------مجلة علوم الرافدين، المجلد 26، العدد 1، ص 12-19، 2017------

تأثير صور من مساحيق بذور البزاليا والفاصوليا في بعض المتغيرات الكيموحيوية لخنفساء الخابرا *Trogoderma granarium*

زهراء عز الدين دلال باشي منى حسين جانكير * رياض أحمد العراقي
قسم علوم الحياة/ كلية العلوم/ جامعة الموصل
***E. mail: munahj04aa@yahoo.com**

(أستُلِم 12/ 6 / 2013 ؛ قُبِل 4 / 8 / 2013)

الملخص

أجريت الدراسة الحالية لتحديد تأثير صور متعددة من مساحيق بذور كل من البزاليا *Pisum sativum* L. والفاصوليا *Phaseolus vulgaris* L. (النشا، الخام، عالي البروتين، البروتين النقي) في بعض المتغيرات الكيموحيوية لخنفساء الخابرا *Trogoderma granarium* المرباة على حبوب حنطة معاملة وغير معاملة بالمساحيق.

أظهرت نتائج الدراسة أن خلط حبوب الحنطة بصور المساحيق المختلفة للبزاليا والفاصوليا وتربية يرقات خنفساء الخابرا عليها أثر بشكل كبير على تركيز البروتينات والكاربوهيدرات في مستخلص اليرقات، اذ تسببت المساحيق في خفض تركيزهما بشكل عام، ولوحظ أن أقل نسبة مئوية لتركيز البروتينات والكاربوهيدرات في مستخلص اليرقات المرباة على حبوب الحنطة المعاملة كانت 6.37 و8.00% لتركيز البروتينات و0.50 و1.06% لتركيز الكاربوهيدرات على التوالي، مقارنة مع مجموعة السيطرة التي أعطت قيما بلغت 25.56 % لتركيز البروتينات و4.70% لتركيز الكاربوهيدرات. وبعبارة أخرى أوضحت النتائج ان المساحيق سببت تثبيطاً واضح لفعالية كل من أنزيمي الألفا- أميليز والبروتييز في اليرقات وان مسحوق البروتين النقي لبذور البزاليا والفاصوليا أظهر أعلى نسبة تثبيط بلغت 64% و51% بالنسبة لأنزيم الألفا- أميليز و95 و 76% بالنسبة لأنزيم البروتييز على التوالي.

الكلمات الدالة: مساحيق بذور، خنفساء الخابرا، المتغيرات الكيموحيوية، الألفا- أميليز، البروتييز.

The Effect of Pea and Bean Seed Powder Formulations in Some Biochemical Parameters of Khapra Beetle, *Trogoderma granarium*

Zahra I. Dallal Bashi Muna H. Jankeer Riyad A. Al-Iraqi
Department of Biology/ College of Science/ University of Mosul

ABSTRACT

The present study was conducted to determine the effect of pea *Pisum sativum* L. and bean *Phaseolus vulgaris* L. powders formulations starch, crude, high-protein, pure protein in some biochemical parameters of khapra beetle, *Trogoderma granarium* reared on wheat grains treated and untreated with the powders.

The results showed that mixing wheat grains with pea and bean powders then rearing larvae of khapra beetle on it affects clearly on the proteins and carbohydrates concentration in the larval extraction, the powders caused reduction in their concentration. The lowest percentage of proteins and carbohydrates was found in the larval extraction for the larvae reared on the wheat grains treated with pure protein powder of pea and bean, 6.37 and 8.00 % for protein and 0.50, 1.06 % for

carbohydrates respectively, in comparison with control that gave 25.56% for proteins and 4.70 % for carbohydrate. So that powder causes an activity inhibition of α- amylase and protease enzymes. The pure protein powder of pea and bean showed a superior value of inhibition percentage; 64 and 51 % for α- amylase enzyme and 95, 76 % for protease enzyme, respectively.

Keywords: Seed powders, *Trogoderma granarium*, Biochemical parameters, α-amylase, Protease.

