دقيق بذرة البان منزوع الدهن ٨٦

الملخـــــــــــص

القيمة الغذائية والثبات الحراري لمثبطي التربسين والكيموتربسين في بروتين بذرة البان (اليسر)

أمل بنت عبدا لله الحسيـــــــن

اجريت هذه الدراسة على بذور البان (اليسر) والـتي تعـد مـن البـذور الزيتيـه الـتي تنمـو في شمـال وجنـوب منطقـة الحجـاز في المملكـة العربيـة السـعودية. اوضحـت نتـائج الدراسـة احتـواء بـذرة البـان علـى كميـات جيـده مـن الـبروتين (٢٩ر٢٨٪) والزيـت (٨٥ر٥٠٪) وبلغت نسبة البروتين في دقيق بذرة البان مـنزوع الدهـن ٧٥ر٥٣٪ . كمـا احتوى دقيق بذرة البان منزوعة الدهن على كافة الاحماض الامينية الاساسيه وكـان غنيـاً بالهستدين الذي فاقت كميته في دقيق بذرة البان منزوعـة الدهـن مـاهو موجـود في بـذور الباميه والحمص وبروتين البيـض والحليـب . وعمومـاً كـانت كميـات الاحمـاض الامينيـه الاساسيه الأخرى عدا اللايسين والثريونين والتربتوفان اكثر من مثيلاتها في بذور السمسـم والقطن ودوار الشمس وفول الصويا والباميه إلا انها اقل من مثيلاتها الموجـوده في بروتـين البيض والحليب . كمـا اوضحـت الدراسـة انخفـاض نسـبة فعاليـة الـبروتين المحسـوبه (١) وقابلية الهضم خارج الجسم (٦٠ر٧٤٪) لدقيق بذرة البان منزوع الدهـن واحتـواءه علـى مضـادي انزيمـي التربسـين (٤٦ر٤٨ وحـدة نشـاط مثبـط الانزيـم/ملجـم بروتـين) والكيموتربسين (٥٧ر٥ وحدة نشاط مثبط الانزيم/ملجم بروتين) إلا أنه امكـن وبدرجـة كبيرة الحد من نشاط هذان المثبطان حراريـاً بالغليـان في المـاء لمـدة ٤٠ و ٢٠ دقيقـه علـى الترتيب .

ABSTRACT

Nutritional Value and Thermal Stability of Trypsin and Chymotrypsin Inhibitors in the Protein of Al-Ban (Al-Yassar) Seeds

Amal Abdullah Saad Al-Hussain

This study was conducted on the Al-Ban (Al-Yassar) oilseed which grows in north and south of Higaz region of Saudi Arabia. Data showed that Ban oilseed contained good percentage of protein (28.29%) and oil (50.85%). The defatted flour of the seed contained high percentage of protein (53.75%) and all the essential amino acids. The quantity of histidine in Al-Ban was higher than that in okra, bean, milk and egg. Generally, the quantity of the other essential amino acids in Ban except lysine, threonine and tryptophan was higher than their counterpart in sesame, cotton, sunflower, okra and soybean seeds, however, they were less compared to milk and egg. 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 inacitvated by boiling water for 30 and 20 min, respectively.

الباب الأول

المقدمـــــة

هناك حاجة ملحة تدعو الى تنـوع مصـادر البروتين وخاصـة في الأقطـار الناميـة ، حيث تتواجد البروتينات النباتيه التي يمكن أن تلعب دوراً مهماً في تغذية الإنسان ، ولقد تم اقتراح العديد من المصادر البروتينيه من البقوليات والحبوب الزيتيـه (Weber et al., 1977) ولكن العادات الغذائية من بين العوامل التي ادت الى الحد من فائدة هذه المصادر .

إن إستعمال النباتات من اجل إنتاجية عالية من البروتين يمكن أن يساعد في تحسين المأخوذ البروتيني لمثل هذه المجتمعات ، وبالرغم من أهمية المصـادر النباتيـه البروتينيـه إلا أن غالبيتها منخفض القيمة الحيوية كمـا يحتـوي البعـض الآخـر منهـا علـى مركبـات مضـادة للتغذية Antinutritional factors (Weber et al., 1977) لذا يجـب إجـراء دراسـات اوليـة على هذه النباتات لمعرفة قيمتها الحيويه ودراسة العوامل المضاده للتغذيه ، خاصة مضـادات انزيمي التربسين والكيموتربسين والتي تحد من الاستفادة من البروتين النباتي .

تنتمـي شـجرة البـان (اليســر) *Moringa peregrina* الى عائلـة Moringacease وتنتشر هذه الشجرة في شمال وجنـوب منطقـة الحجـاز بالمملكـة العربيـة السعوديـــــــة (Al-Yayha et al., 1990) ويسـتعمل زيتهـا في شمـال الحجـاز ، وتحتـوي بذورهـا علـى كميات كبيرة من البروتين والزيت وتعتبر بذلك مصدر جديد لهذيــن العنصريـن الغذائيـين (Al-Kahtani and Abou-Arab, 1993) . وبالرغم من انتشــار هـذه الشـجرة في المملكـة العربية السعودية واستعمال بذورها كمصدر للزيت إلا انه لم تجرى دراسات عليها لمعرفـة قيمتهـا الغذائيـة وكذلـك لمعرفـة المركبـات المضـادة لانزيمـــي التربســين (Trypsin) والكيموتربسين (Chymotrypsin) بإستثناء دراسة القحطـاني (Al-Kahtani, 1995) علـى انزيم التربسين .

إن نوعية البروتين (القيمة الغذائية) هي مقدرة البروتين لمقابلة احتياجات الحيوان أو الانسان الغذائية للنيتروجين غير الاساسي والاحمـاض الامينيـه الاساسية ، ويمكـن قياسـها جزئياً بنظام الاحماض الامينية وعلاقتـه باحتياجـات الانسـان مـن هـذه الاحمـاض وجزئيـاً بقابلية البروتين للهضم .

يمكن تقدير قابليـة الهضـم لأي بروتـين غذائـي بواسـطة عـدة طـرق مـن ضمنهـا استخدام حيوانات التجارب إلا أن هذه الطرق مكلفه وتحتاج الى وقـت طويـل، وبالمقـابل امكن استخدام طرق اخرى لتقدير القيمة الغذائية للبروتين من ضمنها طريقة نسـبة فعاليـة البروتين المحسوبة Calculated Protein Efficiency Ratio (C-PER) والـتي تعتمـد علـى تقدير الاحماض الامينية الاساسـية ومعـامل هضـم الـبروتين خـارج الجسـم *in vitro* (Hsu et al., 1977) وقد لاقت هـذه الطريقـة قبـولاً في الاوسـاط العلميـة لكونهـا طريقـة اقتصادية وتنجز في وقت قصير كما أنها على درجة عالية من الدقة وتتساوى في ذلك مـع الطرق البيولوجيه المعروفة (Satterlee et al., 1979) ونظراً لإنتشار شجرة البـان في بعـض مناطق المملكة ومحتواها العالي من البروتين فقد كان الهدف من هذا البحـث تقديـر القيمـة الغذائية لبروتين بذرة البان باستخدام طريقة نسبة فعالية البروتين المحسوبـة (C-PER) ودراسة مثبطي انزيمي التربسين والكيموتربسين وتأثير الحرارة على نشاطهما .

الباب الثانـــــي

الدراسات السابقة

البذور الزيتيه

نشأت مشكلة نقص البروتين في مناطق العالم ذات الكثافه السكانيه العالية نتيجة للإعتماد المكثف على الحبوب النشويه والمحاصيل الجذريه لتغطية الاحتياج من السعرات الحرارية ، وبالرغم من ان البذور الزيتيه والحبوب والبقوليات تحتوي على كميات كبيره من البروتين وعلى مستويات متفاوته مابين المتوسطه والعاليه من اللايسين (Lysine) لتعادل النقص في النشويات إلا أنها تستخدم لتغذية المواشي والحيوانات وذلك بسبب قتامة لونها وعدم استساغة طعمها واحتوائها على نسبة عالية من الألياف (Sarwar et al., 1978) وتعد البذور الزيتيه والبقوليات من المحاصيل المتوقع ان تكون مصدراً للبروتين في المستقبل. تمد المنتجات الحيوانيه ومنتجات الأسماك ثلث الاحتياج الكلي للبروتين الغذائي بينما تمد البروتينات النباتيه من ٥٠ الى ٧٥٪ من الاحتياج الكلي للبروتينات (Karakoltsidis and Constantinides, 1975) . وتعد الحبوب النشوية والبذور الزيتيه والبقوليات الثلاث مجموعات النباتيه التي توفر معظم بروتينات العالم (Dimler, 1971) ، وبالرغم من انخفاض نسبة بعض الاحماض الامينيه الاساسيه لمعظم البروتينات النباتيه إلا أنها تشكل المصدر الاساسي للبروتينات المتناوله في معظم انحاء العالم والتي تعاني من نقص البروتين الحيواني (Karakoltsidis and Constantinides, 1975) لذلك فإن الحاجه ملحه لتنوع مصادر البروتين وخاصة في الاقطار الناميه حيث قد تلعب البروتينات النباتيه دوراً مهماً في تغذية الانسان ، ولقد تم اقتراح العديد من المصادر البروتينيه من البقوليات والحبوب الزيتيه (Weber et al., 1977) ولكن العادات الغذائيه من بين العوامل التي ادت الى الحد من فائدة هذه المصادر .

تحتل البذور الزيتيه مكاناً متميزاً في الوطن العربي في مجال الأمن الغذائي ، إذ تعد من المحاصيل الاقتصاديه الهامه . فبالإضافه الى دورها كمصدر هام للزيوت ولإنتاج سلع هامه كالصابون والكسب ، فإنها اساساً مهمه في غذاء الانسان بإعتبارها مصدر جيد للبروتين النباتي ، ومصدرمركز للطاقه وكذلك لغناها بالمعادن (الكالسيوم والفسفور

والحديد) ومصدر لبعض الفيتامينات لذلك نجد أن استهلاك بذورها وزيتها في تزايد مستمر (جامعة الدول العربية ، ١٩٩١) .

تزرع في الوطن العربي عدة انواع من البذور الزيتيه الحوليه اهمها بذرة القطن والفول السوداني والسمسم ودوار الشمس ، وهناك ايضاً بعض المحاصيل الواعده مثل فول الصويا والقرطم "العصفر" والسلجم "الكولزا" هذا بالإضافه الى الثمار الزيتيه التي تنتجها اشجار الزيتون والتي تمثل المساحه التي تشغلها مركز الصداره بين محاصيل البذور والثمار الزيتيه اذ تبلغ حوالي ٢ر٣ مليون هكتار (٦٠٪ منها في تونس) تساهم بنحو ٣٥٪ من انتاج الوطن العربي من الزيوت النباتيه تليها بذرة القطن (نحو ١ر٢ مليون هكتار) والسمسم (١ر٢ مليون هكتار) والفول السوداني (٧ر مليون هكتار) ودوار الشمس (٢ر مليون هكتار) بينما لاتتعدى المساحة التي يشغلها اي من المحاصيل الأخرى ٥٠ الف هكتار . هذا وقد بلغت المساحة الكلية للبذور الزيتيه (عدا القطن) نحو ١ر٩ مليون هكتار عام ١٩٧٥م وزادت الى ٢ر١ مليون هكتار عام ١٩٨١ وتوقعت دراسات الأمن الغذائي ان تصل المساحه الى مايزيد قليلاً عن ٣ مليون هكتار عام ١٩٨٥م إلا انها لم تزد عما كانت عليه عام ١٩٧٥ (جدول ١) ولكنها بدأت في الزيادة في عام ١٩٨٨ (٧ر٢ مليون هكتار) ووصلت الى الرقم الذي قدرته دراسات المنظمة العربية للتنمية الزراعية وهو ٣ مليون هكتار عام ١٩٨٩ [جدول ١] (جامعة الدول العربية ١٩٩١) .

البان (اليسر)

تنتمي شجرة البان (اليسر) *Moringa peregrina* الى عائلة *Moringacease* وتنتشر هذه الشجرة في شمال وجنوب منطقة الحجاز بالمملكة العربية السعودية (Al-Yayha et al., 1990) ويستعمل زيتها في شمال الحجاز وتحتوي بذورها على كميات كبيره من البروتين والزيت ، فقد درس القحطاني وابوعرب (Al-Kahtani and Abou-Arab, 1993) التركيب الكيميائي لبذرة البان ووجدا انها تحتوي على بروتين وزيت وكربوهيدرات ورماد ورطوبة بنسبة قدرها ٨ر٢٣، ٣ر٥٤ ، ٩ر١٨ ، ٠٦ر٣ و ٦٠ر٢٪ على الترتيب .

جدول (١) : جملة مساحة وانتاج البذور الزيتيه (بما فيها بذرة القطن) في الوطن العربي

السنوات / الدولة	١٩٧٥		١٩٨٥		١٩٨٦		١٩٨٧		١٩٨٨		١٩٨٩	
الدولة	المساحة*	الانتاج**	المساحة	الانتاج	المساحة	الانتاج	المساحة	الانتاج	المساحة	الانتاج	المساحة	الانتاج
الاردن	٠ر٣٠	٠ر١٠	٠ر١٧٠٠	٠ر١٠	٠ر٠٧	٠ر٠٢	٠ر٠٥	٠ر٠٢	٠ر١٠	٠ر٠٤	٠ر٠٥	-
سوريا	٤٦ر٨٤	٣٠٣ر٠١	٥٨ر٠٠	٢٧٥ر٤٠	٥١ر٨٠	٣٢٦ر٠٠	٥٩ر٣٠	٢٨٤ر٢٠	٢٢١ر٠٠	٣٢٧ر٠٠	٢٠٣ر٠٠	٣٠٩ر٠٠
العراق	٢٠ر٢٩	٢٧ر١٨	٣١ر١٠	٢٤ر١٠	٢٩ر٢١	٣٤ر٨٠	٢٩ر٦٣	٢٨ر٩٠	٣١ر٠٢	٣١ر٢١	٥٧ر٤٧	٤٥ر٤٠
لبنان	١٠ر٠٠	٧ر٠٠	١ر٠٠	٢ر٠٠	١ر٠٠	٢ر٠٠	١ر١٥	١ر٥٦	١ر٠٠	٢ر٠٠	١ر٠٠	٢ر٠٠
اليمن	١٢ر٩١	٣١ر٤٩	١٣ر٢٢	١٠ر٤٨	١٢ر٣٥	١٠ر٣١	١٥ر٧٣	١١ر١٨	٢٥ر٠٠	٢٣ر٦٠	٢٩ر٠٩	٢٦ر٢٠
السعوديه	١ر٧٥	٠ر٤٦	٣ر٨٩	٣ر٧٤	٢ر٦٥	٢ر٠٤	٤ر٠٤	٣ر٢٤	٤ر٠٠	٣ر٠٠	٤ر٠٠	٣ر٠٠
الجزائر	٢ر٩٦	١ر٦٨	٣ر٨٩	١ر٤٢	٠ر٧٠	٠ر٦٦	١ر٠٠	٠ر٩٩	٧٠ر	٠ر٧٠	١ر٠٠	١ر٠٠
ليبيا	٦ر٨٥	١٢ر٥٠	٧ر٠٠	١٤ر٠٠	٧ر٠٠	١٤ر٠٠	٧ر٢٥	١٤ر٠٠	٧ر٠٠	١٤ر٠٠	٧ر٠٠	١٤ر٠٠
مصر	٣٠ر٦٧	٧٣٤ر٠٠	٩٤ر٦٠	١٠٠١ر٩٠	٧٧ر٥٠	٨٩٠ر٠٠	٧٠ر١٤	٧٧٩ر٠٠	٨٣ر٨٧	٧٥٨ر٠٠	٨٠ر٥٩	٦٩٥ر٠٠
المغرب	٥٣ر٢٠	٥٤ر٨١	٥٨ر٧٠	٦٧ر٨٩	٦٩ر١٠	٨٥ر٧٢	٨٦ر٧٠	١٠٤ر٨٠	١٢٩ر١٠	١٣٢ر٥٠	١٦٠ر٠٠	١١٥ر٦٠
السودان	١٦٨٥ر٠٤	١٥٩١ر١٠	١٥١٦ر٦٢	٩٤٨ر٠٠	١٤٨٥ر٠٠	٧٩٦ر٠٠	١٥٠٣ر٦٠	٩٥٨ر٠٠	٢٠٨٤ر٠٣	١٠٠٠ر٠٠	٢٣٤٣ر٢٧	١١٦١ر٠٠
الصومال	-	٤١ر٨٢	١٠٧ر٢٠	٦٧ر٧٠	١٠١ر٢٠	٥٥ر٠٠	١٠٨ر٩٠	٥٢ر٦٠	١١٣ر٠٠	٥٣ر٠٠	١١٥ر٠٠	٥٤ر٠٠
موريتانيا	-	١ر٠٠	٢ر٠٠	٢ر٠٠	٢ر٠٠	٢ر٠٠	٢ر٤٠	١ر٩٠	٢ر٠٠	٢ر٠٠	٠ر٣٠	٢ر٠٠
فلسطين	-	-	١ر٠٨	٠ر٣٩	١ر٢٥	٠ر٤٠	١ر٠٩	٠ر٣٩	١ر٠٩	٠ر٣٩	١ر٠٩	٠ر٣٩
المجموع	١٨٧٠ر٨١	٢٨١٦ر١٥	١٨٩٨ر٥٧	٢٥١٩ر١٣	١٨٤٠ر٩٣	٢٢١٨ر٩٥	١٨٩٠ر٩٨	٢٢٤٠ر٧٨	٢٧٠٢ر٩١	٢٣٤٧ر٤٤	٣٠٠٥ر٥٦	٢٤٧٨ر٧٩

* المساحة بالألف هكتار

** الانتاج بالألف طن

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية ، المجلدات ٢ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ .

القيمة الغذائية للبروتين وطرق تقديرها

The Nutritive Value of Protein and Its Determination

تختلف القيمة الغذائية للبروتين حسب محتواه من الاحماض الامينيه الاساسية وبناءاً علىذلك فقد قسمت البروتينات الى بروتينات عالية القيمة الغذائية وهي التي تحتوي على كافة الاحماض الامينيه الاساسية وبالكميات التي تفي باحتياجات الجسم ويشمل ذلك بصورة عامه كافة البروتينات الحيوانيه ، وبروتينات منخفضة القيمة الغذائية وهي التي ينقصها واحد أو اكثر من الاحماض الامينيه الاساسية او تكون كميه واحد أو اكثر من هذه الاحماض قليلة ولاتفي باحتياجات الجسم ويدخل تحتها كافة البروتينات النباتيه . وتشمل الطرق المستخدمه لتقدير القيمة الغذائية للبروتين طرقاً حيويه Biological methods وطرقاً كيميائيه Chemical methods ، وظهرت خلال السبعينات من القرن الحالي طرق سريعة واعده تستخدم محتوى البروتين من الاحماض الامينيه الاساسية وقابلية هضم البروتين خارج الجسم لتقدير القيمة الغذائية للبروتين .

الطرق الحيوية لتقدير القيمة الغذائية للبروتين

تقسم الطرق الحيويه لتقدير القيمة الغذائية للبروتين الى قسمين : طرق تعتمد على تغيرات المحتوى النيتروجيني للجسم وأخرى تعتمد على تغيرات وزن الجسم .

القيمة الحيويـــة

استخدمت هذه الطريقة لأول مره عام ١٩٠٩ بواسطة العالم ثوماس (Thomas, 1909) ، وأصبح يستخدم مصطلح القيمة الحيويه مرادفاً لمصطلح نوعية البروتين واستخدم ميتشل (Mitchell, 1924) الفئران الصغيره الناميه لقياس القيمه الحيويه للبروتين . ولقد اشار ماكلان (Mclaughlan, 1972) الى انه بالرغم من بساطة المعادله المستخدمه في تقدير القيمة الحيويه إلا أنه يصعب استخدام هذه الطريقة كإجراء روتيني لتقدير القيمه الحيويه للبروتين . يعبر عن القيمة الحيويه في العادة بالمعادلتين التاليتين :

$$\text{القيمة الحيوية} = \frac{\text{النتروجين المحتجز}}{\text{النتروجين الممتص}} \times ١٠٠ \qquad (١)$$

$$\text{القيمة الحيوية} = \frac{\text{النتروجين المتناول} - (\text{نتروجين البراز} - \text{النتروجين التمثيلي}) - (\text{نتروجين البول} - \text{نتروجين البول التمثيلي})}{\text{النتروجين المتناول} - (\text{نتروجين البراز} - \text{النتروجين التمثيلي})} \times ١٠٠$$

ولقد قدر ميتشل (Mitchell, 1924) القيمة الحيويه للشوفان باستخدام فئران تجارب وزنها ٩٤ جم ٠

نسبة فعالية البروتين Protein Efficiency Ratio (PER)

استخدم مصطلح نسبة فعالية البروتين لأول مره عام ١٩١٩م (Osborne et al.,1919) ، ونسبة فعالية البروتين هي الوزن الذي يكتسبه الحيوان لكل جرام من البروتين المستهلك٠ كانت تعطي مستويات مختلفه من النتروجين عند بداية استخدام هذه الطريقة ثم تحسب نسبة فعالية البروتين القصوى بحيث يعطي النتروجين المتناول الامثل الحد الاقصى للنمو في الجسم (Barnes et al.,1945) ٠ وتعتمد هذه الطريقه على تغذية الفئران (في طور النمو) على وجبه تحتوي على نسبة بروتين مقدارها ١٠٪ وعلى حيوانات ناميه عمرها ٤ اسابيع وتجرى التجربه لمدة ٢٨ يوماً٠ وبالرغم من أن هذه الطريقة سهله وبسيطه إلا أن لها بعض المساوىء ، فلقد اثبت بارنيز وآخرون (Barnes et al., 1945) أن قيم نسبة فعالية البروتين تختلف طبقاً لمستوى البروتين في الوجبه٠ ووجد موريسون وكمبل (Morrison and Campbell, 1960) أن اعلى قيمة لنسبة فعالية البروتين للكازين كانت عندما اعطيت الفئران الكازين بنسبة ٧٪ في الوجبة ٠ وعلى العكس من ذلك فإن البروتينات النباتيه اعطت اعلى قيمه لنسبة فعالية البروتين عندما كانت نسبة هذه البروتينات في الوجبه ١٥٪ ٠ إلا أن الطريقه الرسميه (AOAC, 1990) تشترط أن تكون نسبة البروتين في الوجبه ١٠٪ ٠ كما وجد أن نسبة فعالية البروتين تختلف باختلاف سلالة وجنس الفئران المستخدمه لإجراء التجربة (Morrison and Campbell,1960) ٠ واثبت شور (Sure, 1955) والباحثين المذكورين ان نسبة فعالية البروتين تنخفض بزيادة فترة التجربة وعمر الفئران المستخدمة ٠ ووجد شامبان وآخرون (Champan et al., 1959) أن الظروف المثلى لإجراء هذه الطريقه يتم باستخدام فئران ذكور عمرها ٢١-٢٣ يوماً وأن تكون مدة اجراء التجربة ٤ اسابيع ٠ وذكر بندر ودول (Bender and Doell, 1957) أن من أهم مساوىء هذه الطريقه انها لا

تأخذ في الحسبان البروتين المستخدم في صيانة الجسم ، وتفترض هذه الطريقه ان كل البروتين المتناول يستخدم للنمو ، لذا فإن البروتين المستخدم للصيانة لايمكن تقييمه في هذه الطريقه . وبالرغم من هذه المساوىء فإن نسبة فعالية البروتين تعد طريقه معتمده لتقييم الجوده (القيمه) الغذائيه للبروتين منذ عام ١٩٦٠ (AOAC, 1990) .