المقدمة

تعد الآفات الحشرية من العوامل المسببة لتلف الحبوب المخزونة في أنحاء العالم كافة إذ تواجه الحبوب أثناء التخزين مجموعة من الحشرات التي تسبب خسائر بدرجات متفاوتة تتراوح ما بين 5-50% وقد تصل في بعض الأحيان إلى التلف التام ويتوقف ذلك على نوع الحبوب ونوع الحشرة وطريقة التخزين ومدة الخزن والمحتوى المائي للحبوب وظروف التخزين. ومن أخطر تلك الحشرات وأكثرها أهمية هي خنفساء الخابرا khapra beetle (*Trogoderma granarium* Everts) إذ أنها من المدمرات الخطيرة للعديد من الأغذية والمواد المخزونة وخصوصاً الحبوب ومنتجاتها وتشكل أكبر مشكلة بالنسبة للتخزين في الدول ذات الأجواء الحارة أو الدافئة والجافة ومن بينها العراق (العراقي، 2010).

تحتوي أجزاء مختلفة (أوراق أو سيقان أو بذور) لنباتات كثيرة في المملكة النباتية على مركبات ذات فعالية إحيائية Bioactivity ضد العديد من الآفات الحشرية التي تهاجمها إذ تؤثر في سلوك الحشرات وفسلجتها وتطورها وبقائها، ومن هذه المركبات أشباه التربينات Terpenoids والفينولات Phenols والقلويدات Alkaloids والأجسام المضادة Antibiotic فضلاً عن المثبطات الأنزيمية التي تثبط عملية الهضم في معي الحشرات من خلال تثبيط فعالية أنزيمات الألفا-أميليز والبروتييز التي تهضم النشا والبروتين في الحشرات التي تتغذى عليها (Kumer and Mohan, 2004 ; Franco *et al*., 2002). تكون بذور بعض البقوليات محمية طبيعياً من حشرات المخازن، والتي تحتوي على مواد طبيعية تكون آمنة الاستخدام وفي الوقت نفسه لها تأثير في حماية الحبوب من الآفات الحشرية.

تهدف الدراسة الحالية إلى تقييم كفاءة صور متعددة من مساحيق النشا، الخام، عالي البروتين، البروتين النقي كل من بذور البزاليا *Pisum sativum* L. والفاصوليا *Phaseolus vulgaris* L. في عدد من المتغيرات الكيموحيوية لتحديد كيفية تأثير هذه المساحيق على الحشرة من خلال:

1- تقدير كمية البروتينات والكاربوهيدرات في الصور المختلفة لمساحيق كل من بذور البزاليا والفاصوليا. وتقدير كميتها أيضا في يرقات العمر الرابع لخنفساء الخابرا المربأة على حبوب حنطة معاملة وغير معاملة بالمساحيق المختلفة لبذور البزاليا والفاصوليا.

2- تقدير فعالية انزيمي الألفا-أميليز والبروتييز في مستخلص اليرقات المربأة على حبوب حنطة معاملة وغير معاملة بالمساحيق .

المواد وطرائق العمل

اختبرت في هذه الدراسة مساحيق نوعين من البذور وهما البزاليا (*Pisum sativum* L.) والفاصوليا (*Phaseolus vulgaris* L.)، ضد خنفساء الخابرا *Trogoderma granarium*، أخذت من مزارع مربأة في مختبر بحوث الحشرات في قسم علوم الحياة – كلية العلوم – جامعة الموصل. وشملت الدراسة أربعة أنواع من المساحيق لكل نوع من البذور وهي:

1. مسحوق النشا

تم تحضيره بوزن 500 غم من البذور لكل من البزاليا والفاصوليا، نقعت البذور لمدة ليلة كاملة في الماء المقطر ومن ثم طحنت طحناً رطباً لمدة 1-2 دقيقة باستخدام آلة الطحن وبسرعة منخفضة، رشح المستخلص من خلال منخل ذي فتحات

بحجم 100 مايكرون، جمع الراشح ومن ثم رسب النشا بترك الراشح في صينية (10×20 سم) لمدة 6 ساعات بدون تحريك، أعيد غسل النشا لعدة مرات بالماء المقطر لحين ظهور طبقة عديمة اللون، أخذ الراسب وتمت معاملته بمحلول هيدروكسيد الصوديوم 0.2% ثم بالكحول95% وجفف عند درجة حرارة 40°م لمدة ليلة كاملة بوساطة فرن هوائي للحصول على النشا بشكل باودر نقي (Shimelis *et al*., 2006).