نسبة الفعالية الكلية للبروتين Net Protein Ratio (NPR)

للتغلب على بعض مساوىء طريقة نسبة فعالية البروتين ، اقترح بندر ودول (Bender and Doell, 1957) استخدام طريقة نسبة الفعاليه الكليه للبروتين وتأخذ هذه الطريقة في الاعتبار استعمال البروتين لأغراض الصيانه وتعويض الانسجه التالفه بالإضافه الى استعماله في النمو . يستخدم في هذه الطريقه مجموعتان من حيوانات التجارب . المجموعة الأولى هي مجموعة التجربة (Experimental group) والمجموعة الثانيه هي مجموعة الضبط (Control group) . تعطي مجموعة التجربة وجبه غذائيه تحتوي على البروتين المطلوب دراسة قيمته الحيويه ويراعى استخدام نفس الشروط المذكوره في طريقة نسبة فعالية البروتين من حيث مدة التجربه وعمر الحيوانات وجنسها . اما المجموعة الثانيه فتعطي وجبه غذائيه مشابهه لوجبة المجموعه الأولى عدا انها خاليه تماماً من البروتين Protein-free diet وتوضح المعادله التاليه نسبة الفعاليه الكلية للبروتين :

$$\text{نسبة الفعالية الكلية للبروتين} = \frac{\text{معدل الزياده في وزن حيوانات التجربه(جم)} + \text{معدل النقص في وزن حيوانات مجموعة الضبط(جم)}}{\text{معدل وزن البروتين المستهلك}}$$

لذا فإن البروتين المستخدم لأغراض الصيانه أُخذ في الاعتبار في هذه الطريقه .

صافي استخدام البروتين Net Protein Utilization (NPU)

كان كل من بندر وميلر (Bender and Miller, 1953) أول من اقترح استخدام طريقة صافي استخدام البروتين . وهذه الطريقه مشابهة لطريقة نسبة الفعاليه الكلية للبروتين عدا انه يستخدم فيها النتروجين المحتجز في الجسم بدلاً من وزن الجسم . وتستخدم فيها حيوانات التجارب والتي يجرى قتلها وتحليل وقياس كمية النتروجين في جسمها . ويجرى تقدير القيمة الغذائيه للبروتين بهذه الطريقه باستعمال المعادله التالية :

$$\text{صافي استخدام البروتين} = \frac{\text{النتروجين المحتجز}}{\text{النتروجين المتناول في الغذا}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{\text{نتروجين الجسم} - \text{نتروجين الجسم في مجموعة الضبط}}{\text{النتروجين المتناول}} \times ١٠٠$$

وتأخذ هذه الطريقه في الاعتبار كل من القيمة الحيويه للبروتين وكذلك معامل الهضم . ولقد اشار كل من موريسون وآخرون (Morrison-et-al.,1963) وماكلان (Mclaughlan,1972) الى أن قيم صافي استخدام البروتين تعتمد على مستوى البروتين في الوجبه والذي ينشأ عادة عن العلاقة بين نسبة الطاقة والبروتين .

الطرق السريعه لتقدير القيمة الغذائيه للبروتين

تقدير الحامض الأميني ووفرته Amino acid determination and availability

يعد تقدير الأحماض الامينيه للبروتين اساس لأي تقدير تقريبي لجودة البروتين معملياً ، ويمكن الحصول على القيم الحقيقيه لتركيب الأحماض الامينيه لبروتينات الغذاء بواسطة التحليل الحمضي بالتخفيفات العاليه يتبعه الفصل بواسطة الكروماتوجراف (Column Chromatography) مع المراعاة الخاصة عند تقدير ثلاث من الاحماض الامينيه السستين (Cystine) والميثونين (Methionine) ، والتربتوفان (Tryptophan) حيث أنها تتكسر جزئياً خلال العمليه الطبيعيه لتحليل البروتين . ولايعد تقدير مكونات الحامض الاميني وحده كافياً لتقدير التغيرات في جودة البروتين خاصة بالنسبه للأغذيه المصنعه ، ووفرة الأحماض الأمينيه في الجسم تشكل صعوبة بالنسبة للإعتماد على القيم الكيميائية للأحماض الأمينية فقط . وهنالك العديد من الطرق الغرض منها تقدير وفرة الحامض الاميني مثل طريقة fluoro-2,4-dinitrobenzene (FDNB) ، والطرق الميكروبيولوجيه والهضم الانزيمي خارج الجسم (Menden and Cremer,1970) .

الرقم الكيميائـــي Chemical Score

يعد بلوك وميتشل (Block and Mitchell , 1946) من اوائل الباحثين اللذين قدما طريقة ناجحه ومعقوله لتقدير الرقم الكيميائي (Chemical Score) للبروتينات والمعتمده على محتواها من الاحماض الامينيه ، حيث استخدما بروتين البيض الكامل كبروتين مرجعي وتحتسب النسب المئويه لكل حمض اميني اساسي في البروتين قيد التجربه بالنسبه لمثيله في بروتين البيض الكامل ويكون الرقم الكيميائي هو اقل هذه النسب الناتجه ، ويعد الرقم الكيميائي مؤشر لجودة البروتين فكلما قلت قيمة الرقم الكيميائي كلما كان البروتين فقيراً كمصدر للأحماض الامينيه الاساسيه ، بينما كلما ارتفع الرقم الكيميائي كلما كانت قيمة البروتين الغذائيه عاليه .

وخلال الفترة مابين ١٩٤٦ و ١٩٤٧ وجد كلاً من بلـــــــــــوك وميتشل (Block and Mitchell, 1946) ان هناك ارتباط جيد بين الرقم الكيميائـــــــي Chemical Score والقيمة الحيوية Biological Value ، وبالرغم من وجود بعض السلبيات إلا أن التجارب الحيويه العامه وضحت ان الرقم الكيميائي يعمل على تقدير القيمة الحيوية Biological Value . وبسبب العديد من التناقضات في طرق الرقم الكيميائي Chemical Score ، فقد طور أوســـــر (Oser, 1951) معاملاً Index موحداً وقد استخدم المتوسط الهندســـــــــــي Geometric Mean لنسب البيض لتقدير القيمه الحيويه (BV) للبروتين . وأجرى ميتشل في عام ١٩٥٤ (Mitchell, 1954) تعديل بسيط لمعامل اوسر (Oser) وذلك بحذف الارجنين Arginine من الحسابات ، ولكن لاتزال هذه الطريقه الأفضل في تقدير القيمه الحيويه (BV) الى مستوى مقارب لتقديرات الرقم الكيميائي Chemical Score .

تعتمد القيمة الغذائيه للبروتين اولاً على توفير المتطلبات لتغطية الاحتياجات من النتروجين والاحماض الامينيه الاساسية . ومنذ ان وضع البيض كأحد البروتينات ذات القيمه البيولوجيه العاليه اصبح مرجع اصلي قياسي في مهام التسجيل . اقترحت دراسات منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية (FAO/WHO, 1973) طريقه جديده تعتمد على التقديرات الحالية لاحتياجات الانسان من الأحماض الامينيه ، وسجلت طرق

الاحماض الامينيه المرجعيه (القياسيه) التي استخدمت بواسطة منظمة الزراعة والاغذية ومنظمة الصحه العالمية (FAO/WHO, 1973) ونظام البيض الكامل ، وبالرغم من مزايا رقم الحامض الاميني Amino acid score والتي تتضمن التبسيط والمطابقه للحامض الاميني المحدد إلا ان لها بعض السلبيات والتي تشمل عدم تقدير وفرة الحامض الاميني وعدم مقدرتها على التعرف على وجود مواد سامه في البروتين (Pellett, 1978) .

الطرق الميكروبيولوجيه

ان استخدام الطرق الميكروبيولوجيه تتفاوت من استخدام الكائنات الدقيقه لتجارب الاحماض الامينيه الفرديه في محللات البروتين الى استخدام الكائنات الدقيقه بإنزيماتها الخاصة المحلله للبروتين لتجربة البروتينات مباشرة ، ويمكن استخدام الطريقه الأخيره كمؤشر للوفره. واستخدمت *Tetrahymena pyriformis* لتقدير جودة (نوعية) البروتين منذ سنين عديده ، وعموماً تستخدم هذه الطريقه مرتبطه مع الطرق السريعه لإيجاد هضميه البروتين من اجل اعطاء نتائج مرضيه (Pellett, 1978) .

نسبة هضميه البروتين خارج الجسم In vitro protein digestibility

تم تطوير العديد من التجارب التي يمكن ان يعتمد عليها وذلك لمتابعة الهضم خارج الجسم *In-vitro* وذلك لقياس نوعية البروتين (القيمة الغذائيه). (Block and Mitchell 1946; Oser ,1951) . اوضح هيل وشميدت في دراسة مشجعه (Hill and Schmidt, 1962) انه قد يكون التحليل الانزيمي الكامل للبروتينات Proteolysis عملياً وسريعاً عندما يستخدم البابين Papin ، وقد وجد أنه تحت الظروف الملائمة يمكن تحليل معظم البروتينات بواسطة البابين مقارنة بالببسين Pepsin والسبتليسين Subtilisin أو الخليط من التربسين والكيموتربسين ، كما يمكن اكمال عملية التحلل المائي بواسطة Leucine amino peptidase and prolidase فيما استخدم تور وآخرون (Tower et al.,1962) التحليل الانزيمي في وجود محاليل البنكرياس Pancreatin لتحرر كلاً من الجلوتامين (Glutamine) والاسبراجين (Asparagine) من البروتينات . استنبط اكسون وستامان (Akeson and Stahmann, 1964) طريقة هضم باستخدام الببسين – بنكرياتين كمؤشر للتقييم السريع لجودة البروتين ، وقد حسب المؤشر index بواسطة

الاحماض الامينيه المتحرره بعملية الهضم خارج الجسم *in vitro* في وجود الببسين ثم اتبعت بالبنكرياتين Pancreatin بالاضافه لذلك سجل الباحثان بأنهما قدرا الأحماض الامينيه بواسطة التحلل الآلي للأحماض الامينيه Automatic Amino Acid Analysis ، مما سمح بتقييمات سريعة لجودة البروتين (القيمة الغذائيه) على عينات صغيره جداً . وصف كلاً من بشنان وبيرز (Buchanan and Byers, 1969) طريقة لهضم البروتين النباتي بواسطة البابين Papain باستعمال حامض الثيوجليكولك Thigolycolli acid كمنشط ، واقترح الباحثان ان تكوين المركبات التي تحتوي على النتروجين والتي تتكون عندما يستعمل سيانيد البوتاسيوم Potassium cyanide كمنشط للبابين ربما يكون السبب لبعض التناقضات التجريبيه التي لوحظت .

ودرس ماجا وآخرون (Maga et al., 1973) معدلات التحلل المائي "تميؤ" لبعض العينات التجاريه لكازينات الصوديوم ودقيق الفول السوداني منزوع الدسم peanut ودقيق بذرة القطن منزوع الدسم ، ومركز بروتين السمك ، وبروتينات فول الصويا المعزوله ، وقد استعمل الباحثون التربسين لدراسة معدلات التميؤ وقد استنتجوا أن طريقة التميؤ في الهضم خارج الجسم دليل جيد لقابليات الهضم بالنسبة لبعض البروتينات والتي استعملت في دراستهم .

قدر ساندريس وآخرون عام ١٩٧٣ (Saunders et al., 1973) النسبة الهضميه لمركز بروتين البرسيم alfalfa باستخدام طريقة الهضم خارج الجسم معملياً باتباع طريقتين : البابين والببسين - بنكرياتين ، الببسين - التربسين . وقد اعلنوا ان النتائج المتحصل عليها باستخدام هذين النظامين في وجود الببسين لها درجة ارتباط عالية مع تغذية الفئران *in vivo* بينما تم الحصول على ارتباط ضعيف عند استخدام البابين Papin للهضم .

استعرض ساترلي وآخرون عام ١٩٧٧ (Satterlee et al., 1977) اثنين من الطرق السريعه التي طورت بواسطة مجموعة من الباحثين في مجال الأغذيه البروتينيه بجامعة نبراسكا الأمريكية (Nebraska) وقد ربطت هاتان الطريقتان بصوره نظاميه بنسبه فعالية البروتين

PER وذلك من اجل تزويد مصانع الأغذيه بطرق فاصله لحل مشاكل ضبط الجوده النوعيه وبطاقات Labeling بيانات الأغذيه ، وتعتبر قابليه هضم البروتين خارج الجسم *in vitro* ذات الاساس الانزيمي احدى التجارب التي تمنح علماء التغذيه ليس فقط تقدير جودة البروتين (نوعية البروتين) ولكن ايضاً تعطي بيانات توضح اسباب ارتفاع وانخفاض الجوده وذلك عن طريق اما قابليه هضم عاليه او منخفضه للبروتين او عن طريق نقص او توفر احد او العديد من الاحماض الامينيه الاساسيه . فيما استخدم الببسين فيما مضى من قبل شفنير وآخرون عام ١٩٥٦ (Sheffner et al.,1956) بينما استخدم التربسين من قبل ماجا عام ١٩٧٣ (Maga et al.,1973) والبابين من قبل بشنان سنة ١٩٦٩ (Buchanan, 1969) وأخيراً تم استخدام المجموعه المكونه من التربسين والكيموتربسين والببتاديز Peptidase من قبل هوسو وآخرون (Hsu et al.,1977) في خطوة واحده بينما استخدم كلاً من مارون وآخرون واكسون وستامان (Mauron et al.,1955;Akeson and Stahmann, 1964; Stahmann and Woldegiorgis, 1975) وستامان وولديجورجس اولاً الهضم الأولي للببسين Peptic predigestion للبروتين ثم اتبعوها ثانياً بتحلل مائي بواسطة البنكرياتين Pancreatin او التربسين (Saunders et al., 1973) . وتعتبر نسبة الانزيم الى مادة التفاعل في التجربة (Enzyme: Substrate, E:S) من أهم العوامل المتغيره في طرق الهضم خارج الجسم *in vitro* ونتيجة لاستخدام معظم محاليل الانزيمات بنشاطاتها الخاصه والمختلفه اصبح من الصعب مقارنة طرق الهضم على هذا الاساس . وجد كلاً من ستينهارت وكيرجيسنر (Steinhart and Kirchgessner 1973 b) أن نسبة الانزيم الى مادة التفاعل في التجربة لها تأثير على معدل التفاعل وعلى حجم الببتيدات Peptides الناتجه .

تطورت تجارب الهضم خارج الجسم *in vitro* والمتميزه بالسرعة وقلة التكلفة مقارنة بالتجارب الحيوانيه التي تعتبر غير مناسبة للضبط الروتيني للجودة الغذائية لبروتينات الاغذية او المكونات التجارية وتعتمد كل طرق الهضم خارج الجسم *in vitro* على استخدام الانزيمات المحلله للبروتين لارتباطها بهضم البروتين داخل الجسم *in vivo* ، ومن افضل الطرق المعروفة تلك التي طورت بواسطة ساترلي (Satterllee et al., 1979) ومجموعته المشاركة والتي استخدمت فيها انزيمات عديده ، حيث تم حساب معدل

انخفاض درجة الاس الهيدروجيني pH بعد ٢٠ دقيقة من التحضين وذلك باستخدام اربع انزيمات هاضمة للبروتين Proteolytic enzymes (Swaisgood and Catignani,1990) بينما قدر كلاً من قاثير وآخرون وفاشون وآخرون (Gauthier et al., 1982; Vachon et al., 1982,1983) تأثير المعالجة القلوية للبروتين على قابلية هضم البروتين والتحرر الانزيمي للأحماض الامينيه ، ولهذا الغرض فان طريقة الهضم خارج الجسم *in vitro* والديلزه Dialysis نشأت معتمده على الفكرة الاصليه لكلاً من مارون وآخرون وستينهرت وكيرشجيسنور (Mauron et al.,1955; Steinhart and kirchgessner, 1973a) . قدر مكدونف وآخرون (Mcdonough et al.,1990) قابلية الهضم الحقيقية لـ ١٧ مصدر بروتيني من المصادر الحيوانية والنباتية والأغذية المختلطه . وذلك باستخدام ثلاثة أنزيمات هاضمه وطريقة الأس الهيدروجيني الثابت pH stat . وزعت نفس العينات على ٦ معامل مختلفة وزود كل معمل بكازينات الصوديوم القياسيه وأنزيم التربسين والكيموتربسين والببتديز . ومن ثم حسبت نسبة قابلية الهضم بعد معايرة المحلول الناتج من عملية الهضم بالأنزيمات . ووجد أن المتوسط النسبي للانحرافات المعيارية لمكررات ١٦ عينة لايزيد عن ١٪ . واستنتجوا أن تقدير قابلية الهضم باستخدام الثلاث انزيمات الهاضمة يمكن تكرارها وبكفاءة عالية وذلك لتقدير قابلية الهضم للمصادر البروتينية المختلفة .

نسبة فعالية البروتين المحسوبة Calculated Protein Efficiency Ratio(C-PER)

يعد استخدام حيوانات التجارب ومعرفة الاحماض الامينية للبروتين مهماً عند تقدير قيمته الحيويه إلا أن هذه الطريقة مكلفة وتحتاج الى وقت طويل وبالإمكان اختصار الوقت وتقليل التكلفة الاقتصادية عند تقييم القيمة الحيوية للبروتين بإستخدام معايير مزدوجه تتمثل في تقدير الاحماض الامينيه الاساسية للبروتين المراد اختباره وتقدير النسبة الهضمية للبروتين خارج الجسم *in vitro* . ولقد اشار الباحثون الى ان هذه الطريقة جيده وذات كفاءة تضاهي الطرق الحيوية وذلك عند استخدامها لتقييم نوعية البروتين (Hsu et al., 1977) . ولقد طور الباحثون (Hsu et al.,1977) طريقة سريعه وواعده لتقدير القيمة الغذائية للبروتين وذلك باستخدام عدد من الانزيمات البنكرياسيه التجارية النقية واضافتها الى معلق بروتيني عند رقم هيدروجيني يساوي ٨ ثم قياس التغير في رقم الاس الهيدروجيني في فترة زمنيه محدده (عادة بعد ١٠ دقائق) . واستخدم الباحثون

التربسين والكميوتربسين والببتديز peptidase واجريت الدراسة على ٢٣ مصدراً بروتينياً ومنتجاً غذائياً كان غالبيتها من مصادر نباتيه ولقد اثبتت النتائج دقة هذه الطريقة حيث كانت قيم نسبة فعالية البروتين المحسوبة متفقة مع نتائج التجارب الحيوية .

اجتمع العلماء المهتمين ببرامج الغذاء والتغذية بحضور ممثلين عن الجامعات والحكومة والمصانع في مدينة لينكولن Lincoln بالولايات المتحدة في فبراير من عام ١٩٧٧ لمناقشة الحاجة الى تجارب سريعة لتقدير القيمة الغذائية للبروتين ، وقد ناقش المجتمعون الطرق الحيويه المستخدمه للكائنات الحية الدقيقة Microorganisms والفئران او الانسان ، وكذلك الطرق التي تقدر الاحماض الامينية الاساسية وقابلية هضم البروتين خارج الجسم (Bodwell, 1977) . وقد ساعد اجتماع عام ١٩٧٧ في تركيز النقاش بين المجتمعين من علماء واخصائي تغذية حول الحاجه الى طريقة سريعة من اجل تقدير القيمة الغذائية للبروتين ، حيث تحتاج المصانع الى تجربة يوميه سريعه لضبط الجودة (القيمة الغذائية) مقارنة بالتجربة التي تستغرق ٢٨ يوماً وتكلف اكثر من ١٥٠ دولاراً للعينة والتي تستخدم الفئران لحساب نسبة فعالية البروتين PER والتي لاتخدم الحاجة السريعة لتلك المصانع .

ذكر روبايدك (Robaidek, 1983) ان استخدام الانسان لتقييم جودة البروتين (القيمة الغذائية) تعتبر من ادق التجارب ولكن مثل هذه التجارب مكلفه وتستغرق وقتاً اطول ، بينما تعتبر طريقة نسبة فعالية البروتين باستخدام الفئران Rat-PER من التجارب الحيويه الرسميه للجمعيه الرسميه لكيميائي التحليل (AOAC) ، ولكن من القيود الملازمه لهذه التجارب طول فترة التجربة والتكلفه الاقتصاديه واللذان يحدان من استخدامهما في تجارب ضبط الجودة الروتينيه .

وفي عام ١٩٧٨ وبعد العديد من الدراسات تم اختبار تجربة نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER على ٦٠ نوعاً من الأغذية ومكوناتها ، وطورت الجمعية الرسمية لكيميائي التحليل عام ١٩٨٢ (AOAC, 1982) هذه الطريقة لتستخدم معلومات عن قابلية الهضم خارج الجسم *In vitro* protein digestibility ومكونات الاحماض الامينية الاساسية للأغذية وذلك للتنبأ بالقيمة الحيوية للبروتين .

واجرى ساترلي وآخرون (Satterlee et al., 1977) دراسة مقارنة بين نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER ونسبة فعالية البروتين باستخدام فئران التجارب PER لخمس واربعين نوعاً من الاغذية البروتينيه ووجد الباحثون ان متوسط الفرق بين Rat-PER و C-PER لكل الاغذية كان ١٢ر٠ فقط .

وضح ساترلي (Satterlee, 1984) مميزات وسلبيات نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER مقارنة بنسبة فعالية البروتين باستخدام فئران التجارب Rat-PER فلقد ذكر ان مميزات هذه الطريقة تشمل مايلي :

- يمكن ان تتم تجربة تقدير نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER في اقل من ٧٢ ساعة مقارنة بنسبة فعالية البروتين باستخدام فئران التجارب Rat-PER والتي تستغرق ٢٨ يوماً .
- لاتتأثر نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER بالمكونات التغذويه والتي عادة تؤثر على نسبة فعالية البروتين باستخدام فئران التجارب Rat-PER والتي تشمل المحتوى البروتيني الاقل من ١٠٪ ، حيث تحتاج نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER الى اقل من ١ جرام بروتين ، بينما كمية من البروتين اقل من ٤٥٠ جم يمكن ان تستهلك بواسطة فئران التجارب ، كما أن الأغذية المحتويه على نسب عالية من الالياف والرماد والدهون والكربوهيدرات تؤدي الى صعوبة في اعداد وجبات الفئران ، ولاتتأثر نسبة فعالية البروتين المحسوب C-PER بالاضافات الغذائيه مثل المنكهات والبهارات والتي عادة تقلل من الاستهلاك الغذائي للفئران .
- تعطى نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER فكرة عن قابلية الهضم للبروتين ومحتواه من الأحماض الأمينية الأساسية وعن القيمة الغذائية للبروتين . أيضاً من ايجابيات هذه الطريقة أنها تعطي اشارة عن وجود مثبطات الأنزيمات الهاضمة للبروتينات في الأغذية الغير معالجة مثل دقيق فول الصويا . أما سلبيات الطريقة تشمل : أنها صممت لأنواع الأغذية المعروفة في الولايات المتحدة والتي تتراوح نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER فيها بين ٥ر٠ الى ٣ر٢٥ ، كما أن هذه الطريقة ليست حساسه بدرجة كافية للكشف عن المثبطات الأخرى غير مثبطات أنزيمات هضم البروتين وأخيراً تعطي بروتينات الغذاء المهضومة كلياً أو جزئياً نسبة C-PER أقل من طرق التقدير الأخرى .

ناقش ساترلي وآخرون (Satterlee et al., 1979) تجربتين تم اختبارهما على العديد من نوعيات الأغذية وقد استغرقت التجارب اقل من ٧٢ ساعة لاتمامها . كانت التجربة الأولى عبارة عن تحليل او تقدير نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER والتي استخدمت بيانات النسبة الهضمية للبروتين خارج الجسم *in vitro* والاحماض الامينيه الاساسية المكونه للبروتينات الخاضعة للتجربة . أن تقنية تجربة نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER غير معقده عند استخدامها مستويات مختلفة من البروتين او الدهون او اضافة البهارات في الطعام الذي يراد فحصه ، لذلك يمكن تطبيقها على نطاق واسع من المكونات الغذائيه المصنعه وتعتمد التجربة الثانية على نمو Protozoan *Tetrahymena thermophila* WH_{14} بإستخدام طريقة نسبة فعالية البروتين المقدرة بالاحياء الدقيقة T-PER وقد سجل الباحثون ان اخطاء تقدير طريقة نسبة فعالية البروتين المقدرة بالاحياء الدقيقة T-PER كبيرة اذا ماقورنت باخطاء تقدير نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER .

اجري بابجي وآخرون (Babji et al., 1980) دراسة مقارنة بين نسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER) ، ونسبة فعالية البروتين باستخدام فئران التجارب Rat-PER على ثلاث انواع من لحوم الدواجن المزال منها العظم آلياً وهي رقاب وظهور الدجاج الخام ولحم الدجاج المطبوخ ولحم الديك الرومي الخام ، وتوصل الباحثون الى أن الاساليب الحسابيه لنسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER باستخدام الاحماض الامينية الاساسية والنسبة الهضمية للبروتين اثبتت سرعة التقييم النوعي للبروتين ، كذلك اوضحت الدراسة ان طريقة نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER لها مميزات لاتقتصر فقط على السرعة وانخفاض التكلفة الاقتصادية وانما تشمل ايضاً مقدرتها على تحديد العوامل المسببه لارتفاع او انخفاض نوعية البروتين ، كذلك اثبتت الدراسة دقة طريقة نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER وذلك من النتائج المتقاربة جداً بين قيمتها وقيم نسبة فعالية البروتين PER التي حصل عليها من فئران التجارب .

اجريت دراسة مقارنة بين نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER ونسبة فعالية البروتين باستخدام فئران التجارب PER وذلك على ٣٣ عينة من انواع مختلفة من

الخضروات البروتينيه ، وذكر الباحثون ان النتائج المتحصل عليها باستخدام طريقة نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER لها درجة ارتباط عالية مع نسبة فعالية البروتين باستخدام فئران التجارب Rat-PER التي بلغت ٠ر٨٧١ ، وكذلك كانت قيم نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER لبروتينات الحبوب البقوليه اكبر من قيم نسبة فعالية البروتين باستخدام فئران التجارب Rat-PER ، في حين انها اعطت قيم اقل من قيم نسبة فعالية البروتين باستخدام فئران التجارب Rat-PER لخليط الاغذية المدعمة بالبروتين الحيواني ٠ (Wolzak et al., 1981)

كما قدرت القيمة الغذائية لبروتين شرائح لحم السمك rockfish (*Sebastes spp.*) المخزن في عبوات غير مفرغه air او في عبوات مفرغه من الاكسجين modified atmosphere (MA) باستخدام نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER ، ووجد الباحثون ان قيم نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER لعينات السمك الطازج المخزن في العبوات غير المفرغه أو المفرغه من الاكسجين مرتفعه مقارنة بنسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER للكازين القياسي (٥ر٢) ، ومن خلال هذه الدراسة توصل الباحثون الى ان المعاملات السابقة التي اجريت على لحم السمك لم تخفض من قيم نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER ٠ (Morey et al., 1982)

ذكر ساترلي وآخرون (Satterlee et al., 1982) ان النماذج المصممه لإيجاد نسبة فعالية البروتين المحسوبه C-PER قادرة على اعطاء تقديرات جيده للقيم الغذائية للبروتينات في مجموعة كبيرة من الأغذية ومكونات الاغذية ، وتظل الطرق الحيويه باستخدام الفئران هي الطرق الرسميه والمعتمده لتقدير قيمة البروتين الغذائيه في حين تستخدم طريقة نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER لمراقبة الجودة في مصانع الاغذية بصورة روتينيه وذلك لبروتينات الاغذية والمواد الداخله في تكوينها ٠

قدر صوايا وآخرون (Sawaya et al.,1984) قابلية الهضم خارج الجسم لحليب الابل والتي بلغت ٤ر٨١٪ وهي نسبة أقل من الكازين القياسي ANRC-Casein البالغة ٩٠٪ ، بينما بلغت نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER لحليب الابل ٦٩ر٢ وهي نسبة أعلى من الكازين القياسي ANRC-Casein والتي بلغت ٥ر٢ ٠ وسجل كلاً من بانت

وشاندرا (Pant and Chandra,1981) نتائج مشابهة للنتائج السابقة ، حيث وجدا أن معامل قابلية الهضم لكازين حليب البقر والكازين الصناعي وكازين حليب الابل كانت على التوالي ٧ر٩٥٪ و ٨٨٪ و ٩ر٧٧٪ . كذلك وجد الباحثان أن قيم نسبة فعالية البروتين PER لكازين حليب البقر والكازين الصناعي وكازين حليب الابل ٨٥ر١ و ٦١ر١ و ٠٥ر٢ على التوالي . وقد أعزى انخفاض قابلية الهضم خارج الجسم المسجله لحليب الابل مقارنة بحليب البقر الى الاختلافات في الشكل التنظيمي للبروتين في كلاً من حليب الابل وحليب البقر (Sawaya et al., 1984) . أما القيم العالية لنسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER ونسبة فعالية البروتين باستخدام الطرق الحيوية PER والتي سجلها بانت وشاندرا (Pant and Chandra,1981) في حليب الابل قد تكون نتيجة لاحتواء حليب الابل على احماض امينية كبريتيه بكمية أعلى من المصادر الأخرى وهذه الأحماض الأمينية تعتبر من الأحماض الأمينية المحدودة limiting amino acids في الحليب عموماً .

أجرى صوايا وآخرون (Sawaya et al., 1985) دراسة لتقدير القيمة الغذائية لبروتين زبدة السمسم Sesame butter وكانت قابلية الهضم خارج الجسم ٣ر٨٣٪ ، بينما بلغت قيمة نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER ٢ر١٤ وتمثلان قيماً اقل مقارنة بقيم كازين مجلس ابحاث تغذية الحيوان ANRC والتي بلغت ٩٠٪ و ٥ر٢ على التوالي. كذلك وجد الباحثون ان قيم قابلية الهضم خارج الجسم عالية نوعاً ما لزبدة السمسم مقارنة ببذور السمسم والتي بلغت ٧ر٨١٪ ، بينما قيمة نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER كانت عالية مقارنة بقيمة نسبة فعالية بروتين بذور السمسم باستخدام فئران التجارب PER البالغه ٧٧ر١ وذلك كما تم تسجيلها بواسطة منظمة الاغذية والزراعة العالمية (FAO,1970) . كذلك اشارت قيم قابلية الهضم خارج الجسم وقيم نسبة فعالية البروتين العالية نسبياً لزبدة السمسم الى ان زبدة السمسم سهلة الهضم ولها قيمة غذائية جيدة وذلك بالرغم من ان زبدة السمسم تصنع من بذور السمسم المقشور ، الا ان معظم الاوكسلات Oxalates (٢-٣٪) المرتبطه بالكالسيوم تزال مع التقشير .

كما اجرى صوايا وآخرون (Sawaya et al., 1986) دراسة على بذور *Citrullus colocynthis* لاستخدامها كمصدر جديد للبروتينات الغذائية ، واحتوت البذور على ٥ر١٣٪ بروتين ، و ٦ر٢٦٪ دهون ، وكانت البذور غنيه بالميثونين

والسستين Cystine ، وبلغت قيمة نسبة قابلية الهضم للبروتين خارج الجسم ، ونسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER ٩ر٧٥٪ و ١ر٨٥ على التوالي مقابل ٩٥٪ و ٢ر٥ لكازين مجلس ابحاث تغذية الحيوان ANRC .

قدرت القيمة الغذائية لبروتين دقيق الحمص حيث اجرى باريدس - لوبيز وآخرون (Paredes-Lopez et al., 1991) دراسة على نوعين من معزول دقيق الحمص Chick pea وهما معزول البروتين الشبكي Micelle protein isolate (MPI) ومعزول بروتين نقطة التعادل الكهربائي Isoelectric protein isolate (IPI) ، وبلغت قيمة نسبة قابلية الهضم خارج الجسم لكل منهما ١ر٩٤٪ و ١ر٩٠٪ على التوالي ، ووجد ان قابلية الهضم لمعزول البروتين الشبكي MPI مقاربه جداً لنتائج معزول بروتين فول الصويا SPI والبالغه ٣ر٩٥٪ ، ولكنها كانت اعلى من الكازين القياسي (٩٥٪) بينما وجد ان قابلية الهضم للكازين القياسي ومعزول بروتين نقطة التعادل الكهربائي IPI متساويان ، وبالمقابل قدرت نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER لكل من معزول البروتين الشبكي MPI ومعزول بروتين نقطة التعادل الكهربائي IPI وكانت ٦ر٢ و ٣ر٢ على التوالي وهي قيم مقاربه لنتائج الكازين القياسي (٥ر٢) وهذه القيم متوافقة مع النتائج المتحصل عليها عند تقدير نسبة فعالية البروتين في الفئران Rat-PER باستخدام دقيق الحمص النابت وغير النابت (Fernandez and Berry, 1988) .

دُرس تأثير المعاملات الحرارية على جودة (القيمة) البروتين باستخدام الهضم خارج الجسم *in vitro* لحبوب الفاصوليا البلديه Red Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) كما قدرت نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER ولوحظ انخفاض في قيم قابلية الهضم خارج الجسم وقيم نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER بالنسبة للحبوب الغير مطهية مقارنة بالحبوب المطهية ، حيث بلغت قيمة قابلية الهضم خارج الجسم للحبوب الخام ١٨ر٤٣٪ ، بينما بلغت للحبوب المعامله بالطهي المنزلي المعتاد ٣٣ر٨٢٪ ، وتراوحت قيم قابلية الهضم خارج الجسم للأغذية المعلبه والمعالجة بدرجات حرارة مختلفة وفترات زمنيه مختلفه بين ٨٨ر٧٨٪ و ٦٩ر٨٣٪ وذلك مقارنة بقيم الكازين القياسي والتي سجلت ١٠ر٩٠٪ . بينما بلغت قيمة نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER للحبوب الخام ٥٢ر٠ وارتفعت القيمة بعد المعاملة بالطهي المنزلي المعتاد لتصبح ٨٤ر١ ، وتراوحت

قيم نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER للأغذية المعلبة والمعالجة بدرجات حرارة مختلفة وفترات زمنيه مختلفه من ١ر٦٨ الى ١ر٨٦ وذلك مقارنة بالكازين القياسي والتي بلغت ٢ر٥ (Williams et al., 1994) .

مثبطات انزيمي التربسين والكيموتربسين في المواد النباتيه

يعد ريد وهاس (Read and Hass, 1938) أول من اكتشفا وجود مثبط انزيم التربسين Trypsin في الأغذية النباتيه ، فقد ذكر الباحثان ان المستخلص المائي لدقيق فول الصويا يثبط مقدرة التربسين على تحلل الجلاتين وقد تمكن بعض الباحثين من عزل وتنقية العامل المسؤول عن هذا التثبيط .

(Bowman, 1944; Bowman, 1946; Bowman, 1948, Ham and Sandstedt, 1944 ; Kunitz, 1945, 1946) .

ولقد أدى ذلك الى تحفيز العلماء للكشف عن مثبطات الأنزيمات المحلله للبروتين والتي لها أثر سلبي على القيمة الغذائية للبروتين ، اضافة الى السلبيات الأخرى مثل تضخم البنكرياس وضعف النمو في حيوانات التجارب . فقد ذكر راكيس (Rackis, 1972) ان مثبط التربسين كان مسئولاً عن ٣٠ الى ٥٠٪ من التأثير المثبط لنمو حيوانات التجارب كما كان مسئولاً عن كل حالات التضخم البنكرياسي في هذه الحيوانات عند تغذيتها على فول الصويا الخام . وتوصل لنفس الاستنتاج العديد من الباحثين

(Turner and Liener, 1975 ; Korgdahl and Holm, 1979; Liener, 1981; Hove and King, 1979; Sitren et al., 1985).

وذكر هوف وكنج (Hove and King, 1979) ان هذه المثبطات متواجده في البذور البقوليه النيئه وكانت مسئوله عن التضخم البنكرياسي وانخفاض هضم البروتين وضعف النمو في حيوانات التجارب .

اكد لينر وكاكدي (Liener and Kakade, 1969) أن المثبطات التغذوية تتواجد في الأغذية البروتينيه النباتيه ، ودرس بروشرز وآخرون في عام ١٩٤٧م (Borchers and Ackerson. 1947) العديد من البقوليات لمعرفة احتوائها على مثبطات انزيم التربسين . كما تمكن توبر وآخرون (Tauber et al., 1949) من عزل هذا المثبط من نبات فاصوليا ليما Lima beans على شكل بلوري. وقام العديد من الباحثين

بعزل مثبط التربسين من العديد من البذور البقولية الأخرى فقد عزل بيرك (Birk, 1961) وراكس واندرسون (Rackis and Andreson, 1964) مثبط انزيم التربسين من فول الصويا بينما عزل شاو وشاي (Chu and Chi, 1963) وبستاي (Pusztai, 1966) هذا المثبط من فاصوليا المانج mung bean واللوبيا على الترتيب ، واضافة الى البقوليات فقد ثبت وجود مثبط انزيم التربسين في كثير من المواد النباتيه الأخرى ، فقد اثبت رامريز وميتشل (Ramirez and Mitchell, 1960) وشيمالا وليمان (Shyamala and Lyman, 1964) وريان وبولز وريان (Ryan and Balls,1962; Ryan, 1966) ان البرسيم ودقيق القمح والبطاطس على الترتيب يحتووا على مثبط انزيم التربسين .

تمكن ياومامیتو وايكانكا (Yamamoto and Ikenaka, 1967) من تصميم طريقة بسيطه لتحضير كميات كبيره ونقيه لاثنين من مثبطات التربسين في فول الصويا وهما مثبط كنتز Kunitz ومثبط 1.9S ، وقد وضحا أن مثبط كنتز Kunitz مشابه للمثبط الذي قام بعزله الباحث كنتز Kunitz عام ١٩٤٦م ، كما اكتشف البحث مثبط جديد هو 1.9S . وأجرى الباحثان دراسة على نشاط المثبطان ضد العديد من الانزيمات مثل التربسين والكيموتربسين والبابين Papain والبرونيز Pronase والبروتنيز البكتيري Bacterial proteinase ووجد لينير وكاكدي (Liener and Kakade, 1969) أن نبات فول الصويا يحتوي على خمس انواع أو أكثر من مثبطات التربسين .

وصف كاكدي وآخرون (Kakade et al., 1970) طريقة تمكن من الحصول على علاقة خطية بين نشاط الكيموتربسين على الكازين وتركيز الانزيم ، وقد طبقت هذه الطريقة بواسطة الباحثين لتقييم نشاط مثبط الكيموتربسين المستخلص من فول الصويا الخام ، وتمكن الباحثون من الحصول على استجابة خطية بين نشاط الكيموتربسين على الكازين وتركيز الانزيم بواسطة الاختيار المتميز لظروف التجربة والتي شملت تركيز ايونات الكالسيوم وزمن الهضم واستخدام المحلول المنظم Trichloroacetic acid لترسيب البروتينات غير المهضومة ، وتعتبر مثل هذه الاستجابة الخطية Linear response متطلب مهم واساسي للحصول على تقديرات حقيقية ودقيقة لنشاط الكيموتربسين في مستخلص فول الصويا الخام . وقد وضح نورثروب وآخرون (Northrop et al., 1948) ان

الانزيمات المحلله للبروتين والتي تعمل على المواد البروتينيه مثل الكازين او الهيموجلوبين Denatured hemoglobin تتبع عموماً في استجابتها لتركيز الانزيمات منحنى خطي ، وتعد طريقة كنتز (Kunitz, 1947a) لهضم الكازين ولتقدير نشاط التربسين والكيموتربسين مثال نموذجي لذلك . وجد كاكدي وآخرون (Kakade et al., 1972) كميات متفاوته من مثبط نشاط انزيم التربسين في الأنواع المختلفة لفول الصويا Soy bean . حلل كلاً من روي وباهت (Roy and Bhat, 1974) بعض الانواع من فول الصويا *Glycine max L.* وبذور دوار الشمس *Helianthus annuus L.* لمعرفة محتواها من البروتين والزيوت والرطوبة ، ولمعرفة نشاط مثبط التربسين ، ولقد وجدا أن المحتوى البروتيني لفول الصويا أعلى ، بينما وجدا أن نشاط مثبط التربسين عالي ومتساوي في الاثنين . أيضاً سجل الباحثان أن محتوى بعض انواع بذور دوار الشمس من الدهون والبروتين ملائم ، بينما يحتوي بعضها على كمية بسيطة من مثبطات التربسين ويخلو منها البعض الآخر . قدر حافظ ومحمد (Hafez and Mohamed, 1983) مثبط انزيم التربسين الكلي في مستخلصات ١١ نوعاً من Cultivars فول الصويا و ١١ نوعاً Strains من الفاصوليا المجنحه Winged beans ، وقد تم ترسيب البروتين في تلك المستخلصات بإستخدام ١٦٪ من حمض الخل ثلاثي الكلور Trichloro acetic acid كما تم تقدير نشاطات مثبطات انزيم التربسين غير البروتينيه في المواد المعلقة الخاليه من البروتين ، وشكل مثبط التربسين غير البروتيني حوالي ٢٧-٥٥٪ من نشاط مثبط انزيم التربسين الكلي لفول الصويا وحوالي ٥-١٤٪ من النشاط الكلي في الفاصوليا المجنحه Winged beans . ذكر راكس وآخرون (Rackis et al.,1986) أن فول الصويا Soybean يستخدم في امريكا الشمالية بصورة واسعة كعلائق للحيوانات ، ومن السلبيات الرئيسية لاستخدام فول الصويا كغذاء للحيوانات الغير مجتره Non-ruminants هو وجود مضادات التغذية والتي يتطلب القضاء عليها ضرورة معالجتها حرارياً ، وهذا يزيد تكلفتها مما يقلل من الجدوى الاقتصادية عند استخدام فول الصويا في غذاء الحيوانات ، ومن ذلك نجد أن المعامله الحرارية مهمة لدنترة Denature مثبط انزيم التربسين وهذا بدوره يؤثر على هضم بروتين فول الصويا كما يعوق نمو الحيوانات الغير مجتره التي تغذى بفول الصويا . وتتكون مثبطات فول الصويا من نوعين من البروتينات التي تذوب في الماء وهما مثبط تربسين كنتز Kunitz ومثبط تربسين بومان-بيرك Bowman-Birk (Tan- Wilson and Wilson, 1986)

ووجد أن مثبط تربسين كنتز Kunitz يثبط فقط انزيم التربسين بينما مثبط انزيم تربسين بومان – بيرك Bowman-Birk يثبط كل من انزيمي التربسين والكيموتربسين (Ikena and Norioko, 1986; Seidl and Liener, 1972) . أجرى كلاً من هان وبيرسون (Han and Persons, 1991) العديد من التجارب باستخدام طرق مختلفة لتقدير القيمة الغذائية لنوع من فول الصويا بها انخفاض في مثبط أنزيم التربسين كنتز Kunitz ومقارنتها بكلاً من فول الصويا الخام وفول صويا منزوعة القشرة ومعامل حرارياً . ووجد الباحثان أن القيمة الغذائية لفول الصويا المتميز بإنخفاض مثبط انزيم التربسين كانت عالية مقارنة بفول الصويا الخام ، بينما وجدا أن القيمة الغذائية لفول الصويا المتميز بإنخفاض مثبط انزيم التربسين كانت منخفضة مقارنة بفول الصويا منزوعة القشرة والمعاملة حرارياً . كما كان متوسط قابلية الهضم لـ ١٦ حامض اميني في فول الصويا المتميز بإنخفاض مثبط انزيم التربسين وفول الصويا الخام وفول الصويا منزوع القشرة ومعامل حرارياً ٨٣٪ و ٦٨٪ و ٩٢٪ على التوالي .