2. المسحوق الخام

حضر بوزن 500 غم من البذور لكل من البزاليا والفاصوليا وطحنت باستخدام آلة الطحن لمدة 5 دقائق مع فترات توقف بعد كل دقيقة لتبريد المسحوق والحفاظ على درجة الحرارة (4°م) للحصول على مسحوق ناعم ، تم نخله بمنخل ذو فتحات بقطر 600 مايكروناً للحصول على المسحوق الخام المعد للاستعمال. تم وضع المسحوق في قنانٍ زجاجية محكمة القفل وحفظت في الثلاجة لحين الاستعمال (Shimelis *et al*., 2006).

3. المسحوق عالي البروتين

حضر بوزن 500 غم من بذور كل من البزاليا والفاصوليا، وبعد طحن الحبوب استخدمت عملية التصنيف الهوائي باستخدام المنخل الهزاز الالكتروني ذي فتحات قطرها 53 مايكروناً للحصول على المسحوق عالي البروتين (Kumar *et al*., 2004).

4. المسحوق البروتيني النقي

حضر بوزن 1000 غم من بذور كل من البزاليا والفاصوليا وطحنت باستخدام آلة الطحن لمدة 5 دقائق مع مراعاة التبريد للحصول على مسحوق ناعم جداً، تم مزج مسحوق البذور مع الماء المقطر بنسبة3:1 (وزن: حجم) واستخدمت طريقة التجميد والتذويب لتفجير الخلايا، ترك المزيج لمدة ساعتين تحت تأثير المحرك الكهربائي وباستخدام الحمام الثلجي، رشح المزيج من خلال عدة طبقات من الشاش الناعم وفصل المستخلص المائي الخام باستخدام جهاز الطرد المركزي المبرد لمدة 20 دقيقة وبسرعة 10000 دورة/ دقيقة للتخلص من المواد العالقة وغير الذائبة، كما تم عزل وترسيب البروتين في المستخلص المائي الخام لمساحيق البذور باستخدام المذيب العضوي الأسيتون البارد، إذ أضيف الأسيتون ببطء إلى المستخلص بنسبة 40:60 على التوالي مع التحريك المستمر وعند درجة حرارة 4°م، ترك المزيج في الثلاجة لمدة 24 ساعة ليتم الترسيب على نحو كامل، أجريت بعد ذلك عملية الفصل للبروتين النقي بجهاز الطرد المركزي المبرد بسرعة 10000 دورة/ دقيقة ولمدة 20 دقيقة، جفف الراسب بشكل مسحوق باستخدام جهاز التجفيد (Kumar *et al*., 2004).

تحضير المستخلص المائي للمساحيق

حضر المستخلص المائي للمساحيق بوزن 0.1 غم من المساحيق النشا، الخام، عالي البروتين، البروتين النقي المحضرة مسبقاً، وأضيف إليها 10 سم^3 من محلول الفوسفيت المنظم بتركيز 20 ملي مولار ذي الأس الهيدروجيني6.7، وتم الحصول على الراشح بعد إجراء الطرد المركزي المبرد لمدة 20 دقيقة وبسرعة 10000دورة/ دقيقة للتخلص من المواد غير الذائبة (Ishimoto and Chrispeels,1996).

تقدير كمية البروتينات و الكاربوهيدرات الكلية في المستخلصات المائية للمساحيق

استخدمت طريقة لاوري (Lowry *et al*., 1951) لتقدير كمية البروتينات الكلية في المستخلص المائي للمساحيق المحضر مسبقا. وتم تقدير كمية الكاربوهيدرات الكلية في المستخلص المائي للمساحيق بالاعتماد على طريقة Herbert وآخرون (1971).

تحضير مستخلص يرقات خنفساء الخابرا

تم جمع اليرقات في العمر اليرقي الرابع المربأة على الحبوب المعاملة بالمساحيق، وتم وزن 1 غم من هـذه اليرقـات، وغسلت مرتين بالماء المقطر ووضعت في أنبوبة زجاجية وأضيف إليها 10 سم^3 من محلول فوسفات الـصوديوم المـنظم ذي الاس الهيدروجيني 5.8 بتركيز 20 ملي مولار والحاوي على كلوريد الصوديوم بتركيز 20 ملي مولار وكلوريـد الكالـسيوم بتركيز 0.1 ملي مولار. بعد ذلك تم سحن ومجانسة اليرقات باستخدام جهاز السحن والمجانسة الكهربائي لمدة 30 ثانية عنـد سرعة 400 دورة/ دقيقة في حمام ثلجي، كررت هذه العملية عدة مرات مع فترات توقف لمدة 5 دقائق بعد كل فتـرة لتبريـد المحلول. وبذلك تم الحصول على مستخلص الخلايا الخام لليرقات، فصل الرائق عن الراسب بعملية النبذ المركزي التفاضـلي وبسرعة 10000 دورة/ دقيقة ولمدة 20 دقيقة وبدرجة حرارة 4°م (Ishimoto and Chrispeels ,1996).

تقدير كمية البروتينات و الكاربوهيدرات الكلية في مستخلص يرقات خنفساء الخابرا

تم تقدير كمية البروتينات و الكاربوهيدرات الكلية في مستخلص اليرقات المعاملة وغير المعاملة بالمساحيق والمحـضر أعلاه، اعتمادا على طريقة Lowry وآخرون (1951) وطريقة Herbert وآخرون (1971) على التوالي.

تقدير فعالية أنزيمي الألفا-أميليز وأنزيم البروتييز في مستخلص يرقات خنفساء الخابرا

قيست فعالية أنزيم الألفا-أميليز في مستخلص اليرقات حسب طريقة Bernfeld (1955). تم قياس فعالية أنزيم البروتييز حسب طريقة Decedue وآخرون (1979).

النتائج و المناقشة

كمية البروتينات والكاربوهيدرات الكلية في المستخلصات المائية للمساحيق المختلفة لبذور البزاليا والفاصوليا

توضح النتائج في الجدول (1) أن أعلى نسبة مئوية لتركيز البروتينات في المساحيق المختلفـة كانـت فـي مـسحوق البروتين النقي لبذور البزاليا والفاصوليا مقارنة مع المساحيق الأخرى. اذ كانت مساوية لـ 93.00 و85.79% على التـوالي، أما أقل نسبة مئوية لتركيز البروتينات فكانت في المسحوق الخام لبذور الفاصوليا إذ كانت مساوية لـ 21.09 % تلاه المسحوق الخام لبذور البزاليا (22.60 %)، بينما أظهرت النتائج خلو مساحيق النشا لكل من البزاليا والفاصوليا مـن أيـة نـسبة مـن البروتينات. في حين كانت نسبة البروتينات في المسحوق العالي البروتين لكل من بذور البزاليا والفاصوليا 41.47 و 40.32% على التوالي. كما تبين النتائج أن أعلى نسبة مئوية لتركيز الكاربوهيدرات كانت في مسحوق النشا لبذور الفاصـوليا إذ بلغـت 90.92 % تلاها في ذلك مسحوق النشا لبذور البزاليا (85.63 %)، أما نسبة الكاربوهيدرات في المسحوق الخام لبذور البزاليا والفاصوليا فقد بلغت 60.65 و51.70 % على التوالي، كذلك فان قيمتها في المسحوق عالي البـروتين للبزاليـا والفاصـوليا منخفضة وبلغت 20.00 و23.00 % على التوالي، ولم تظهر مساحيق البروتين النقي لكل من بذور البزاليا والفاصـوليا أيـة نسبة لوجود الكاربوهيدرات فيهما وأعطت قيم 0.00%. ذكر الباحثان و Mohan و Fields (2002) أن طحين البزاليا الغني بالبروتين يحتوي على 60 % بروتين، 30 % نشا، 7 % محتوى رطوبي. أما مسحوق النشا فيحتوي على 85 % نـشـا و5 % بروتين. كما أشـار الباحث Shimelis وآخرون (2006) إلى أن طحين الفاصوليا الخام يحتوي على نسبة بروتين تتراوح مابين 20.28-22.05 غم/100 غم وعلى نسبة كاربوهيدرات تتراوح بين 59.01-61.59 غم/100 غم ونشا ما بين 35-60 %.