أجرى القحطاني (Al-Kahtani, 1995) دراسة مقارنة عن بعض مضادات التغذية في بذور البان (اليسر) ومنتجات فول الصويا ، واوضحت الدراسة ان كمية مثبط التربسين في بذور البان (اليسر) اقل من فول الصويا ، حيث بلغت كمية مثبط انزيم التربسين (وحده/ملجم) لبذور البان منزوع الدهن ، ومركزات البروتين ، ومعزولات البروتين ١٣ و ١٤ و ٥ ، بينما بلغت كمية مثبط انزيم التربسين (وحده / ملجم) لبذور فول الصويا منزوع الدهن ومركزات البروتين ومعزولات البروتين ٢٦ و ٣٩ و ١٠ على الترتيب .

عزل بيليو وآخرون (Belew et al.,1975) مثبطات انزيمي التربسين والكيموتربسين من مستخلص عصارة الحمص الخام (*Cicer arietinum* L.) بكروماتوجرافي الالفه Affinity chromatography وكان تركيز المثبطات ١ر٥ جم/كجم من المادة النباتيه تقريباً ، ولقد تمكن الباحثون فيما بعد من فصلها الى ست مثبطات ايزميريه Iso inhibitors بالتبادل الأيوني الكروماتوجرافي وشكل اثنان من هذه المثبطات ٥٠٪ من اجمالي المثبطات المعزولة تقريباً ، كما تم تنقيتهما وتحديد خصائصهما الطبيعية والكيميائية ودرجة ثباتهما تحت الظروف المختلفة ودورهما في تثبيط مجموعة كبيرة من انزيمات

التحلل البروتيني Proteolytic enzymes ودرس سمير نوف وآخرون (Smirnoff et al., 1976) الخصائص الكيميائيه والحيويه لمثبطات الانزيمات الموجوده في الحمص ايضاً . اكدت الدراسة التي اجراها بروشرس واكيرسون (Borchers and Ackerson,1947) احتواء الحمص على مثبط انزيم التربسين ، وتوصل لنفس الاستنتاج في دراسة لاحقه سوهوني وباهندركا (Sohonie and Bhandarkar, 1954) وأوضح ابراموفا وشيرنكوف في عام ١٩٦٤ (Abramova and Chernikov, 1964) احتواء مستخلصات الحمص على مثبطات فعاله ضد انزيمي التربسين والكيموتربسين ولكنها لاتؤثر على انزيم الببسين. ذكر كلاً من سنغ وجامبنثان (Singh and Jambunathan, 1981) ان مستويات نشاط مثبط انزيم التربسين كانت عاليه في نوعين من بذور الحمص Chick pea وهي ديزي desi وقوبالي kabuli مقارنة بنشاط مثبط انزيم الكيموتربسين بها .

تشير كثير من الدراسات أن بذور دوار الشمس (*Helianthus annuus* L.) تخلو نسبياً من العامل المضاد لأنزيم التربسين حيث أكد ذلك كل من اقرين وليدين وأقرين واكلند (Agren and Lieden,1968; Agren and Eklund 1972) فقد وجدوا أن بذور دوار الشمس احتوت على نوع ضعيف من مثبطات انزيم التربسين. كما سجل كلاً من أقرين واكلند (Agren and Eklund, 1972) ان التجارب الحيوية لإطعام الفئران بوجبه بذور دوار الشمس او العصارة المائيه لوجبة بذور دوار الشمس اشارة الى وجود بعض مثبطات انزيم التربسين في البذور ولكن التأثيرات الحيوية للمثبط كانت ضعيفه نسبياً . وذكر كاكدي وآخرون (Kakade et al., 1972) أن هنالك تقارير متضاربة حول وجود مثبطات التربسين في بذور دوار الشمس .

عزل تارسين وآخرون (Tur-Sinai et al., 1972) مثبطات انزيمي التربسين والكيموتربسين وذلك باستخلاصها من وجبة الفول السوداني منزوعة الدهن بإستخدام الأعمده المتواليه للكروماتوجرافي Successive Column Chromatography باستخدام DEAE- Cellulose وكبريتات الأمونيوم ammonium sulfate وكون المثبط عند درجة اس هيدروجيني يساوي ٥ مركبات ثابته مع انزيمي التربسين والكيموتربسين بنسبة جزئيه كانت حوالي ١ : ١ . ذكر سترين وآخرون (Sitren et al., 1985) ان بعض البقوليات

الأخرى مثل الفول السوداني peanut تحتوي ايضاً على عوامل مضادة للتغذية ولكن لايعرف الكثير عن تأثير المعالجة الحرارية عليها وعن تأثيرها على النمو وعلى وظائف البنكرياس في الفئران التي غذيت بهذا البروتين. وقد وجد أن دقيق الفول السوداني الخام والمعالج بالحرارة يحتوي على نشاط لمثبط انزيم التربسين ومثبط اللكتين lectin اكثر من فول الصويا المعالج بالحرارة ، كذلك وجد انه عندما غذيت الفئران النامية بنسبة ١٠٪ من بروتين الفول السوداني فان الاستجابة في استهلاك الغذاء والنمو ووظائف الكبد ومكونات مصل الدم لم تكن واحده عند مجموعة الفئران او داخل المجموعة الواحدة . وقد لوحظ عدم وجود ارتباط بين مستويات مضادات التغذية في البقوليات وبين تأثيرها البيولوجي العام في تجارب التغذية عند الفئران .

يعد جيف (Jaffe, 1950) أول من درس نشاط مثبط انزيم التربسين في العدس (Lentils) وبعدها بسنوات عدة حضر مانسفيلد وآخرون (Mansfeld et al., 1959) مثبط من بذور العدس يؤدي الى تثبيط انزيم الكيموتربسين . أما شافان وهيجارد (Chavan and Hejgaard, 1981) فقد ذكر بأن العدس يحتوي على سبع انواع من مثبطات انزيم التربسين وكان واحداً منها فقط مثبطاً لأنزيم الكيموتربسين واكتشف ويدير وآخرون (Weder et al., 1983) أربعة مثبطات في العدس Lentils بواسطة قرص الهجرة الكهربائية Disc electrophoresis وقد تبين انها جميعاً تعمل على تثبيط انزيمي التربسين والكيموتربسين البقري Bovine trypsin and chymotrypsin ونقى كلاً من ميللر و ويدير (Mueller and Weder, 1989) نوعين رئيسيين من مثبطات انزيمي التربسين والكيموتربسين من العدس الإيطالي الأحمر Italian red lentils ، وذكرا إحتواء اثنين منهما على الأقل على مثبطات التربسين - الكيموتربسين الثانويه . وأجرا الباحثان دراسة على تفاعل مثبطات الانزيمات المحلله لبروتين العدس lentil مع التربسين والكيموتربسين في الانسان والبقر وقد توصلا الى ان مول واحد من مثبطات التربسين - كيموتربسين التي تم تنقيتهما من العدس بواسطة ميللر وويدير (Mueller and Weder, 1989) يمكن أن تثبط مول واحد من تربسين الانسان واكثر من مول لكلاً من التربسين البقري وكيموتربسين الانسان وأقل من مول من الكيموتربسين البقري .

اجرى ساماثي وباتبرمان (Sumathi and Pattabiraman, 1976) دراسة على ١٨ نوعاً من البذور للتعرف على انشطة مضاد التربسين والكيموتربسين ومضاد Subtilisin BPN وقد وجدا أن بذور الخشب الأحمر red wood seed لها نشاط عالي لتثبيط انزيمي التربسين والكيموتربسين ، وأن نشاط المثبط في هذه البذور يتحطم كلية عند التعرض للمعالجة الحرارية لمدة ٣٠ دقيقة وعند درجة حرارة ٩٥ °م . واظهرت بذور red wood و acacia و jack fruit و lathyrus و hyacinth و Sword beans انشطة مثبطه متساويه تجاه انزيمي التربسين والكيموتربسين . ولم تحتوي Green gram على مضاد لنشاط الكيموتربسين في حين أن مستخلص cluster bean و tamarind seed كانت لها انشطة ضعيفه جداً ضد انزيم الكيموتربسين . كذلك وجد أن فول الصويا و cow peas و red and white guinea peas و begnal gram و red gram و black gram و butterfly pea تحتوي على نشاط مثبط ضد انزيم التربسين اكثر من الكيموتربسين ، وتراوحت النسب بين ٢ الى ٨ر٥ وذلك لمثبط التربسين .

اجرى هوف وكنج (Hove and King, 1979) دراسة لتقدير تركيز مثبط التربسين في مجموعة من عينات البذور البقوليه قيمت تغذوياً لدراسة اثرها على نمو الفئران في دراسات سابقة وقد وجد الباحثان ان بذور الترمس الحلوه Sweet lupin (*Lupinus albus* and *L. angustifolius*) لاتحتوي على كميات كبيره من المثبط (أقل من ١ر٠ ملجم/جم من العينه) في حين احتوى فول الصويا وفاصوليا ليما *Phaseolus lunatus* وثلاث انواع من الفاصوليا الأخرى *Phaseouls vulgaris* وفاصوليا بنتو Pinto beans على ٢ و ٢٦ و ١٠-٢٠ و ٢-٥ر٣ ملجم/جم من العينة على الترتيب .

اجرى جريفيس (Griffiths, 1984) دراسة على ١٨ نوعا من البسله pea وخمسة انواع من فاصوليا الحقل field bean لمعرفة محتواها من مثبط انزيم التربسين . واستخلصت الدراسة وجود تفاوت واضح في نشاط هذا المثبط بين انواع البسلة وكان نشاط مثبط انزيم التربسين في جميع انواع البسلة عدى اثنين منها اقل مقارنة بما هو موجود في فاصوليا الحقل . وعلى العكس من ذلك فقد كان نشاط مثبط انزيم الكيموتربسين في جميع انواع البسله عدا نوع واحد مرتفعاً مقارنة بفاصوليا الحقل ،

اضافة الى ذلك كان التفاوت في نشاط مثبط انزيم الكيموتربسين جلياً في الانواع المختلفة من البسلة .

اجرى شايهان وآخرون (Chauhan et al., 1992) دراسة على اجزاء بذور الـ Quinoa وهي من المحاصيل النشويه المحضرة بالتقشير اليدوي والاستخلاص المائي ، وقد وجد أن محتوى البروتين في البذره الكاملة حوالي ٧ر١٣٪ واحتوت النخاله والدقيق والقشره على حوالي ٦٥٪ ، ٢٨-٣٠٪ ، ٧٪ من البروتين الكلي على التوالي ، وذكر الباحثون ايضاً أن البذور المحضرة بالتقشير اليدوي كانت ذات محتوى عالي من اللايسين Lysine والاحماض الامينيه المحتويه على الكبريت مما يجعلها مشابهه للبقوليات والحبوب النشويه ، وأوضح تحليل المعادن الذي اجراه الباحثون ان اجزاء بذور Quinoa جميعها غنيه بالكالسيوم والفسفور والحديد . وأشار البحث الى وجود نشاط منخفض جداً لمثبط التربسين في انواع الـ Quinoa المختبره .

أشار ابوطربوش واحمد (Abu-Tarboush and Ahmed, 1996) الى احتواء مستخلص دقيق بذرة الكركديه منزوعة الدهن على نشاط لمثبطي انزيمي التربسين والكيموتربسين . وكان نشاط مثبط انزيم الكيموتربسين منخفضاً مقارنة بنشاط مثبط انزيم التربسين حيث بلغ نشاط مثبط الكميوتربسين حوالي نصف نشاط مثبط التربسين ، بينما احتوى معزول البروتين Protein isolate على نشاط ضعيف لمثبط الكيموتربسين مقارنة بنشاط مثبط التربسين (٩ر٤ و ٣ر٢٨ نشاط مثبط الانزيم/ملجم بروتين على الترتيب) ، وكان نشاط مثبط انزيم التربسين في معزول البروتين ٧٠٪ مقارنة بمستخلص دقيق الكركديه منزوع الدهن .

تأثير المعاملات الحرارية على مثبطي انزيمي التربسين والكيموتربسين

اجرى راكيس (Rackis, 1974) دراسة على عدد من المواد المضادة للعناصر التغذوية في فول الصويا Soybeans وتأثيرها العكسي على القيمة الغذائية ، وتضمنت الدراسة مثبطات الانزيمات المحللة للبروتين Proteolytic enzymes ومثبط الاميليز Amylase ومخثرات الدم في المواد النباتيه Phytohemagglutinins وحمض الفاتيك Phytic acid والمواد المنتجه للغازات في المعدة والامعاء Flatulents والمواد المسببه لتضخم

الغده الدرقية Goitrogenic والسابونين Saponins والفينولات . ولقد اشار الباحث الى امكانية تحطيم الثلاث المواد الأولى السالفة الذكر عن طريق المعاملات الحرارية . واشار بونفيست ووايتكر (Boonvisut and Whitaker, 1976) الى نفس النتيجه لمثبط التربسين ووجد ان مثبط هذا الانزيم بالامكان تحطيمه بالتسخين عند درجة حرارة ١٠٠ °م لمدة ٣٠ دقيقه وعند اس هيدروجيني pH يساوي ١ .

يعالج فول الصويا عادة Soybean حرارياً قبل تناوله مما يخفض من نشاط جزء كبير من نشاط مثبط البروتيز protease (Smith and Circle, 1972) ، بينما تحتوي بعض منتجات فول الصويا التجاريه على نشاط متبقي من مثبط البروتيز Protease والذي يساوي مابين ٥ الى ٢٠٪ من نشاطه في دقيق فول الصويا الخام (Rackis and Gumbmann, 1981) وهنالك من يعتبر ان الكمية المتبقية من النشاط قد تكون ذات اهمية من الناحية الغذائية (Liener, 1986) ، وبالاعتماد على التقرير القائل ان مثبط بومان - بيرك Bowman - Birk ثابت حرارياً عند تسخينه في صورته النقيه (Birk, 1961) لذلك فإن النشاط المتبقي من مثبط البروتيز Protease بفول الصويا ينسب في بعض الاحيان الى مثبط بومان-بيرك Bowman - Birk (Johnson et al., 1980 a, b) . وقد اثبت كلا من ديبوتيور ولينير (Dipietro and Liener, 1989) ان مثبط بومان - بيرك Bowman - Birk من السهل خفض نشاطه بواسطة التسخين الرطب ، لذلك فإن النشاط المتبقي في منتجات الصويا المسخنه من المحتمل ان تعود الى المزيج مابين مثبط كنتز Kunitz ومثبط بومان - بيرك Bowman - Birk . درس لينر وتوملنسون (Liener and Tomlinson, 1981) تأثير الحراره في تقليل نشاط مثبطات البروتيز Proteases في فول الصويا والمفتقد لمثبط كنتيز Kunitz للتربسين ، ووجدا أن نشاط مثبط التربسين والكيموتربسين الخالي من الصويا كان حوالي نصف وثلاثة ارباع لدقيق الصويا على التوالي ، وانها تحتاج الى معامله حرارية بسيطه لاحداث مستوى من التحطيم لنشاط هذه المثبطات في حالة التربسين والكيموتربسين الخالي من فول الصويا مقارنة بدقيق الصويا Soy . وجد لينر وكاكدي (Liener and Kakade, 1969) ان نبات فول الصويا يحتوي على خمس أو اكثر من مثبطات التربسين . كما أن المعلومات التي توصل اليها كلاً من كولنس و بيتي (Collins and Beaty, 1980) عن التثبيط الحراري Heat inactivation لمثبط التربسين في فول الصويا الأخضر الطازج والاستجابات

الفسيولوجيه لفئران تمت تغذيتها على الفول الخام والمعالج حرارياً تتفق مع النتائج التي تحصل عليها راكيس (Rackis, 1965, 1972, 1974) والتي سجل فيها ان فول الصويا الخام والفول beans المعالج معالجه حراريه غير كافيه قد تثبط النمو وتخفض امتصاص الدهون والطاقة الايضيه وتسبب تضخم البنكرياس وتحفز زيادة أو نقصان افراز انزيمات البنكرياتين ، وتخفض توفر كل من الاحماض الامينية والفيتامينات والاملاح المعدنية .

اجرى القحطاني (Al-Kahtani, 1995) دراسة مقارنة عن بعض مضادات التغذية في بذور البان (اليسر) ومنتجات فول الصويا وتأثير المعالجه الحرارية على تلك المثبطات ، ووجد الباحث ان محتويات مثبط التربسين في بذور البان (اليسر) اقل منها في فول الصويا إلا ان مثبطات التربسين في بذور البان (اليسر) كانت مقاومتها للمعالجة الحرارية اكبر من فول الصويا ، واحدثت المعامله الحرارية نقص مستمر في نشاط مثبط التربسين ولكن لم يصل التثبيط الى مرحلة وقف النشاط الكلي لمثبط الانزيم . وذكر الباحث أن الجزء المتبقي من نشاط مثبط التربسين اما ان يكون ثابت حرارياً او ان المثبط لايتفاعل (يتداخل) مع التربسين المضاف تحت الظروف الخاصة بالتجربة (Smith et al., 1980) .

اجرى هانغ وآخرون (Huang et al., 1981) دراسة على ثلاثه انواع من مثبطات البروتنيز Proteinase وهي مثبط الفا كيموتربسين α-chymotrypsin ومثبط التربسين والكيموتربسين، ومثبط الكربوكسي ببتيديز Carboxypeptidase في مستخلصات الانسجة المختلفه لجذور البطاطا ، وتم غليانها باستعمال معاملات مختلفه وذلك بالطهي المباشر لمدة ٣٠ دقيقه وفي فرن درجة حرارته ٩١ °م لمدة ٨٠ دقيقه، وميكروويف لمدة ٧ دقائق ، وذلك لمعرفة تأثير تلك المعاملات الحرارية الثلاث على دنترة denaturing البروتينات السامه القويه ، وقد وجدوا أن مثبط الكيموتربسين والتربسين قد تم تثبيط نشاطهما تماماً خلال المعالجه بطرق الطهي المختلفه ، ومثبط الفاكيموتربسين تم تثبيطه جزئياً بطرق الطهي السابقه ، اما مثبط الكربوكسي ببتيديز (Carboxypeptidase) فقد كان ثابتاً خلال الحالات المختلفه للطهي وبمقارنة الطرق الثلاث المذكوره للطهي وجد أن تأثير الطهي بالميكروويف كان له اكبر الاثر في تقليل نشاط مثبط الفا-كيموترسين ومثبط الكيموتربسين والتربسين . وقد طرح الثبات غير العادي لمثبط الكربوكسي ببتيديز

للمعاملات الثلاثه تساؤلات تتعلق بتأثيره على النسبه الهضميه لبروتينات البطاطا المطبوخه .

بالرغم من وجود العديد من المواد السامه في النباتات البقوليه الخام (Liener, 1969) إلا أن كثيراً منها يمكن اتلافه بالمعامله الحراريه الكافيه ، كما هو الحال عند طبخها ، وتتأثر جودة البروتين (القيمة الغذائيه) لـ *Phaseolus mungo* بالنقع والانبات والطبخ (Khan and Ghafoor, 1978) ، كما اثبت كلاً من جبتا وواجل (Gupta and Wagle, 1980) اثر الطبخ والانبات على سكريات الاوليجو Oligosaccharides ، ومثبط التربسين في *Phaseolus mungoreous* ، وقد وجد الباحثان أن التسخين بعد ٢٤ و ٣٦ ساعه من الانبات يحدث تلف بدرجات متفاوته لمثبط التربسين وتراوح الفقد في مثبط التربسين بين ٥ر١ و ٨ر٧١٪ في *Phaseolus mungoreous* عند درجة حرارة تراوحت مابين ٥٠ الى ٨٠ °م بعد ٢٤ و ٣٦ ساعة من الانبات ، بينما كان اقصى فقد "تحطيم" لمثبط التربسين في *Phaseolus aureus* هو ٤ر٨٠٪ بعد ٣٦ ساعه من الانبات الساخن على درجة ٨٠ °م لمدة ٤٥ دقيقه . وقد بين الباحثان ان نشاط مثبط التربسين يتأثر بالحرارة ومدة التسخين . ولذلك لم يُلاحظ نشاط لمثبط التربسين في المستخلص المائي بعد المعامله الحرارية ، وكانت نتائج هذه الدراسة مماثله لما قام به كل من جبتا وواجل (Gupta and Wagle, 1978) .

حصل ولسن وآخرون (Wilson et al., 1972) على دليل من التجارب خارج الجسم *in vitro* على وجود مثبط التربسين المتأثر بالحرارة في كل من الفلقه cotyledon والغلاف testa للوبيا الحقل field bean (*Vicia faba* L.) ، وتم تحطيم المثبط بواسطة التسخين عند درجة حرارة ١١٠ °م لمدة ٤٠ دقيقه . درس دهيراندهار وشانج (Dhurandhar and Chang, 1990) ، تأثير الطهي على ثبات كل من مثبط انزيم التربسين،ونشاط اللكتين cystine/cysteins, lectin في اللوبيا Navy and Red Kidney beans *(Phaseolus vulgaris)* وقد نقعت الحبوب Beans وطبخت في وعاء مفتوح على درجات حرارة مختلفة ولفترات مختلفة ، وقد وجد الباحثان

ان نشاط مثبط التربسين قد تناقص بإزدياد درجات الحرارة ومدة المعامله وتحت بعض ظروف الطبخ تبقى من نشاط مثبط انزيم التربسين اقل من ٥ر٥٪ .

عزل كلاً من اكيدا وكسانو (Ikeda and Kusano, 1978) مثبط انزيم التربسين من حبة الحنطه السوداء Buck Wheat Grain ووجدا أن المعامله الحرارية حتى بعد التسخين لمدة طويله (ساعتين) ، ودرجة حرارة ٩٨°م ، لم تؤثر بدرجة كبيرة في المستخلص واحتفظ المثبط بحوالي ٩١٪ من نشاطه الاصلي .