الجدول 1: النسبة المئوية لتركيز البروتينات والكاربوهيدرات في المستخلصات المائية لمساحيق بذور البزاليا والفاصوليا

نوع البذور	نوع المسحوق	تركيز البروتينات* %	تركيز الكاربوهيدرات* %
البزاليا	نشا	0.00	85.63
	خام	22.60	60.65
	عالي البروتين	41.47	20.00
	بروتين نقي	93.00	0.00
الفاصوليا	نشا	0.00	90.92
	خام	21.09	51.70
	عالي البروتين	40.32	23.00
	بروتين نقي	85.79	0.00

* الأرقام تمثل وزن البروتين نسبة الى 100 غم من المسحوق الأصلي المستخدم.

كمية البروتينات والكاربوهيدرات الكلية في مستخلص يرقات خنفساء الخابرا المرباة على حبوب الحنطة المعاملة وغير المعاملة بمساحيق بذور كل من البزاليا والفاصوليا.

تبين النتائج في الجدول (2) أن خلط حبوب الحنطة بالمساحيق وتربية الحشرة عليها أثر بشكل كبير على تركيز البروتينات والكاربوهيدرات في اليرقات، إذ تسببت المساحيق في خفض تركيزها بشكل عام، وقد ظهرت أعلى نسبة مئوية لتركيز البروتينات في مستخلص اليرقات المرباة على حبوب الحنطة المعاملة بمسحوق نشا بذور البزاليا والفاصوليا إذ بلغت 17.58 و15.65% على التوالي. أما تركيز الكاربوهيدرات فقد بلغ 2.77 و2.90% على التوالي. بينما لوحظت أقل نسبة مئوية لتركيز البروتينات والكاربوهيدرات في مستخلص اليرقات المرباة على حبوب الحنطة المعاملة بمسحوق البروتين النقي لبذور البزاليا والفاصوليا وبلغت 6.37 و8.00% لتركيز البروتينات و0.50 و1.06 % لتركيز الكاربوهيدرات على التوالي، مقارنة مع مجموعة السيطرة التي أعطت قيماً بلغت 25.56 % لتركيز البروتينات و4.70 % لتركيز الكاربوهيدرات وهذا يعزى إلى ما أشار إليه العارف (1999) من أن أي تدخل خارجي في أية مرحلة من مراحل بناء البروتين يعد مثبطاً لتلك العملية (عملية بناء البروتين) ويؤدي إلى نقص في البروتينات الضرورية للخلية مما قد يتسبب في موتها أو التأثير على أحدى فعالياتها الحيوية. كما بين الباحث Bodnaryk وآخرون (1997) أن مستخلص طحين البزاليا الغني بالبروتين أثر على نمو الحشرات لكل من خنفساء الحبوب الصدئية وخنفساء الطحين الحمراء وسوسة الرز من خلال تأثيره السام أو تأثيره بوصفه مانعاً للتغذية.

الجدول 2: النسبة المئوية لتركيز البروتينات والكاربوهيدرات الكلية في مستخلصات يرقات خنفساء الخابرا المرباة على حبوب الحنطة المعاملة وغير المعاملة بالمساحيق المختلفة لبذور البزاليا الفاصوليا

المجاميع المعاملة	نوع المسحوق	تركيز البروتينات* %	تركيز الكاربوهيدرات* %
البزاليا	نشا	17.58	2.77
	خام	10.62	1.83
	عالي البروتين	7.90	0.93
	بروتين نقي	6.37	0.50
الفاصوليا	نشا	15.65	2.90
	خام	12.11	2.50
	عالي البروتين	9.43	1.95
	بروتين نقي	8.00	1.06
السيطرة		25.56	4.70