درس تان وونج (Tan and Wong, 1982) الثبات الحراري لنشاط مثبط التربسين في ٦ انواع مختلفه من البقوليات المجنحه Winged Bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) ، وسجلا أن نشاط مثبط التربسين في الوجبات المعده من البقوليات المجنحه Winged Bean ذات مقاومه عاليه للمعالجه بالتسخين الجاف ، كما ان الطهي لمدة طويله من ٤٥ الى ٦٠ دقيقه لكل البقوليات يعد ضرورياً لخفض نشاط مثبط التربسين بصورة واضحه ، ووجدا أيضاً ان استعمال المعالجه الحراريه بالمعقم Autoclave على درجة ١٢٠°م ، له اثر قوى في تحطيم مثبط التربسين في الوجبات المعدة من البقوليات Beans او الفول bean ، وذكر الباحثان ان هذه المثبطات تتأثر في الوجبات المستخلصه بالمعاملات الحرارية عموماً . لاحظ كلاً من بارامباما وسيمارد (Barampama and Simard, 1994) أن قيم قابلية هضم البروتين للبقوليات *Phaseouls vulgaris* مرتفعه عند طبخها بعد النقع . وكان قد اثبت كلاً من سالنك وكادام (Salunkhe and Kadam, 1989) ان المعالجة الحرارية حسنت كثيراً من قابلية هضم البروتين وقللت من نشاط مثبط التربسين في البقوليات . قدر تان وآخرين (Tan et al., 1984) العلاقة بين قابلية هضم البروتين خارج الجسم *in vitro* ونشاط مثبط التربسين والتنين Tannin ، الذي امكن تقييمه في ثلاثه انواع من البقوليات المجنحه Winged bean والتي عولجت حرارياً بخمس طرق مختلفه ووجد أن المعالجات الحرارية تزيد من النسبه الهضميه للبروتين خارج الجسم وتخفض نشاط كل من مثبط التربسين والتنين Tannin ، وقد ذكر الباحثون انه ليس من الضروري ان ينتج عن الانخفاض في نشاط مثبط التربسين والتنين زيادة في قابلية هضم البروتين خارج الجسم *in vitro* .

عـزل كوبـي وآخريـن (Koeppe et al., 1985) مثبطـات التربسـين مـن بـذور Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) وتوصل الباحثون الى ان المعالجه الحراريـة لتلك البذور لمدة ٧ ساعات وعند درجة حرارة ١٠٠°م تبقى فقط ٢٠٪ من نشاط مثبط انزيم التربسين ٠

اجرى اوجـين وآخـرون (Ogun et al., 1989) تحليـل لأربعـة انـواع مـن اللوبيـا Cowpeas لدراسـة الرافينـوز raffinose ، وسـتاكيوز stachyose ، وحمـض الفيتيـك phytic acid والتنين tannins ومثبط نشاط انزيـم التربسـين ، وذلـك بعـد عمليـة التقشـير للبقول والنقع البارد ، والنقع الحار والطبخ ووجد أن عمليـة التقشـير خفضـت مـن كميـة السـتاكيوز Stachyose وقضـت علـى التنـين Tannins ، امـا النقـع الحـار Hot-Soaking فأحدث انخفاضاً هاماً لكلاً من مثبط نشاط انزيم التربسين والستاكيوز Stachyose ٠

ذكرت زينا وآخرون (Ziena et al., 1991) ارتفاعـاً في النشـاط الابتدائـي لمثبـط التربسين في الفول المدمس Faba Beans سـهل الطهـي وذلـك مقارنـة بـالفول المدمـس صعب الطهي ، ووجد أن المعالجـة الحراريـة قـد اثـرت بدرجـة كبـيرة علـى نشـاط مثبـط التربسين ، واعتمد التأثير التثبيطي بدرجة كبـيرة علـى عوامـل مهمـة مثـل درجـة الحـرارة وزمن الطهي ٠ وقد كان الانخفاض واضحاً في نشاط مثبـط التربسـين ووصـل الى حـوالي ٥٠٪ عند استخدام المعامله الحرارية للدرجة التي تصل بها الحبوب الى الطـراوة ، وكـانت درجة الحرارة للطهي السهل ١٢٥ °م ولمدة ساعة واحـدة ، بينمـا بلغـت درجـة الحـرارة للطهي الصعب ١٢٠ °م ولمدة ساعتين٠

ولقد اثبتت دراسةكل من ابوطربوش واحـمد (Abu-Tarboush and Ahmed,1996) على مستخلص دقيق بذرة الكركديه منزوعة الدهـن احتـواء هـذا المسـتخلص علـى مثبـط انزيم التربسين وقد امكن تخفيـض نشـاط هـذا المثبـط بنسـبة وصلـت الى ١ر٦٦٪ بغليـان المستخلص في الماء لمدة ١٠ دقائق ٠

الباب الثالـــــــث

المواد وطرق العمـــــل

بذور البان (اليســـر)

حصل على بذور البان – اليسر *Moringa peregrina* من مدينة العلا في شمال غرب المملكة العربية السعودية . نقيت البذور من الشوائب وقشرت يدوياً ثم طحنت بمطحنه كهربائيه ونخلت في منخل مقاس 60 mesh للحصول على دقيق ناعم ، ثم حفظت العينة في الثلاجه في زجاجه محكمه الغلق عند درجة ٤°م لحين استخدامها للتحليل .

نزع الدهن من العينـــة

نزع الدهن من دقيق بذرة البان بمذيب الهكسان العادي وذلك طبقاً لطريقـــــة التني (El-Tinay et al., 1988) ، وكررت العمليه مرتين للتأكد من عملية الاستخلاص ثم تركت العينه لتجف على درجة حرارة الغرفه لمدة ٢٤ ساعه ثم طحنت العينة مرة اخرى ونخلت في منخل مقـــاس 80 mesh ، وحفظت العينه 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 ٦ر٢٥) والدهن والرماد والالياف في دقيق بذرة البان وكذلك في الدقيق المنزوع الدهن باستخدام طريقة الجمعيه الرسميه لكيميائي التحليل (AOAC, 1990) . وقدرت الكربوهيدرات حسابياً عن طريق الفرق بطرح مجموع نسب المكونات الكيميائيه المشار اليها في التحليل الكيميائي من ١٠٠ .

القيمة الغذائية لبذور البـــان

تقدير الأحماض الامينيه Amino Acid Analysis

قدرت الأحماض الامينيه لدقيق بذرة البان منزوع الدهن بالتحلل المائي للعينه باستخدام حمض الهيدروكلوريك (6 N) لمدة ٢٤ ساعة على ١١٠°م طبقاً لطريقة الجمعية الرسميه لكيميائي التحليل (AOAC, 1990) وقدر التربتوفان بواسطة التحلل المائي القاعدي (NaOH) طبقاً للطريقة نفسها (AOAC, 1990) .

وقدرت جميع الأحماض الامينيه عدا التربتوفان بإستخدام جهاز تحليل الأحماض الامينيه Hewlett-Packard Amino Quant Series II analyzer (Germany). وقدر التربتوفان بجهاز الطيف الضوئي طبقاً لطريقة ديفاري وآخرون (Devaries et al., 1980) .

تقدير قابلية هضم البروتين خارج الجسم *In vitro* Protein Digestibility

استخدمت طريقة الجمعية الرسمية لكيميائي التحليل (AOAC, 1990) لتقدير قابلية هضم البروتين خارج الجسم . اضيف ١٠ مل من الماء المقطر الى مسحوق العينة (تركيز البروتين في العينه ٦ر٢٥ ملجم/مل) وضبط اسها الهيدروجيني على ٨ (pH 8) ثم اضيف ١ مل من خليط انزيم التربسين والكيموتربسين والببتيديز الى المحلول السابق وحضنت العينة على درجة ٣٧°م في حمام مائي لمدة ١٠ دقائق ثم اضيف ١ مل من انزيم البروتيز الى العينه التي حضنت في حمام مائي آخر على ٥٥°م لمدة ١٠ دقائق أخرى وقيس الاس الهيدروجيني قبل الهضم وبعد الهضم (٢٠ دقيقه) باستخدام جهاز قياس الاس الهيدروجيني (Orion Research Digital Ionalyzer/501) .

قدرت نسبة الهضم للبروتين خارج الجسم من المعادلة التاليه :

٪ قابلية الهضم = ٨٤ر٢٣٤ - ٥٦ر٢٢ (س)

حيث تمثل (س) الاس الهيدروجيني للمحلول بعد ٢٠ دقيقه من الهضم باستخدام الانزيمات الأربعه وهي trypsin type IX من بنكرياس الخنزير و chymotrypsin type II من بنكرياس الأبقار و peptidase type III من امعاء 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 الهضميه للبروتين خارج الجسم ومن محتوى دقيق بذرة البان منزوع الدهن من الاحماض الامينيه الاساسيه وذلك طبقاً لطريقة الجمعية الرسميه لكيميائي التحليل (AOAC, 1990) ، واستخدم كازين مجلس ابحاث تغذية الحيوان

ANRC (Animal Nutrition Research Council Casein) للمقارنة . ويوضح جدول رقم (١) و (٢) في الملحق الخطوات الحسابيه لتقدير نسبة فعالية البروتين الحسابيه .

مثبطات الانزيمات المحلله للبروتين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن

تقدير نشاط مثبط انزيم التربسين Trypsin Inhibitor Activity Assay

قدر نشاط مثبط انزيم التربسين طبقاً لطريقة كاكدي وآخرون (Kakade et al., 1969,1970) واستخلصت ٥ر٠ جم من عينة بذرة البان منزوع الدهن باستخدام ٤٠ مل من محلول الستريت المنظم (pH = 4.6 , 0.05 M) وحركت العينه لمدة ٣٠ دقيقه على درجة حرارة الغرفه ثم اجري لها طرد مركزي (٤٥٠٠ لفه/دقيقه) لمدة ٢٠ دقيقه ورشح المحلول الرائق باستخدام ورق ترشيح (واتمان رقم ٢) .

استخدم انزيم التربسين النوعية الثالثه المتحصل عليه من بنكرياس الأبقار Trypsin type III from bovine pancreas ومادة التفاعل N-benzoyl-DL-arginine-p-nitronilide hydrochloride (BAPA) واللذان حصل عليهما من شركة سيجما (Sigma Chemical Co., St. Louis, Mo.) لتقدير نشاط انزيم التربسين. عُرفت وحدة نشاط انزيم التربسين بأنها زيادة وحدة الامتصاصيه بمقدار ٠١ر٠ عند ٤١٠ نانوميتر لمدة ١٠ دقائق باستخدام ١٠ مل من مخلوط التفاعل تحت الظروف التي اجريت فيها هذه التجربه . واستخدم الانزيم باضافته لعينة البان منزوع الدهن لتقدير نشاط مثبط انزيم التربسين والذي عرف بأنه عدد وحدات التربسين المثبطه .

تقدير نشاط مثبط انزيم الكيموتربسين α– Chymotrypsin Inhibitor Activity Assay

استخدم انزيم الكيموتربسين النوعية الثانيه المتحصل عليه من بنكرياس الأبقار Type II chymotrypsin (Sigma Chemical Co., St. Louis, Mo.) و١٪ كازين (BDH Chemicals, Poole, England) كمادة للتفاعل Substrate لتقدير نشاط انزيم الكيموتربسين طبقاً لطريقة كاكدي وآخرون (Kakade et al., 1970) . ولتقدير نشاط مثبط الانزيم استخدمت نفس الطريقة باستخلاص ٥ر٠ جم من العينة منزوعة الدهن باستخدام ٤٠ مل من محلول الستريت المنظم (pH = 4.6, 0.05 M) وحركت العينة لمدة ٣٠ دقيقه وحصل على محلول رائق باستخدام الطرد المركزي

(٤٥٠٠ لفه/دقيقه) لمدة ٢٠ دقيقه وتم ترشيح المحلول الرائق باستخدام ورق ترشيح (واتمان رقم ٢) ٠ عرفت وحدة نشاط انزيم الكيموتربسين بأنها الزياده في وحدة الامتصاصيه بمقدار ٠,٠١ عند ٢٧٥ نانوميتر لمدة ١٠ دقائق باستخدام ١٠ مل من مخلوط التفاعل تحت الظروف التي اجريت فيها هذه التجربه ٠ اضيف الانزيم لعينة دقيق بذرة البان منزوع الدهن لتقدير نشاط مثبط انزيم الكيموتربسين والذي عرف بأنه عدد وحدات الكيموتربسين المثبطه ٠

تقدير البروتين في مستخلص العينه

قدر البروتين في العينات المستخلصه بمحلول السترايت المنظم باستخدام طريقة لاوري وآخرون (Lowry et al., 1951) واستخدم البيومين السيرم (Sigma Chemical Co., St. Louis, Mo.) bovin serum albumin لعمل المنحنى القياسي ٠

الثبات الحراري لمثبطي انزيمي التربسين والكيموتربسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن

Thermal Stability of Trypsin and Chymotrypsin Inhibitor Activities

استخلصت العينه المنزوعة الدهن لبذور البان باستخدام محلول السترايت المنظم (pH = 4.6, 0.05 M) وسخن المستخلص حتى درجة الغليان لمدة ١٠ و ٢٠ و ٣٠ و ٤٠ و ٥٠ دقيقه وذلك لتقدير الثبات الحراري لمثبط انزيم التربسين ٠ اما لتقدير الثبات الحراري لمثبط انزيم الكيموتربسين فلقد استخدمت نفس درجة الحرارة ولمدة ١٠ و ٢٠ و ٣٠ دقيقة ٠

واستخدمت الطرق المشار اليها لتقدير نشاط مثبط انزيم التربسين طبقاً لطريقة (Kakade et al., 1969) ونشاط مثبط انزيم الكيموتربسين طبقاً لطريقة (Kakade et al., 1970) ٠

التحليل الإحصائي

تم اجراء التحليل الإحصائي لثلاث مكررات من النتائج المتحصله بحساب المتوسط الحسابي والخطأ المعياري بنظام ساس (SAS, 1984)٠ بينما حددت الفروق المعنوية بين المتوسطات باستخدام اختبار دنكن (Steel and Torrie, 1980) ٠

الباب الرابـــــــــع

النتائج والمناقشـــــة

التركيب الكيميائي للبان (اليســـر)

بذرة البان

يوضح جدول رقم ٢ التركيب الكيميائي لبذرة البان (اليسر) والتي امتازت باحتوائها على نسبة مرتفعة من البروتين والزيت حيث بلغت نسبة هذين المكونين ٢٩ر٢٨٪ و ٨٥ر٥٠ على التوالي . وقد احتوت بذرة البان على نسبة من البروتين تفوق ماهو موجود في البذور الزيتيه الاخرى مثل بذرة دوار الشمس والسمسم والفول السوداني (Ruth and leuis, 1992) والباميه (Bryant et al., 1988) . ويوضح جدول رقم ٢ نسب البروتين في البذور المشار اليها اعلاه . إلا أن نسبة البروتين كانت اعلى من النسبة التي تحصل عليها كلاً من القحطاني وابوعرب (Al-Kahtani and Abou-Arab, 1993) والصومالي وآخرون (Somali et al., 1984) حيث بلغت نسبة البروتين بهما ١٨ر٢٣٪ و ١ر٢٢٪ على التوالي ، وقد يرجع ذلك الى الاختلافات في الظروف البيئيه مثل ظروف الري او التخزين او لنوعية سلالة النبات المستخدمة . الا ان نسبة البروتين في بذور البان (اليسر) كانت مقاربه لحد ما لما هو موجود في فول الصويا والتي بلغت نسبة البروتين بها ٣٤ر٣١٪ (Al-Kahtani and Abou-Arab, 1993) لذا تعد بذرة البان (اليسر) مصدراً لابأس به للبروتين. بلغت نسبة الزيت في بذرة البان (اليسر) ٨٥ر٥٠٪ وهي نسبه مقاربه لحد ما لنسب الزيت في البذور الزيتيه الاخرى (جدول رقم ٢) مثل بذور دوار الشمس والسمسم والفول السوداني (Ruth and Leuis, 1992) . وكانت نسبة الزيت في هذه الدراسة اقل من النتائج المتحصل عليها من دراسة القحطاني وابوعرب (Al-Kahtani and Abou-Arab, 1993) والصومالي وآخرون (Somali et al., 1984) المجراه على بذرة البان (جدول رقم ٢) حيث بلغت نسبة الزيت بهما ٨٩ر٥٢٪ و ٣ر٥٤٪ على التوالي . وفاقت نسبة الزيت في بذور البان ماهو موجود في فول الصويا وبذرة الباميه حيث بلغت نسبة الزيت في بذور البان (اليسر) ضعفي النسبه الموجوده في فول الصويا (Al-Kahtani and Abou-Arab, 1993) وثلاث اضعاف النسبه الموجوده في بذور الباميه (Bryant et al., 1988) .

جدول رقم (٢) : التركيب الكيميائي في بذرة ودقيق البان (اليسر)* وفي بعض البذور الزيتيه والنباتيه الكاملة والمنزوعة الدهن .

	التركيب الكيميائي للبذرة الكامله في بذور البان (اليسر)* وفي بعض البذور الزيتيه والبذور النباتيه الأخرى							التركيب الكيميائي لدقيق بذرة البان (اليسر)* وبعض البذور الزيتيه والبذور النباتيه الأخرى منزوعة الدهن						
المكونات ٪	بذرة البان (اليسر) * (المتوسط ± الخطأ المعياري) **	(١) دوار الشمس Sunflower	(١) سمسم Sesame	(١) الفول السوداني Ground nut	(٢) البان Al-Ban	(٣) البان Al-Ban	(٣) فول الصويا Soybean	(٤) الباميه Okra	دقيق بذرة البان (اليسر) * (المتوسط ± الخطأ المعياري) **	(٥) دوار الشمس Sunflower	(٥) القطن Cotton	(٦) الفول السوداني Ground nut	(٢) البان Al-Ban	(٣) فول الصويا Soybean	(٤) الباميه Okra
الرطوبه	٢ر٤٨ ± ٠ر٠٣٠٦	٣ر٩	٢ر٧	٤ر٨	١ر٨	٢ر٦٠	٤ر٤٥	٥ر٨٨	٤ر٨٥ ± ٠ر٠٥٢٤	٧ر٠	٩ر٠	١٠ر٠	٦ر٢٧	٦ر٣٤	٧ر٩٧
الزيت	٥٠ر٨٥ ± ٠ر٠٥١٧	٥١ر٠	٥٥ر٦	٤٧ر١	٥٤ر٣	٥٢ر٨٩	١٩ر٣٠	١٦ر٢٢	٢ر٣٠ ± ٠ر٠٥٧٧	٢ر٩	١ر٦	٠ر٧	١ر٩٧	٠ر٧٥	١ر٦٧
البروتين	٢٨ر٢٩ ± ٠ر١٧٢٥	٢٢ر٧	٢٢ر٢	٢٤ر٧	٢٢ر١	٢٣ر١٨	٣١ر٣٤	٢٤ر٢٤	٥٣ر٧٥ ± ٠ر٠٩٧١	٤٦ر٨	٤١ر٦	٤٩ر٧	٥٣ر٥٢	٥٤ر٤٢	٥٤ر١٤
الكربوهيدرات	١٠ر٨٩ ± ٠ر٣٠٠١	٢ر٢	٠ر٩	٨ر٩	١٥ر٣	١٨ر٤١	٣٩ر١١	٢٥ر٤٤	٢١ر٣٠ ± ٠ر١٩٥٥	-	-	-	٣٢ر٤٦	٣٢ر٢٥	٢٤ر٠٣
الرماد	٢ر٨٥ ± ٠ر٠٥٣٣	-	-	-	٢ر٥	٢ر٩٨	٥ر٨٠	٤ر٧٩	٥ر٩٣ ± ٠ر٠٢٣٣	٧ر٧	٦ر٥	٥ر٧	٥ر٧٨	٦ر٢٤	٨ر١٩
الألياف	٤ر٦٤ ± ٠ر١٢١٧	١٠ر٨	١٠ر١	٨ر٢	٣ر٦	-	-	-	١١ر٨٧ ± ٠ر٠٥٥٥	١١ر٠	١١ر٠	٧ر٩	-	-	-

* الدراسة الحاليـــه .

** على أساس الوزن الرطب (n = 3)

(١) Ruth and Leuis, 1992

(٢) Somali et al., 1984

(٣) Al-Kahtani and Abou-Arab, 1993

(٤) Bryant et al., 1988

(٥) Betschart et al., 1975

(٦) Oke et al., 1975

بلغت نسبة الكربوهيدرات في بذور البان (اليسر) ٨٩ر١٠٪ وتعد هذه النسبه منخفضه مقارنه بفول الصويا حيث بلغت نسبتها اكثر من ربع النسبه الموجوده في فول الصويا (Al-Kahtani and Abou-Arab, 1993) وأقل من نصف الكميه الموجوده في بذور الباميه (Bryant et al., 1988) ولكنها كانت اعلى من نسبة الكربوهيدرات في البذور الزيتيه الأخرى (جدول رقم ٢) مثل بذور دوار الشمس والسمسم والفول السوداني (Ruth and Leuis, 1992) .

دقيق بذرة البان منزوع الدهن

يتضح من جدول رقم ٢ ان عملية استخلاص الزيت من بذور البان (اليسر) أدت الى ارتفاع نسبة البروتين من ٢٩ر٢٨٪ الى ٧٥ر٥٣٪ وانخفاض نسبة الزيت من ٨٥ر٥٠٪ الى ٣٠ر٢٪ وارتفاع نسبة الكربوهيدرات من ٨٩ر١٠٪ الى ٣٠ر٢١٪ .

وكانت نسبة البروتين في هذه الدراسة مطابقة لحد ما لنسب البروتين في كلاً من دقيق بذرة البان (اليسر) وفول الصويا منزوع الدهن (Al-Kahtani and Abou-Arab, 1993) وبذور الباميه (Bryant et al., 1988) ، ولكنها كانت اعلى من نسب البروتين في البذور الزيتيه الأخرى منزوعة الدهن مثل بذور دوار الشمس وبذور القطن (Betschart et al., 1975) وفي بذور الفول السوداني (Oke et al., 1975) . ويوضح جدول رقم ٢ نسب البروتين في البذور المشار اليها اعلاه.

وبلغت نسبة الزيت في دقيق بذرة البان منزوع الدهن ٣٠ر٢٪ وهي مقاربه لحد ما الى ماتوصل اليه القحطاني وابوعرب في دراستهما المجراه على بذور البان منزوعة الدهن ، ولكن فاقت نسبة الزيت في دقيق بذرة البان منزوع الدهن ماهو موجود في دقيق فول الصويا منزوع الدهن (جدول رقم ٢) بثلاث اضعاف النسبه (Al-Kahtani and Abou-Arab, 1993) ، كذلك كانت نسبة الزيت في دقيق بذرة البان منزوعة الدهن مقاربه للنسب الموجوده في البذور الزيتيه الأخرى (جدول رقم ٢) مثل بذور دوار الشمس وبذور القطن (Betschart et al., 1975) وبذور

الباميـــــــــه (Bryant et al., 1988) ولكنهـا كـانت أعلـى بثـلاث اضعـاف عـن الفـــــــول السودانـــــي (Oke et al., 1975) ٠

بلغت نسبة الكربوهيدرات في دقيق بذرة البان (اليسر) منزوع الدهن ٣٠ر٢١٪ وهي نسبة منخفضه (جـدول رقـم ٢) عمـا وجـده القحطـاني وابوعـرب في بـذور البـان منزوعة الدهن وبذور فول الصويا منزوعة الدهن (Al-Kahtani and Abou-Arab, 1993) ولكنها قريبه لحد ما من نسبة الكربوهيـدرات (جـدول رقـم ٢) في بـذور الباميـه منزوعـة الدهـــــن (Bryant et al.,1988) ٠

القيمة الغذائية لدقيق بذرة البان منزوع الدهن

الأحماض الامينية

تعد هذه الدراسة أول دراسة تم اجراءها على بذور البان (اليسر) لمعرفة محتواها من الأحماض الامينيه ويوضح جدول رقم (٣) و (٤) كمية الاحماض الامينيه الاساسـيه وغـير الاساسيه في دقيق بذرة البان منزوعة الدهن والتي امتازت باحتوائهـا علـى كافـة الاحمـاض الامينيه الاساسية وبكميات متفاوته ٠

يعد دقيـق بـذرة البـان مـنزوع الدهـن غنيـاً بـالحمض الاميـني الاساسـي هسـتدين Histidine والذي يعد من الاحماض الامينيه الاساسـيه الـتي يحتاجهـا الاطفـال وقـد بلغـت كمية هذا الحمض في دقيق بذرة البـان مـنزوع الدهـن ٣٠ر٣ جـرام/١٠٠ جـرام بروتـين وهي كمية تفوق كمية هذا الحمـض في كـل مـن بـذور الباميـه (Bryant et al., 1988) والحمص (Paredes-Lopez et al., 1991) ، كمـا فـاقت كميـة الهسـتدين في بـذور البـان كميتـه ايضـاً في البروتينـات الحيوانيـه مثـل بروتـين الحليـب وبروتـين البيـض (FAO/WHO/UNU, 1985) ٠ ويوضح جدول رقم (٤) كميـة الهسـتدين في البروتينـات المشار اليها اعلاه ٠ وتفي كميـة الهسـتدين في دقيـق بـذور البـان (اليسـر) مـنزوع الدهـن باحتياجات الرضع وذلك طبقاً للإحتياجات التي قدرتها منظمة الزراعة والأغذيـة ومنظمـة الصحة العالميه والتي يوضحها جدول رقم ٤ (FAO/WHO/UNU, 1985) ٠ احتوت بذرة البان ايضاً على كميات جيدة من الاحماض الامينيـه فـالين Valine وميثيونـين + سيسـتين Methionine + Cystine وايزوليوسين Isoleucine وليوسين Leucine ٠ فلقد فاقت كمية

جدول رقم (٣) : الأحـماض الأمينية غير الأساسية في دقيق بذور البان (اليســـــــر) منزوع الدهن .

الأحـماض الامينيـــة غير الأساسية	جرام حمض اميني/١٠٠ جرام بروتين المتوسط ± الخطأ المعياري (n = 3)
آرجنين Arginine	٧٠ر١٢ ± ٥٧٧٤ر٠
حمض الأسبارتك Aspartic Acid	٥٠ر٠٥ ± ١١٥٥ر٠
سيرين Serine	٧٦ر٠٠ ± ٠٢٦٠ر٠
حمض الجلوتاميك Glutamic Acid	١٠ر١٣ ± ٠٠٠٠ر٠
برولين Proline	٥٠ر٠٥ ± ٢٣٠٩ر٠
جلايسين Glycine	٢٠ر٠٦ ± ١١٥٥ر٠
آلانين Alanine	٣٠ر٠٥ ± ١٧٣٢ر٠

جدول رقم (٤) الاحماض الامينيه الاساسيه في بذور البان (اليسر) وفي بعض البذور الزيتيه والبذور النباتيه وبروتينات الحليب والبيض والبروتين المرجعي لمنظمة الزراعة والأغذية ومنظمة الصحة العالمية (جرام حمض اميني / ١٠٠ جرام بروتين)

الاحماض الامينية الاساسية	البان * Al-Ban المتوسط ± الخطأ المعياري (n = 3)	سمسم (١) sesame	بذرة القطن (١) cotton seed	بذرة دوار الشمس (١) sun flower	نزل سوداني(٢) ground nut	نزل الصويا (٣) soy bean	بذرة الباميه (٤) okra	مستخلص بروتين الحمص(٥) chick pea	بروتينات الحليب (٦) milk	بروتينات البيض (٦) egg	البروتين المرجعي لمنظمة الزراعة والاغذية ومنظمة الصحة العالمية . (٦) الرضع	للأطفال قبل سن المدرسة	للبالغين
لايسين Lysine	٢ر٥٢ ± ٠ر٠٤٦١	٢ر٧٥	٤ر٣	٣ر٧٧	٣ر٦٠	٦ر٣	٦ر٩٣	٦ر٨	٧ر٨	٧ر٠	٦ر٠	٥ر٨	١ر٦
تريونين Threonine	٢ر٨٨ ± ٠ر٠٤٩٨	٣ر٦٠	٣ر٢	٣ر١٨	٣ر٠٥	٣ر٩	٢ر٩٧	٣ر١	٤ر٤	٤ر٧	٥ر٠	٣ر٤	٠ر٩
فالين Valine	٥ر٦٣ ± ٠ر٢٠٢٨	٤ر٣٠	٤ر٨	٤ر٧٦	٤ر٢٥	٥ر١	٤ر٧٦	٣ر٩	٦ر٤	٦ر٦	٥ر٤	٣ر٥	١ر٣
ميثونين+سيستين Methionine+Cystine	٢ر٢١ ± ٠ر٠٥٢١	٣ر٢٥	١ر٢	١ر٩١	ر٨٥	١ر٤	٢ر٠١	١ر٩	٣ر٣	٥ر٧	٣ر٣	٢ر٥	١ر٧
ايزوليوسين Isoleucine	٤ر٣٨ ± ٠ر٢١٣٩	٣ر٤٥	٤ر١	٣ر٩٧	٣ر٨٥	٤ر٧	٢ر٩٨	٤ر٠	٤ر٧	٥ر٤	٤ر٠	٢ر٨	١ر٣
ليوسين Leucine	٧ر٠٧ ± ٠ر٢١٧٩٨	٦ر٧٥	٥ر٧	٦ر١٣	٦ر٦٠	٧ر٩	٦ر٨١	٨ر٠	٩ر٥	٨ر٦	٩ر٣	٦ر٦	١ر٩
فنايل الانين + تايروسين Phenylalanine+Tyrosine	٦ر٧٨ ± ٠ر٢٠٢٨	٤ر٣٥	٥ر٢	٤ر٧٠	١٠ر٦٠	٩ر١	٨ر٥٠	٧ر٣	١٠ر٢	٩ر٣	٧ر٢	٦ر٣	١ر٩
تريبترفان Tryptophan	٠ر٧٣ ± ٠ر٠٣٣٣	٢ر٢٠	١ر٤	١ر١٠	١ر١٠	١ر٣	٢ر٦٠	-	١ر٤	١ر٧	١ر٠	١ر١	٠ر٥
هستدين Histidine	٣ر٣٠ ± ٠ر٠٥٧٧	-	-	-	-	-	٢ر٩٠	٢ر٤	٢ر٧	٢ر٢	١ر٦	١ر٩	١ر١

* الدراسة الحالية

Bet Schart et al., 1975 (١)
Oke et al., 1975 (٢)
Waggle and Kolar, 1979 (٣)
Bryant et al., 1988 (٤)
Paredes-Lopez et al., 1991 (٥)
FAO/HWO/UNU 1985 (٦)

الفالين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن كميته الموجودة في بعض البذور والتي يوضحها جدول رقم ٤ مثل الفول السوداني (Oke et al., 1975) والسمسم والقطن ودوار الشمس (Betschart et al., 1975) ٠ والباميه (Bryant et al., 1988) وفول الصويا (Waggle and Kolar, 1979) والحمص (Paredes-Lopez et al., 1991) ٠ إلا أن كمية الفالين في بذور البان كانت اقل مقارنة ببروتين الحليب والبيض كما يتضح من جدول رقم ٤ (FAO/WHO/UNU, 1985) وتفي كمية الفالين في بذور البان باحتياجات كافة الفئات العمرية طبقاً للإحتياجات التي قدرتها منظمة الزراعة والأغذية ومنظمة الصحة العالمية الموضحة في جدول رقم ٤ (FAO/WHO/UNU, 1985) ٠

كما كانت كمية الميثونين والسيستين Methionine + Cystine في بذور البان اكثر مقارنة بكميته في بعض البذور التي يوضحها جدول رقم ٤ مثل الفول السوداني (Oke et al., 1975) والقطن ودوار الشمس (Betschart et al., 1975) وفول الصويا (Waggle and Kolar, 1979) والباميه (Bryant et al., 1988) والحمص (Paredes-Lopez et al., 1991) الا ان كميته كانت اقل مقارنة ببذرة السمسم (Betschart et al., 1975) وبروتين البيض والحليب (FAO/WHO/UNU, 1985) ٠ وتفي كمية الميثونين والسيستين في بذور البان باحتياجات البالغين طبقاً للإحتياجات التي قدرتها منظمة الزراعة والاغذية ومنظمة الصحة العالمية كما هو موضح في جدول رقم ٤ (FAO/WHO/UNU, 1985) ٠

أما كمية الايزوليوسين Isoleucine والليوسين Leucine في بذور البان فقد فاقت ماهو موجود في الفول السوداني (Oke et al., 1975) وبذور القطن ودوار الشمس والسمسم (Betschart et al., 1975) والباميه (Bryant et al., 1988) الا أن كميتهما في بذور البان كانت اقل مقارنة لماهو موجود في فول الصويا (Waggle and Kolar, 1979) وبروتين الحليب والبيض كما هو موضح في جدول رقم ٤ (FAO/WHO/UNU,1985) وتفي كمية الايزوليوسين Isoleucine في بذور البان باحتياجات كافة الفئات العمريه التي يوضحها جدول رقم ٤ والتي وضعتها منظمة الزراعة والأغذية ومنظمة الصحة العالمية ، في حين أن كمية الليوسين Leucine في بذور البان تفي فقط باحتياجات اطفال قبل سن المدرسة والبالغين (FAO/HWO/UNU, 1985) ٠

كانت كمية الفينايل الانـين والتايروسين Phenylalanine + Tyrosine في بـذور البان منخفضة مقارنة بكميته في البروتينات الموضحه في جدول رقم ٤ عدا بروتينات بذور السمسم والقطن ودوار الشمس (Betschart et al., 1975) وبـالرغم مـن انخفـاض كميـة هذان الحمضان في بذور البان إلا أن هذه الكمية تعد كافية لإحتياجـات اطفـال قبـل سـن المدرسة والبالغين والموضحة في جدول رقم ٤ (FAO/WHO/UNU, 1985) .

تعد بذرة البان محدودة في محتواها من الأحماض الامينية الاساسيه اللايسين Lysine وثريونين Threonine وتربتوفان Tryptophan حيث كانت كمية هـذه الاحمـاض الامينيـه الاساسية منخفضة في بذور البان مقارنة بكمية هذه الاحماض في كافة البروتينات الموضحة في جدول رقم ٤ . وتعد هذه الاحماض الامينيه اكثر الاحماض الامينيه الاساسية محدوديـة في البروتينات النباتيه limiting amino acids (Kakade, 1974) . وبالرغم من الانخفـاض الواضـح في كميـة هـذه الاحمـاض في بـذور البـان الا ان محتـوى بـذرة البـان منهـا يفـي باحتياجات البالغين طبقاً لنموذج منظمة الزراعة والاغذية ومنظمة الصحة العالميـة الموضـح في جدول رقم ٤ (FAO/WHO/UNU, 1985) .

قابلية الهضم خارج الجسم ونسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER

تعـد طريقـة قابليـة الهضـم خـارج الجسـم *In vitro* بواسـطة الانزيمـات الهاضمـة للبروتينات مع حساب فعالية البروتين المحسوبةC-PER من الطـرق السـريعه لتقييـم القيمـة الغذائية للبروتينات ، كما اثبتت هذه الطريقة جودتها ودقتها عـن طريـق معـامل الارتبـاط الجيد بينها وبين الطرق الحيوية المستخدمه لتقييم البروتين (Satterlee et al., 1977) .

بلغت نسبة قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* لدقيق بـذرة البـان مـنزوع الدهـن ٦٠ر٧٤٪ (جـدول رقـم ٥) وهـي نسـبة منخفضـه مقارنـة بالكـازين والمصـادر الغذائيـه الحيوانيه كاللحوم (Satterlee et al., 1977) وحليب الابل الذي بلغت قابلية الهضم خارج الجسم فيه ٤ر٨١٪ (Sawaya et al., 1984) ، وكذلـك انخفاضـه مقـابل المصـادر النباتيـه المختلفه مثل الذره الشاميه والذره الرفيعه والارز والقمح واللوبيا ودقيق فول الصويا ودقيق بذرة القطن ودقيق بذرة السمسم حيث بلغت نسبه قابلية الهضم في هذه المصادر ٨٢٪ و

٥ر٧٩٪ و ٨ر٨٤٪ و ٧ر٨٣٪ و ٣ر٧٥٪ و ٨ر٨٥٪ و ٦ر٧٧٪ و ٥ر٨٠٪ على التوالي (Wolzak et al., 1981) كذلك انخفاض قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* للبان (اليسر) مقارنة بزبدة السمسم Sesame Butter والتي بلغت ٣ر٨٣٪ (Sawaya et al., 1985) وكذلك انخفاضه مقابل معزول البروتين الشبكي Micelle protein isolate في دقيق الحمص Chick pea (١ر٩٤٪) (Paredes-Lopez et al., 1991) .

جدول رقم(٥) : قابلية الهضم خارج الجسم ونسبة فعالية البروتين المحسوبه (C-PER) لدقيق بذرة البان (اليسر) منزوع الدهن

قابلية الهضم خارج الجسم	٠ر٤٣٦ ± ٠ر٦٠ر٧٤ *
نسبة فعالية البروتين المحسوبة (C-PER)	١ر٠٠

* المتوسط ± الخطأ المعياري

إلا أن قيمة نسبة قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* لدقيق البان منزوعة الدهن كانت مقاربة لكلاً من البسله والفاصوليا البيضاء [٧٣٪ و ٧ر٧٣٪ على التوالي] (Wolzak et al., 1981) ، بينما كانت نسبة قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* لدقيق البان منزوعة الدهن أعلى من نسبة قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* لحبوب الفاصوليا البلديه الحمام Red Kidney Bean [*Phaseolus vulgaris* L.] (١٨ر٤٣٪) (Williams et al.,1994) . وقد يرجع انخفاض نسبة قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* لدقيق بذرة البان (اليسر) منزوع الدهن الى وجود مثبطات تغذويه خاصة تلك المثبطه للانزيمات الهاضمة للبروتين مثل مثبط انزيم التربسين Trypsin وتوجد عدة طرق لزيادة نسبة قابلية الهضم خارج الجسم في البقوليات من اهمها استخدام المعامله الحرارية لتخفيض او القضاء على مضادات التغذيه (Laurena et al., 1991) .

بلغت نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER لدقيق بذرة البان منزوع الدهن ١ر٠ (جدول رقم ٥) وهي قيمة منخفضة مقارنة بالكازين (٥ر٢) والمصادر النباتيه الأخرى

مثل الذرة الشامية والارز والقمح واللوبيا والفاصوليا البيضاء ودقيق فول الصويا حيث بلغت نسبة فعالية البروتين المحسوبة في هذه المصادر ١ر٢٣ و ١ر٩٨ و ١ر٥٩ و ١ر٦٧ و ١ر٣٣ و ٢ر٥٧ على التوالي (Wolzak et al., 1981) ، كذلك كانت نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER لدقيق بذرة البان منزوع الدهن منخفضة مقارنة بزبدة السمسم Sesame butter [١ر٤ ٢ر] (Sawaya et al., 1985) وبذور *Citrullus colocynthis* [١ر٨٥] (Sawaya et al., 1986) ودقيق فول الصويا (١ر٨) (Satterlee et al.,1977) ومعزول البروتين الشبكي Micelle protein isolate في دقيق الحمص Chick pea [٢ر٦] (Paredes-Lopez et al.,1991) الا أن نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER لبذرة البان كانت أعلى مقارنة بكلاً من الذرة الرفيعه والبسله التي بلغت نسبتهما ٠ر٦٦ و ٠ر٧٢ على التوالي (Wolzak et al., 1981) وحبوب الفاصوليا البلديه الخام Red Kidney Bean الخام *Phaseolus vulgaris* L. [٠ر٥٢] (Williams et al., 1994) بينما قاربت قيمة نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER لدقيق بذرة البان المنزوع الدهن قيم كلاً من دقيق بذرة القطن (١ر٠٥) ودقيق بذرة السمسم المنزوعة الدهن [٠ر٩٣] (Wolzak et al., 1981) وكذلك دقيق الذره والتي بلغت نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER بها ١ر١ (Satterlee et al., 1977) ٠ وعند مقارنة نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER للبان (اليسر) بالمصادر الحيوانية اتضح انخفاضها وذلك مقارنة بحليب الابل [٢ر٦٩] (Sawaya et al., 1984) 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-PEP في هذه المنتجات ٢ر٤٤ و ٢ر٤١ و ٢ر٧٦ على التوالي (Babji et al.,1980) ٠ وقد يرجع سبب الانخفاض في نسبة فعالية البروتين المحسوبة C-PER في بذور البان (اليسر) الى انخفاض كمية بعض الاحماض الامينيه الاساسيه مثل اللايسين والثريونين والتربتوفان والى انخفاض قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* ٠

مثبطي انزيمي التربسين والكيموتربسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن

بلغ تركيز مثبط انزيم التربسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن ٤٦ر٤٨ وحدة نشاط مثبط الانزيم لكل ملجم بروتين وهي قيمة مرتفعه مقارنة بالقيم التي تحصل عليها القحطاني (Al-Kahtani, 1995) في دراسته على كلاً من دقيق بذرة البان (اليسر) منزوع

الدهن ودقيق فول الصويا منزوع الدهن والتي بلغت ١٣ و ٢٦ وحدة نشاط مثبط الانزيم لكل ملجم بروتين على التوالي ، كما تعد مرتفعة مقارنة بدقيق بذرة الكركديه منزوع الدهن التي بلغت ٤١ وحدة نشاط مثبط الانزيم لكل ملجم بروتين (Abu-Tarboush and Ahmed, 1996) .

إلا أن قيمة مثبط انزيم التربسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن تعد منخفضه مقارنة بقيمة دقيق فول الصويا منزوع الدهن ١ر٧٦ وحدة نشاط مثبط الانزيم لكل ملجم بروتين) [Abu-Tarboush and Ahmed, 1996] ولعينات فول الصويا المختلفة والتي بلغت قيمتها مابين ٨ر٦٠ الى ٥ر١٠٧ وحدة نشاط مثبط الانزيم لكل ملجم بروتين (Kakade et al., 1969) . قد ترجع الاختلافات بين محتوى مثبط انزيم التربسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن في هذه الدراسة ودراسة القحطاني (Al-Kahtani, 1995) ودراسة كاكدي وآخرون (Kakade et al., 1969) لأسباب عديده من ضمنها نوعية المنظم المستخدم للإستخلاص ومادة التفاعل واصناف البذور المستخدمه للدراسه والظروف البيئيه . فقد اكد كلاً من اكيدا وكيسانو (Ikeda and Kusano, 1978) على أن استخلاص مثبط الأنزيم بمحلول منظم السترييت Citrate buffers يعطي نتائج (قيم) اكبر لنشاط مثبط الانزيم. استخدم القحطاني (Al-Kahtani, 1995) في دراسته مادة تفاعل Substrate تختلف عن مادة التفاعل المستخدمة في الدراسة الحالية ، فلقد استخدم القحطاني (Al-Kahtani, 1995) الكازين كمادة للتفاعل في حين استخدمت مادة N-benzoyl-DL-arginine-P-nitronilide hydrochloride (BAPA) كمادة تفاعل في هذه الدراسة . وقد اكد كاكيد وآخرون (Kakade et al., 1969) ان قيم مثبط انزيم التربسين ترتفع (تزيد) عند استخدام BAPA كمادة تفاعل بنحو ٢٥-٣٠٪ عن القيم عند استخدام الكازين كمادة للتفاعل . كما ذكر القحطاني (Al-Kahtani, 1995) ان لأصناف البذور والظروف البيئيه تأثير على قيم نشاط مثبط الانزيم . احتوى دقيق بذرة البان منزوع الدهن ايضاً على مثبط انزيم الكيموتربسين وقد بلغ تركيزه ٥٧ر٥ وحدة نشاط مثبط الانزيم لكل ملجم بروتين وهي قيمه منخفضه مقارنة بدقيق بذرة الكركديه منزوع الدهن ودقيق فول الصويا منزوع الدهن والتي بلغتا ٨٠ر٢١ و ٢٠ر٥٧ وحدة نشاط مثبط الانزيم لكل ملجم بروتين على التوالي (Abu-Tarboush and Ahmed,1996) ، بينما كانت قيمة مثبط انزيم الكيموتربسين في

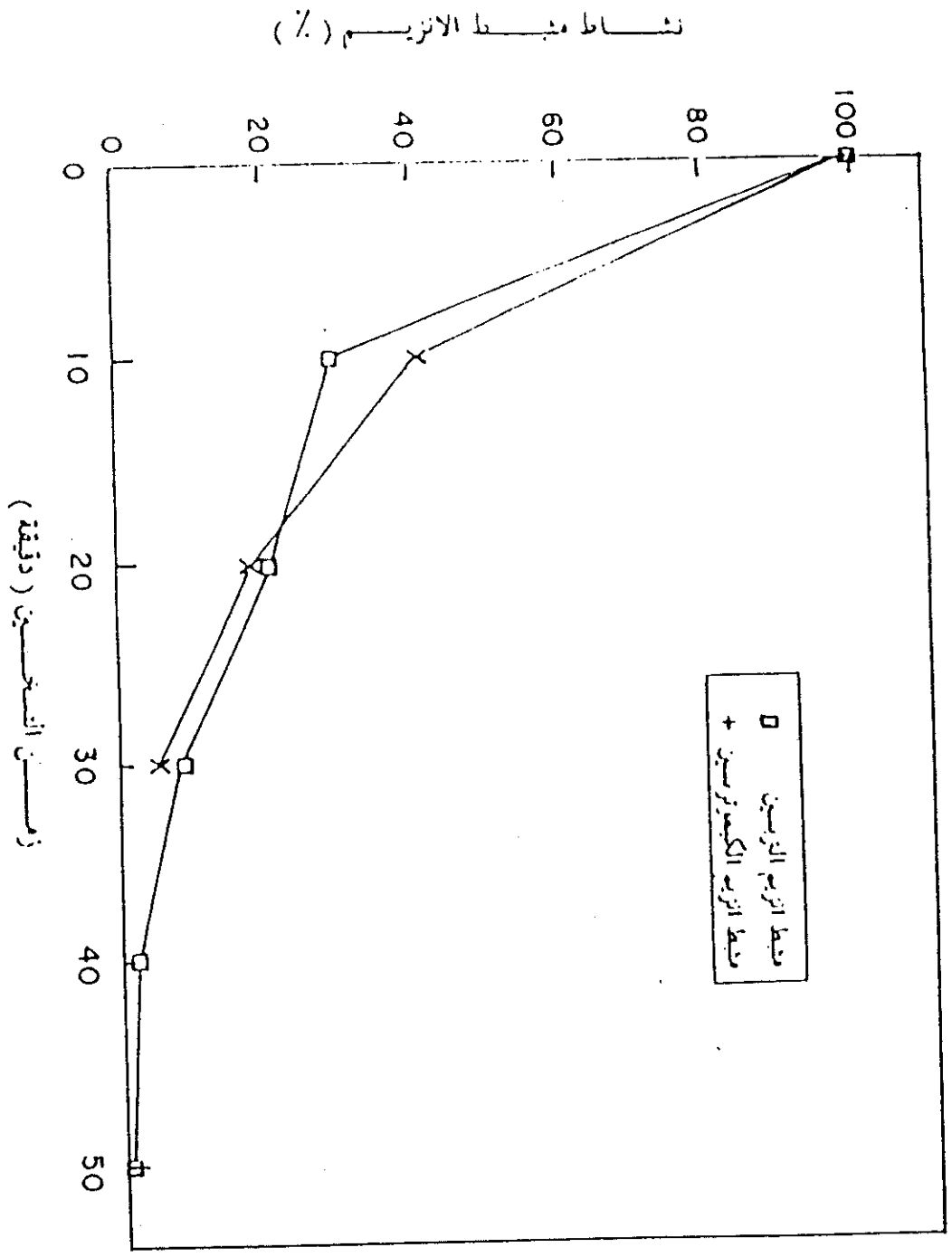
فول الصويا ٧٢ وحدة مثبط الانزيم لكل/مل من مستخلص العينه (Kakade et al., 1970) .

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

يوضح شكل رقم (١) تأثير المعاملة الحرارية (معاملة الدقيق في ماء يغلي) لفترات مختلفة على نشاط مثبطي انزيمي التربسين والكيموتربسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن. ادت زيادة فترة الغليان الى زيادة تحطيم مثبط انزيم التربسين والذي فقد ٩٩ر٢٪ من نشاطه عند معاملة الدقيق حرارياً بالغليان لمدة ٥٠ دقيقه . إلا أن الفروق لم تكن معنويه ($p\leq 0.05$) بين المعاملات الحرارية عند ٤٠ و ٥٠ دقيقه (الملحق جدول رقم٣). وينطبق نفس القول على مثبط انزيم الكيموتربسين والذي فقد ٩٤ر٨٠٪ من نشاطه عند معاملة دقيق بذرة البان منزوعة الدهن حرارياً بالغليان لمدة ٣٠ دقيقه إلا أن الفروق لم تكن معنويه ($P \leq 0.05$) بين المعاملات الحرارية عند ٢٠ و ٣٠ دقيقه لتثبيط مثبط انزيم الكيموتربسين . لذا تعد معامله الدقيق حرارياً بالغليان لمدة ٤٠ دقيقه كافية للحد من نشاط مثبطات الانزيم لذا يمكن القول ان مثبطي انزيمي التربسين والكيموتربسين في دقيق بذرة البان منزوع الدهن حساسين للمعامله الحرارية. ويتفق ذلك مع النتائج التي توصل اليها القحطاني (Al-Kahtani, 1995) على دقيق بذور البان منزوع الدهن والتي استجابت للمعامله الحراريه وأن كان زمن المعامله الحرارية اطول في دراسة القحطاني (Al-Kahtani, 1995) وقد اكدت العديد من الدراسات فعالية المعامله الحراريه للقضاء على مثبطات الانزيمات الهاضمه للبروتينات فقد اكد كلاً من كولن وباتي (Collins and Beaty, 1980) على ان نسبة فعالية البروتين PER في الفئران قد ارتفعت من ١ر٢ الى ١ر٩ عند معاملة ثمار فول الصويا الخضراء بالحرارة لمدة ٩ دقائق وتغذية الفئران بها مقارنة بفول الصويا الغير معامل بالحرارة . واكد لارينا وآخرون (Laurena et al., 1991) على ان قابلية الهضم خارج الجسم *in vitro* قد زادت بنسبة ٦-٨ ٪ في البقوليات بعد معاملتها حرارياً ، واشار كلاً من بونفيست ووايتكر (Boonvisut and Whitaker, 1976) ان مثبط انزيم التربسين في فول الصويا امكن تحطيمه بالتسخين عند درجة حرارة ١٠٠ ٥م لمدة ٣٠ دقيقة .

كذلك اثبت كلاً من جبتا وواجل (Gupta and Wagle, 1980) ان التسخين بعد ٢٤ و ٣٦ ساعة من الانبات يقلل بدرجات متفاوته من نشاط مثبط انزيم التربسين حيث تراوحت نسبة القضاء على مثبط انزيم التربسين مابين ٥ر١ و ٨ر٧١٪ في *Phaseolus mungoreous* عند درجة حرارة تراوحت مابين ٥٠ الى ٨٠ م ، بينما كان اقصى تحطيم لمثبط التربسين في *Phaseolus aureus* هو ٤ر٨٠٪ بعد ٣٦ ساعه من التسخين على درجة ٨٠ م لمدة ٤٥ دقيقه . كذلك وجد تان وونج (Tan and Wong, 1982) ان استعمال المعالجه الحرارية بالمعقم Autoclave على درجة ١٢٠ م له اثر قوي في تحطيم مثبط انزيم التربسين في الوجبات المعده من البقوليات Beans او الفول Bean . كذلك ذكر كوبي وآخرون (Koeppe et al., 1985) ان المعالجه الحراريه لبذور Amaranth *(Amaranthus hypochondriacus)* لمدة ٧ ساعات عند درجة حرارة ١٠٠ م ابقى فقط على ٢٠٪ من نشاط مثبط انزيم التربسين . كما اثبتت دراسة ابوطربوش وأحمد (Abu-Tarboush and Ahmed, 1996) على مستخلص دقيق بذرة الكركديه منزوع الدهن احتواء هذا المستخلص على مثبط انزيم التربسين وامكن تخفيض نشاط هذا المثبط بنسبة ١ر٦٦٪ بغليان المستخلص في الماء لمدة ١٠ دقائق .

شكل رقم (١) تأثير المعاملات الحرارية على مثبطي انزيمي التربسين والكيموتربسين



نشاط مثبط الانزيم (٪)
100
80
60
40
20
0
0
10
20
30
40
50
زمن التسخين (دقيقة)
مثبط انزيم التربسين
مثبط انزيم الكيموتربسين

الباب الخامـــس
الخلاصـــة والتوصيـــات

الخلاصة والتوصيـــات :

تنتمي بذور البان (اليسر) *Moringa peregrina* الى عائلة Moringacease وتنتشر في شمال وجنوب منطقة الحجاز بالمملكة العربية السعودية وهي من البذور الزيتيه حيث تميزت بغناها بكلاً من الزيت والبروتين والكربوهيدرات حيث بلغت نسب هذه المكونات ٢٩ر٢٨٪ و ٨٥ر٥٠٪ و ٨٩ر١٠٪ على التوالي ، كذلك تميز دقيقها المنزوع الدهن باحتواءه على كميات عالية من البزوتين والكربوهيدرات حيث بلغت ٧٥ر٥٣٪ و ٣٠ر٢١٪ على التوالي . واحتوت بذرة البان على كل الاحماض الامينيه الاساسيه وبكميات كافيه حيث تميزت بغناها بالهستدين والمثيونين والفالين والايزوليوسين والليوسين ، وانخفاضها بكلاً من اللايسين والتربتوفان والثريونين . وبلغت نسبة كفاءة البروتين المحسوبه C-PER لبذور البان (١) وهي قيمة منخفضه ويرجع سبب ذلك الى انخفاض قابلية الهضم خارج الجسم (٦٠ر٧٤٪) ونقص بعض الاحماض الامينيه الاساسيه المذكوره اعلاه . ويرجع انخفاض قابلية الهضم خارج الجسم في بذور البان (اليسر) الى احتواءها على مثبط انزيم التربسين ومثبط انزيم الكيموتربسين واللذان بلغا ٤٦ر٤٨ و ٥٧ر٥ وحدة نشاط مثبط الانزيم لكل ملجرام بروتين على التوالي ، واظهرت الدراسة الحساسيه العاليه لهذين المثبطين ضد الحراره ، حيث حطمت الحرارة (١٠٠ °م) بعد ٥٠ دقيقه ٢ر٩٩٪ من نشاط مثبط انزيم التربسين وبالمثل تم القضاء على ٨٠ر٩٤٪ من نشاط مثبط انزيم الكيموتربسين عند معاملتها بالحراره (١٠٠ °م) ولمدة ٣٠ دقيقه . وتعد هذه الدراسة أول دراسة تم اجراؤها على هذه البذور لتقدير محتواها من الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية ، ونظراً لإحتواء دقيق بذرة البان (اليسر) منزوع الدهن على كمية كبيرة من الحامض الأميني الهستدين الهام للأطفال فيمكن استخدام هذه البذور في عمل الألبان الخاصة بالأطفال Formula [وذلك بعد اجراء اختبارات السميه على هذه البذور] خاصة وأن كمية الهستدين في هذه البذور تفوق ماهو موجود في الحليب والبيض . كذلك يوصى بمعاملة هذا البروتين حرارياً للقضاء على مثبطات الانزيمات المحللة للبروتين وحساب نسبة فعالية البروتين بعد معاملتها حرارياً .

المراجع العربية

المراجع العربيـــة

١- جامعة الدول العربية ، المنظمة العربية للتنمية الزراعية لبرنامج الامن الغذائي العربي - دراسة معوقات انتاج محاصيل البذور الزيتيه في الوطن العربي (الخرطوم - ديسمبر ١٩٩١)٠

المراجع الاجنبيـــــــــه

References

AOAC (1990). Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., U.S.A.

Abramove, E. P. and Chernikov, M. P. (1964). Amount of proteinase inhibitor in the seeds of certain legumes. Vopr. Pitaniya 23: 13. (1965).

Abu-Tarboush, H. M., Ahmed, S. B.(1996). Studies on karkade (*Hibiscus sabdarriffa*) : Protease inhibitors, phytate, *In vitro* protein digestibility and gossypol content. Food Chem. (In Press)..

Agren, G. and Lieden, S. A. (1968). Some chemical and biological properties of a protein concentrate from sunflower seeds. Acta Chemica Scandinavica, 22(6) 1981.

Agren, G. and Eklund, A. (1972). Sunflower protein concentrates. PAG Bulletin, Fall Protein Advisory Group of the United Nations. N. Y., U.S.A., p. 33.

Akeson, W. R., and Stahmann, M. A. (1964). A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. J. Nutr. 83: 257.

Al-Kahtani, H. A., and Abou-Arab, A. A. (1993). Comparison of physical, chemical, and functional properties of *Moringa peregrina* (Al-Yassar or Al-Ban) and soybean proteins. Cereal Chem. 70 (6) : 619.

Al-Kahtani, H. A. (1995). Some antinutritional factors in *Moringa peregrina* (Al-Yassar or Al-Ban) and soybean products. J. Food Sci. 60(2) : 395.

Al-Yayha, M. A., Al-Meshal, I. A., Mossa, J. S., Al-Badr, A.A. and Tariq, M. (1990). Saudi Plants. Chemical and biological approach. King Saud Univ. Press, Riyadh. p. 288.

Babji, A. S., Froning, G. W., and Satterlee, L. D. (1980). Protein nutritional quality of mechanically deboned poultry meat as predicted by the C-PER assay. J. Food Sci. 45: 441.

Barampama, Z. and Simard, R. E. (1994). Oligosaccharides, antinutritional factors, and protein digestibility of dry beans as affected by processing. J. Food Sci. 59(4) : 833.

Barnes, R. H., Jean, E. M., Knights, M. J. and Burr, G. O. (1945). Measurement of the growth-promoting quality of dietary protein. Cereal Chem. 22:273.

Belew, M., Porath, J., and Sundberg, L. (1975). The trypsin and chymotrypsin inhibitors in chick pea (*Cicer arietinum* L.). Eur. J. Biochem. 60:247.

Bender, A. E. and Doell, B. H. (1957). Biological evaluation of proteins : a new aspect. Brit. J. Nutr. 11 : 140.

Bender, A. E. and Miller, D. S. (1953). A new brief method of estimating net protein value. Biochem. J. 53 : 7.

Betschart, A. A., Lyon, C. K. and Kohler, G. O. (1975). Sunflower, safflower, sesame and castor protein. In "Food protein sources" N. W. Pirie, (Ed.), pp. 79-104. Cambridge University Press, London and New York.

Birk, Y. (1961). Purification and some properties of a highly active inhibitor of trypsin and α-chymotrypsin from Soybeans, Biochim. Biophys. Acta 54: 378.

Block, R. J. and Mitchell, H. H. (1946). Some relationships between the amino acid contents of proteins and their nutritive value for the rat. J. Biol. Chem. 163:599.

Bodwell, C. E. (1977). Problems with the development and application of rapid methods of assessing protein quality Nutr. Rep. Int. 16(2) : 163 .

Boonvisut, S. and Whitaker, J. R. (1976). Effect of heat, amylase, and disulfide bond cleavage on the *in vitro* digestibility of soybean proteins. J. Agric. Food Chem., 24(6) : 1130.

Bowman, D. E. (1944). Fractions derived from soybeans and navy beans which retard the tryptic digestion of casein. Soc. Expt. Biol. Med. 57: 139.

Bowman, D. E. (1946). Differentiation of soybean antitryptic factors. Proc. Soc. Expt. Biol. Med. 63: 547.

Bowman, D. E. (1948). Further differentiation of bean trypsin inhibiting factors. Arch. Biochem. Biophys. 16: 109.

Borchers, R. and Ackerson. C. W. (1947). Trypsin inhibitor. 4. Occurrance in seeds of leguminosae and other seeds. Arch. Biochem. 13: (2): 291.

Bryant, H. J, Montecalvo, J, Morey, K.S. and Loy, B. (1988). Processing, functional and nutritional properties of okra seed products. J. Food Sci. 53(3): 810.

Buchanan, R. A. and Byers, M. (1969). Interference by cyanide with the measurement of papain hydrolysis. J. Sci. Food Agric. 20 : 364.

Buchanan, R. A. (1969). *In vivo* and *in vitro* methods of measuring nutritive value of leaf protein concentrates, Brit. J. Nutr. 23 : 53 .

Champan, D. G. Castello, R. and Campbell, J. A. (1959). Evaluation of protein in foods. 1. A method for determination of protein efficiency ratio. Can. J. Biol. Chem. Phys. 37:679.

Chauhan, G. S., Eskin, N. A. M., and Tkachuk, R. (1992). Nutrients and antinutrients in Quinoa seed. Cereal Chem. 69(1) : 85.

Chavan, J. K. and Hejgaard, J. (1981). Detection and partial characterisation of subtilisin inhibitors in legume seeds by isoelectric focusing. J. Sci. Food Agric. 32: 857.

Chu, H. M., and Chi, C. W., (1963). The isolation and crystallization of two trypsin inhibitors of low molecular weight from mung bean *phaseolus aureus*. Chem. Abstr. 59 : 10405.

Collins, J. L., and Beaty, B. F. (1980). Heat inactivation of trypsin inhibitor in fresh green soybeans and physiological responses of rats fed the beans. J. Food Sci. 45 : 542.

Devaries, J. W., Koski, C. M., Egberg, D. C., and Larson, P. A. (1980). Comparison between a spectrophotometric and a high-pressure liquid chromatography method for determining tryptophan in food products. J. Agric. Food Chem. 28 : 896.

Dhurandhar, N. V., and Chang, K. C. (1990). Effect of cooking on firmness, trypsin inhibitors, lectins and cystine/cysteine content of navy and red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*). J. Food Sci. 55(2) : 471.

Dimler, R. J. (1971). Production and use of oilseed proteins. J. Am. Oil Chem. Soc. 48 : 400.

Dipietro, C. M., and Liener, I. E. (1989). Soybean protease inhibitors in foods. J. Food Sci. 54(3) : 606.

El- Tinay, A. H., Nour, A. H., Abdel-Karim, S. H., and Mahgoub, S. O. (1988). Aqueous protein and gossypol extraction from glanded cottonseed flour : factors affecting protein extraction. Food Chem. 29 : 27.

FAO (1970). Amino acid content of food and biological data on proteins. FAO. Food and Nutrition Series, No. 21. FAO. Nutritional Studies, No. 24. Rome, Italy, 144.

FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization). (1973). Energy and protein requirements. WHO Technical report series No. 522, FAO Nutrition Meetings Report , series No. 52. FAO/WHO, Geneva.

FAO/WHO/UNU. (1985). Energy and protein requirements. Report of joint meeting. WHO, Geneva, Technical Report Series No. 724.

Fernandez, M. L. and Berry, J. W. (1988). Nutritional evaluation of chickpea and germinated chickpea flours. Plant Foods Hum. Nutr. 38: 127.

Gauthier, S. F., Vachon, C., Jones, J. D., and Savoie, L. (1982). Assessment of protein digestibility by *in vitro* enzymatic hydrolysis with simultaneous dialysis. J. Nutr. 112 : 1718.

Griffiths, D. W. (1984). The trypsin and chymotrypsin inhibitor activities of various pea (*Pisum spp.*) and field bean (*Vicia faba*) cultivars. J. Sci. Food . Agric. 35 : 481.

Gupta, K. and Wagle, D. S. (1978). Antinutritional factors of *Phaseolus mungoreous* (*Phaseolus mungo* var. M_{1-1} x *Phaseolus aureus* var. T_1) J. Food Sci. Technol. 15(4) : 133.

Gupta, K. and Wagle, D. S. (1980). Changes in antinutritional factors during germination in *Phaseolus mungoreous*, a cross between *Phaseolus mungo* (M_{1-1}) and *Phaseolus aureus* (T_1). J. Food Sci. 45:394.

Hafez, Y.S., and Mohamed, A. (1983). Presence of nonprotein trypsin inhibitor in soy and winged beans . J. Food. Sci. 48 : 75.

Ham, W. E. and Sandstedt, R. M. (1944). A Proteolytic inhibitory substance in the extract from unheated soybean meal. J. Biol. Chem. 154: 505.

Han, Y., and Persons, C. M. (1991). Nutritional evaluation of soybeans varying in trypsin inhibitor content . Poultry Sci. 70 : 896.

Hill, R. L. and Schmidt, W. R. (1962). The complete enzymic hydrolysis of proteins. J. Biol. Chem. 237(2) : 389.

Hove, E. I. and King, S. (1979). Trypsin inhibitor contents of lupin seeds and other grain legumes. N. Z. J. Agric. Res., 22:41.

Hsu, H. W., Vavak, D. L., Satterlee, L. D. and Miller, G. A. (1977). A multienzyme technique for estimating protein digestibility. J. Food Sci. 42: 1269.

Huang, D. Y., Swanson, B. G. and Ryan, C. A. (1981). Stability of proteinase inhibitors in potato tubers during cooking. J. Food Sci. 46 : 287.

Ikeda, K. and Kusano, T. (1978). Isolation and some properties of a trypsin inhibitor from Buck wheat grain. Agric. Biol. Chem. 42(2) : 309.

Ikena, T. and Norioko, S. (1986). Bowman-Birk family serine proteinase inhibitors. In proteinase inhibitors, p. 361-374. Elsevier Science Publishers .

Jaffe, W. G. (1950). Protein digestibility and trypsin inhibitor activity of legume seeds. Proc. Soc. Expt. Biol. Med. 75: 219.

Johnson, L. A., Hoover, W. J., Deyoe, C. W., Erickson, L. E., Johnson, W. H., and Schwenke, J. R. (1980b). Modeling the kinetics of heat inactivation of trypsin inhibitors during steam-infusion cooking of soymilk. Trans. Amer. Soc. Agric. Eng. 23: 1326.

Johnson, L. A., Deyoe, C. W., Hoover, W. J., and Schwenke, J. R. (1980a). Inactivation of trypsin inhibitors in aqueous soybean extracts by direct steam infusion. Cereal. Chem. 57 : 376 .

Kakade, M. L., Simsons, N. R., and Liener, I. E. (1969). An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. Cereal Chem. 49 : 518 .

Kakade, M. L., Swenson, D. H., and Liener, I. E. (1970). Note on the determination of chymotrypsin and chymotrypsin inhibitor activity using casein. Anal. Biochem. 33: 255 .

Kakade, M. L., Simons, N. R., Liener, I. E., and Lambert, J. W. (1972). Biochemical and nutritional assessment of different varieties of soybeans. J. Agric. Food Chem. 20 : 87.

Kakade, M. L. (1974). Biochemical basis for the differences in plant protein utilization. J. Agric. Food Chem. 22(4): 550.

Karakoltsidis, P. A., and Constantinides, S. M. (1975). Orka seeds : A new protein source. J. Agric. Food Chem., 23 (6) : 1204.

Khan, M. A. and Ghafoor, A. (1978). The effect of soaking, germination and cooking on the protein quality of mash beans (*Phaseolus mungo*). J. Sci. Food Agric. 29 : 461.

Koeppe, S., Rupnow, J. H, Walker, C. E., and Davis, A. (1985). Isolation and heat stability of trypsin inhibitors in amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*). J. Food Sci. 50 : 1519.

Korgdahl, A. and Holm, H. (1979). Inhibition of human and rat pancreatic proteinases by acid and purified soybean proteinase inhibitors. J. Nutr. 109: 551.

Kunitz, M. (1945). Crystallization of a trypsin inhibitor from soybeans. Science 101: 668.

Kunitz, M. (1946). Crystalline soybean trypsin inhibitor. J. Gen. Physiol. 29: 149.

Kunitz, M. (1947a). Crystalline soybean trypsin inhibitor. II. General properties. J. Gen. Physiol. 30, 291.

Laurena, A. C., Rodriquez, F. M., Sabino, N. G., Zamora, A. F. and Mendoza, E. M. T. (1991). Amino acid composition, relative nutritive value and *in vitro* protein digestibility of several philippine indigenous legumes. Plant Food for Humans Nutrition, 41 : 59.

Liener, I. E. and Kakade, M. L. (1969). Protease inhibitors. In "Toxic Constituents of Plant Foodstuffs", (Ed.) Liener, I. E., P. 500. Academic Press, New York.

Liener, I. E. (1981). The nutritional significance of the plant lectins. In "Antinutrients and Natural Toxicants in Foods," R. L. Ory. (Ed.). Food and Nutrition Press, Wesport, CT.

Liener, I. E. and Tomlinson, S. (1981). Heat inactivation of protease inhibitors in a soybean line lacking the kunitz trypsin inhibitor . J. Food Sci. 46 : 1354.

Liener, I. E. (1986). Trypsin inhibitors : Concern for human nutrition or not ?. J. Nutr. 116:920.

Liener, I, E. (1969). "Toxic constituents of plant food stuffs." Academic Press, New York.

Lowry, O. H., Rosenbrough, N. J., Farr, A. L., and Ramdall, N. J. (1951). Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193 : 256.

Maga, J. A., Lorenz, K. and Onayemi, O. (1973). Digestive acceptability of proteins as measured by the initial rate of *in vitro* proteolysis. J. Food Sci. 38 : 173 .

Mansfeld, V., Ziegelhoeffer, A., Horakova, Z. and Hladovec, J. (1959). Isolierung der trypsin-inhibitoren aus einigen Huelsenfruechten. Naturwiss. 46: 172.

Mauron, J. Mottu, F. Bujard, E. and Egli, R. H. (1955). The availability of lysine, methionine and tryptophan in condensed milk and milk powder, *in vitro* digestion studies. Arch. Biochem. Biophys. 59 : 433 .

Mcdonough, F. E., Sarwar, G., Steinke, F. H., Slump, P., Garcia, S., and Boisen, S. (1990). *In vitro* assay for protein digestibility : Interlaboratory study. J. Assoc. off. Anl. Chem. 73(4) : 622.

Mclaughlan, J. M. (1972). Nutritional evaluation of proteins by biological Methods. Cereal Sci. Today. 17(6) : 162.

Menden, E. and Cremer, H. D. (1970). Laboratory methods for the evaluation of changes in protein quality in "Newer Methods of Nutritional Biochemistry.", A. A. Albanese, (Ed.) pp. 123-161. Vol. IV. Academic Press. New York and London.

Mitchell, H. H. (1924). A method for determining the biological value of protein. J. Biol. Chem. 58 : 873.

Mitchell, H. H. (1954). Biological value of proteins and amino acid interrelationships. In "Methods for Evaluation of Nutritional Adequacy and Status" H. Spector, M. S. Peterson, and T. E. Friedemann (Eds.), pp. 13-28 Nat. Res. Counc., Washington, D. C.

Morey, K. S., Satterlee, L. D., and Brown, W. D. (1982). Protein quality of fish in modified atmospheres as predicted by the C-PER assay. J. Food Sci. 47: 1399.

Morrison, A. B. and Campbell, J. A. (1960). Evaluation of proteins in foods. V. Factors influencing the protein efficiency ratio of foods. J. Nutr. 70 : 112.

Morrison, A. B., Sabry, Z. L., Gridgeman, N. T. and Campbell, A. J. (1963). Evaluation of protein in foods. VIII. Influence of quality and quantity of dietary protein on net protein utilization. Can. J. Biochem. Physiol. 41 : 275.

Mueller, R. and Weder, J. K. P. (1989). Isolation and characterization of two trypsin-chymotrypsin inhibitors from lentil seeds (*Lens culinaris Medik.*). J. Food Biochem. 13 : 39.

Northrop, J. H., Kunitz, M., and Herriott, R. M. (1948). "Crystalline enzymes," 2nd ed. Columbia University Press , New York.

Ogun, P. O., Markakis, P., and Chenoweth, W. (1989). Effect of processing on certain antinutrients in cowpeas (*Vigna unguiculata)*. J. Food Sci. 54(4) : 1084.

Oke, O. L., Smith, R. H. and Woodham, A. A. (1975). Ground nut. In "Food protein sources". N. W. Pirie (Ed.), pp. 105-115. Cambridge University Press. London and New York.

Osborne, T. B., Mendel, L. B., and Ferry, E. L. (1919). A method of expressing numerically the growth-promoting value of proteins. J. Biol Chem. 37 : 223.

Oser, B. L. (1951). Method for integrating essential amino-acid content in the nutritional evaluation of protein. J. Am. Diet. Assoc. 27: 396.

Pant, R. and Chandra, P. (1981). A study on the nutritive value of casein obtained from different sources. Milchwissenchaft. 36(7): 411.

Paredes-Lopez, O., Ordorica-Falomir, C. and Olivares-Vazquer, M. R. (1991). Chickpea protein isolates : Physicochemical, functional and nutritional characterization. J. Food Sci. 56(3) : 726.

Pellett, P. L. (1978). Protein quality evaluation revisited. Food Technol. 5: 60.

Pusztai, A. (1966). The isolation of two proteins, glycoprotein I and a trypsin inhibitor, from the seeds of kidney bean (*Phaseolus vulgaris)*. Biochem. J. 101: 379.

Rackis, J. J. and Andreson, R. L. (1964). Isolation of four soybean trypsin inhibitor by DEAE-cellulose chromatography. Biochem. Biophys. Res. Commun. 15 : 230.

Rackis, J. J. (1972). Biologically active components. In "Soybeans: chemistry and Technology", A. K., Smith and S. J. Circle (Eds.), Vol. 1. AVI Publ. Co., Westport, Conn.

Rackis, J. J., Wolf, W. J., and Baker, E. C. (1986). Protease inhibitors in plant foods : content and inactivation. In " Nutritional and Toxicological Significance of Enzyme Inhibitors in Food ", M. P. Friedman, (Ed.) . 299-347. Advances in Experimental Medicine and Biology, Plenum Press, New York.

Rackis, J. J., and Gumbmann, M. R. (1981). Protease Inhibitors : Physiological properties and nutritional significance. Ch. 12. In "Antinutrients and Natural Toxicants in Foods," R. L. Ory (Ed.), p. 203. Food and Nutrition Press, Westport, CT.

Rackis, J. J. (1965). Physiological properties of soybean trypsin inhibitors and their relationship to pancreatic hypertrophy and growth inhibition of rats. Fed. Proc. 24(6) : part 1: 1488 .

Rackis, J. J. (1974). Biological and physiological factors in soybeans. J. Am. Oil Chem. Soc. 51 : 161 A.

Ramirez, J. S. and Mitchell, H. L. (1960). The trypsin inhibitor of alfalfa. J. Agric. Food Chem. 8:393.

Read, J. W. and Haas, L. W. (1938). Studies on the baking quality of flour as affected by certain enzyme actions. V. Further studies concerning potassium bromate and enzyme activity. Cereal Chem. 15: 59.

Robaidek, E. (1983). Bioassay methods for nutrients in processed foods. Food Technol. 1: 81.

Roy, D. N. and Bhat, R. V. (1974). Trypsin inhibitor content in some varierites of soybean (*Glycine max* L.) and sunflower seeds (*Helianthus annus* L.). J. Sci. Food Agric. 25 : 765.

Ruth, E. and Leuis, J. (1992). Nutritional values of Australian foods: Food tables. p. 26. Australian Government Publishing Service, Canberra.

Ryan, C. A. (1966). Chymotrypsin inhibitor I from potatoes : reactivity with mammalian, plant, bacterial, and fungal proteinases. Biochem., 5:1592.

Ryan, C. A. and Balls, A. K. (1962). An inhibitor of chymotrypsin from *Solanum tuberosum* and its behavior towards trypsin. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S. 48: 1839.

Salunkhe, D. K. and Kadam, S. S. (1989). CRC Handbook of World Food Legumes : Nutritional chemistry processing technology, and utilization, Vol. 1. CRC Press, Boca Raton, FL.

Sarwar, G., Sosulski, F. W., Bell, J. M., and Bowl, J. P. (1978). Nutritional evaluation of oil seeds and legumes as protein supplements to cereals. In "Nutritional Improvement of Food and Feed Proteins." M. P. Friedman, (Ed.) Symposium on improvement of protein nutritive quality of food and feeds, Chicago, (1977). pp. 415-441. Plenum Press. New York and London.

SAS. 1985. SAS/STAT™ Guide for personal computers, Version 6 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Satterlee, L. D., Kendrick, J. G. and Miller, G. A. (1977) Rapid *in vitro* assays for estimating protein quality. Food Technol. 6: 78.

Satterlee, L. D., Marshall, H. F., and Tennyson, J. M. (1979). Measuring protein quality. J. Am. Oil Chem. Soc. 56: 103.

Satterlee, L. D. (1984). The C-PER, a rapid assay for protein nutritional quality. J. Food Quality 6(3): 153.

Satterlee, L. D., Kendrick, J. G, Marshall, H. F., Jewell, D. K., Ali, R. A., Heckman, M. M., Steinke, H. F., Larson, P., Phillips, R. D., Sarwar, G., and Slump, P. (1982). *In vitro* assay for predicting protein efficiency ratio as measured by rat bioassay: Collaborative study. J. Assoc. Anal. Chem. 65(4): 798.

Saunders, R. M., Connor, M. A., Booth, A. N., Blckoff, E. M., and Kohler, G. O. (1973). Measurement of digestibility of alfalfa protein concentrates by *in vivo* and *in vitro* methods. J. Nutr : 103.

Sawaya, W. N., Khalil, J. K. , Al-Shalhat, A. F. and Al-Mohammad, H. (1984). Chemical composition and nutritional quality of camel milk. J. Food Sci. 49: 744.

Sawaya, W. N., Muhammad A., Khalil, J. K., and Al-Shalhat, A. F. (1985). Chemical composition and nutritional quality of tehineh (Sesame butter). Food Chem. 18(1) : 35.

Sawaya, W. N., Daghir, N. J. and Khalil, J. K. (1986). *Citrullus colocynthis* seeds as a potential source of protein for food and feed. J. Agric. Food Chem. 34(2) : 285.

Seidl, D. S. and Liener, I. E (1972). Isolation and properties of complexes of the Bowman-Birk soybean inhibitor with trypsin and chymotrypsin. J. Biol. Chem. 247: 3533.

Sheffner, A. L., Eckfeldt, G. A., and Spector, H. (1956). The pepsin-digest-residue (PDR) amino acid index of net protein utilization. J. Nutr. 60 : 105.

Shyamala, G. and Lyman, R. L. (1964). The isolation and purification of a trypsin inhibitor from whole wheat flour. Can. J. Biochem. Physiol. 42: 1825.

Singh, U. and Jambunathan, R. (1981). Studies on Desi and Kabuli Chick pea (*Cicer arietinum* L.) . Cultivars : levels of protease inhibitors , levels of polyphenolic compounds and *in vitro* protein digestibility. J. Food Sci. 46 : 1364.

Sitren, H. S., Ahmed, E. M. and George, D. E. (1985). *In vivo* and *in vitro* assessment of antinutritional factors in peanut and soy. J. Food Sci. 50 : 418.

Smirnoff, P., Khalif, S., Birk, Y. and Applebaum, S. W. (1976). A trypsin and chymotrypsin inhibitor from chick pea (*Cicer arietinum* L.) Biochem. J. 157 : 745.

Smith, C., Megen, W. V., Twaalfhoven, L., and Hitchcock, C. (1980). The determination of trypsin inhibitor levels in foodstuffs. J. Sci. Food Agric. 31: 341.

Smith, A. K. and Circle, S. J. (1972). "Soybeans, Chemistry and Technology, Vol. 1, proteins." AVI Publishing Co., Westport, CT.

Sohonie, K. and Bhandarkar, A. P. (1954). Trypsin inhibitors in Indian foodstuffs. 1. Inhibitors in vegetables. J. Sci. Indian. Res.13B: 500.

Somali, M. A., Bajneid, M. A. and Fhaimani, S. S. (1984). Chemical composition and characteristics of *Moringa peregrina* seeds and seeds oil. Am. Oil. Chem. Soc. 61: 85.

Stahmann, M. A. and Woldegiorgis, G. (1975). Enzymatic methods for protein quality determination. In "Protein Nutritional Quality of Foods and Feeds." part 1, M. Friedman, (Ed.), p. 211. Marcel Dekker, New York, NY.

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

Steinhart, H., and Kirchgessner, R. (1973b). Zum Einflub des enzym : Substrate- Verhaltnisses auf die peptische *in vitro* verdauung von proteinen. Arch. Tierernahrung. 23 : 753.

Steinhart, H. and Kirchgessner, R. (1973a). *In vitro*-Verdauungsapparatur Zur Enzymatischen Hydrolyse Von Proteinen. Arch. Tierernahrung. 23 : 449.

Sumathi, S. and Pattabiraman, T. N. (1976). Natural plant enzyme inhibitors: Part II- Protease inhibitors of seeds. Indian. J. Biochem. Biophys. 13: 52.

Sure, B. (1955). Relative nutritive values of proteins in foods and supplementary value of amino acids in pearled barley and peanut flour. J. Agric. Food Chem. 3 : 789.

Swaisgood, H. E. and Catignani, G. L. (1990). Protein digestibility *in vitro* methods of assessment in "Advances in Food and Nutrition Research." Vol. 35. J. E. Kinsella (Ed.), pp. 155-235. Academic Press, Inc. London and New York.

Tan, N-H., Wong, K.C., and de Lumen, B. O. (1984). Relationship of tannin levels and trypsin inhibitor activity with the *in vitro* protein digestibilities of raw and heat treated winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*). J. Agric. Food Chem. 32: 819.

Tan, N.H. and Wong, K.C. (1982). Thermal stability of trypsin inhibitor activity in winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*). J. Agric. Food Chem. 30(6) : 1140.

Tan-Wilson, A. L., and Wilson, K. A. (1986). Relevance of multiple soybean trypsin inhibitor forms to nutritional quality. In (Nutritional and Toxicological Significance of Enzyme Inhibitors in Foods). M. Friedman (Ed.), pp. 391-411. Advances in experimental medicine and biology, Plenum Press, New York

Tauber, H., Kershaw, B. B., and Wright, R. D., (1949). Studies on the growth inhibitor fractions of lima beans and isolation of a crystalline heat-stable inhibitor. J. Biol. Chem. 179 : 1155.

Thomas, K. (1909). The biological value of nitrogenous substances in different foods. The question of the physiological protein minimum. Arch. Physiol. 219.

Tower, D. B., Peters, E. L. and Wherrett, J. R. (1962). Determination of protein-bound glutamine and asparagine. J. Biol. Chem. 237(6) : 1861.

Tur-Sinai, A., Birk, Y., Gertler, A., and Rigbi, M. (1972). A basic trypsin and chymotrypsin inhibitors from ground nuts *(Arachis hypogaea)*. Biochem. Biophys. Acta. 263.

Turner, R. H. and Liener, I. E. (1975). The effect of the selective removal of hemagglutinins on the nutritive value of soybeans. J. Agric. Food Chem. 23:484.

Vachon, C., Gauthier, S. F., Jones, J. D., and Savoie, L. (1982). Enzymatic digestion method with dialysis to assess protein damage; application to alkali-treated proteins containing lysinoalanine. Nutr. Res. 2:67.

Vachon, C., Gauthiers, S., Jones, J. D., and Savoie, L. (1983). *In vitro* enzymatic release of amino acids from alkali-treated proteins containing lysinoalanine. Nutr. Rep. Int. 27:1303.

Waggle, D. H. and Kolar, C. W. (1979). Types of soy protein products In "Soy Protein and Human Nutrition", H. L. Wilcke, D. T. Hopkins and D. H. Waggle (Eds). pp. 19-51. Academic Press, London and New York.

Weber, C. W., Berry, J. W., and Philip, I. (1977). Citrullis, apodanthera, cucurbita and hibiscus seed protein. Food Technol. 31 (5): 182.

Weder, J. K. P., Hegarty, M. P., Holzner, M. and Kern-Dirn-Dorfer, M. L. (1983). Trypsin and chymotrypsin inhibitors in *Leguminosae*. VIII. Isolation and some properties of the principal inhibitor from lentils (*Lens culinaris Medik.*). Z. Lebensm. Unters. Forsch. 177: 109.

Williams, W. U, W. P., Kunkel, M. E., Acton, J. C., Wardlay, F. B., Huang, Y, and Grimes, L. W. (1994). Thermal effects on *in vitro* protein quality of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Food Sci. 59(6) : 1187.

Wilson, B. J., Mcnab, J. M., and Bentley, H. (1972). Trypsin inhibitor activity in the field bean (*Vicia faba* L.). J. Sci. Food Agric. 23 : 679.

Wolzak, A., Elias, L. G. and Bressani, R. (1981). Protein quality of vegetable proteins as determined by traditional biological methods and rapid chemical assays. J. Agric. Food Chem. 29: 1063.

Yamamoto, M. and Ikenaka, T. (1967). Studies on soybean trypsin inhibitors : 1. Purification and characterization of two soybean trypsin inhibitors. J. Biochem. 62 : 141.

Ziena, H. M. Youssef, M. M. and El-Mahdy, A. R. (1991). Amino acid composition and some antinutritional factors of cooked faba beans (Medammis): Effects of cooking temperature and time. J. Food. Sci. 56(5) : 1347.

الملاحـــــــق

جدول رقم (١) : حساب نسبة فعالية البروتين لدقيق بذرة البـــــان منـــــزوع الدهن C-PER

الحمـــض الاميـــني الاساسي	٪ للحمـــض الاميني الاساسي	١ / ٠/٠ للحمض الاميني الاساسي	الوزن	١ / ٠/٠ للحمض الاميني الاساسي ×الوزن
لايسين (Lys)	٣٤	٠٢٩٤ر	١٦ر٠٠	٤٧١ر
ميثونين + ستين (M + C)	٤٧	٠٢١٣ر	١١ر٣١	٢٤١ر
ثريونين (Thr)	٥٤	٠١٨٥ر	٨ر٠٠	١٤٨ر
ايزولوسين (Ile)	٨٢٠	٠١٢٢ر	٢ر٨٣	٠٣٥ر
ليوسين (Leu)	٧٦	٠١٣٢ر	٤ر٠٠	٠٥٣ر
فالين (Val)	٨٤	٠١٢٠ر	٢ر٨٣	٠٣٤ر
فينايل الآنين + تروسين (P + T)	٨٤	٠١١٩ر	٢ر٨٣	٠٣٤ر
تربتوفان (Trp)	٥٤	٠١٨٥ر	٨ر٠٠	٠١٤٨ر
المجمـــوع			ص = ٥٥ر٨	س = ١٦٤ر١

درجة الحمض الاميني الاساسي = مجموع الأوزان (ص) / مجموع مقلوب (س) = ٥٥ر٨ / ١٦٤ر١ = ٤٧ر٩٤ للعينة

جدول رقم (٢) : حساب نسبة فعالية البروتين للكازين القياسي C-PER

الحمض الاميني الاساسي	٪ للحمض الاميني الاساسي	١ / ٪للحمض الاميني الاساسي	الوزن	١ / ٪للحمض الاميني الاساسي ×الوزن
لايسين (Lys)	١٢١	ر٠٠٨٣	١	ر٠٠٨٣
ميثونين + سستين (M + C)	٧٥	ر٠١٣٣	٤	ر٠٥٣٢
ثريونين (Thr)	٧٦	ر٠١٣٢	٤	ر٠٥٢٨
ايزولويسين (Ile)	١١١	ر٠٠٩٠	١	ر٠٠٩٠
ليوسين (Leu)	١١٧	ر٠٠٨٦	١	ر٠٠٨٦
فالين (Val)	٩٦	ر٠١٠٤	٢	ر٠٢٠٨
فينايل الآنين + تروسين (P + T)	١٤٥	ر٠٠٦٩	١	ر٠٠٦٩
تربتوفان (Trp)	١٠٨	ر٠٠٩٣	١	ر٠٠٩٣
المجمـــوع			ص = ١٥	س = ر١٦٨٩٠

درجة الحمض الاميني الاساسي = مجموع الأوزان (ص) / محموع مقلوب (س) = ١٥ / ر١٦٨٩٠ = ٨٨ر٨ للكازين

درجة الحمض الاميني الاساسي للعينة / درجة الحمض الاميني الاساسي للكازين = ٤٧ر٩٤ / ٨٨ر٨ = ر٥٣٩٩

نسبة فعالية البروتين الحسابية (C-PER) = -٢ر١٠٧٤ + ٧ر١٣١٢ (spc) - ٢ر٥١٨٨ $(spc)^2$

نسبة فعالية البروتين الحسابيه (C-PER) = -٢ر١٠٧٤ + ٧ر١٣١٢ (ر٥٣٩٩)-٢ر٥١٨٨(ر٥٣٩٩)٢

= -٢ر١٠٧٤ + ٣ر٨٥٠١ - ر٧٣٤٢

= ٣ر٨٥٠١ - ٢ر٨٤١٦

نسبة فعالية البروتين الحسابية (C-PER) = ر١٠٠٨٥ ≅ ١