* الأرقام تمثل وزن البروتين نسبة الى 100 غم من المسحوق الأصلي المستخدم

تأثير المساحيق المختلفة لبذور البزاليا والفاصوليا في فعالية أنزيم الالفا- أميليز

أوضحت نتائج الدراسة الحالية حدوث تثبيط في فعالية أنزيم الألفا-أميليز في مستخلص اليرقات المربأة على حبوب الحنطة المعاملة بمساحيق بذور البزاليا والفاصوليا مقارنة مع فعاليته في مجموعة السيطرة. لوحظت أعلى نسبة تثبيط لفعالية الأنزيم في مستخلص اليرقات المربأة على مسحوق البروتين النقي لكل من بذور البزاليا والفاصوليا وبلغت 64% و51% على التوالي الجدول (3). تتفق هذه النتائج مع ما ذكره الباحث Ussuf وآخرون (2001) من أن بذور البقوليات تحتوي العديد من المثبطات الأنزيمية مثل مثبطات الألفا-أميليز والبروتييز والتي تكون في الوقت نفسه سامة للحشرات. كما وجد أن أقل نسبة تثبيط لفعالية الأنزيم كانت في مستخلص اليرقات المربأة على مسحوق النشا لكل من بذور البزاليا والفاصوليا وبلغت 47 % و20% على التوالي، في الوقت الذي كانت نسبة التثبيط في معاملة السيطرة صفراً، ومن نتائج الجدول يتبين أن مساحيق بذور البزاليا أدت إلى تثبيط فعالية أنزيم الألفا-أميليز بدرجة أعلى من مساحيق بذور الفاصوليا مقارنة مع مجموعة السيطرة. تتطابق نتائج هذه الدراسة مع ما توصل إليه الباحثان Ishimoto وKitamura (1989) عندما ربى حشرات خنفساء اللوبيا الصينية وخنفساء اللوبيا الجنوبية على بذور الحنطة المعاملة بمسحوق بذور الفاصوليا وأوضح أن بذور الفاصوليا تحتوي مثبطات بروتينية لها تأثير مضاد لفعالية أنزيم الألفا-أميليز وان هذه المثبطات أدت إلى موت اليرقات قبل أن تصل إلى العمر اليرقي الثاني، كما بين أن التثبيط يعيق بوضوح فعالية الأنزيم في القناة الهضمية الوسطى لليرقات لكلا الحشرتين.

الجدول 3: فعالية أنزيم الالفا-أميليز في مستخلص اليرقات المربأة على حبوب الحنطة المعاملة بالمساحيق المختلفة لبذور البزاليا والفاصوليا

المجاميع المعاملة	نوع المسحوق	الفعالية الأنزيمية* المعدل ± الانحراف القياسي	النسبة المئوية للفعالية	النسبة المئوية للتثبيط
البزاليا	نشا	0.00 ±3.78	53	47
	خام	0.02 ± 2.83	39	61
	عالي البروتين	0.01 ± 2.62	37	63
	بروتين نقي	0.02 ±2.55	36	64
الفاصوليا	نشا	0.21 ±5.71	80	20
	خام	0.12 ± 4.16	58	41
	عالي البروتين	0.01 ± 4.27	59	42
	بروتين نقي	0.02 ± 3.54	49	51
السيطرة		0.02 ± 7.18	100	-

*الفعالية الأنزيمية: كمية الأنزيم التي تحرر مايكرومول واحد من المالتوز/ دقيقة

المعدل والخطأ القياسي هو لثلاث مكررات

تأثير المساحيق المختلفة لبذور البزاليا والفاصوليا في فعالية أنزيم البروتييز

أوضحت النتائج في الجدول (4) تثبيط فعالية أنزيم البروتييز في مستخلص اليرقات المربأة على حبوب الحنطة المعاملة بمساحيق بذور البزاليا والفاصوليا مقارنة مع فعاليته في مجموعة السيطرة. كما أوضحت النتائج أن مساحيق بذور البزاليا كان لها التأثير التثبيطي الأعلى في فعالية الأنزيم مقارنة مع مساحيق بذور الفاصوليا. ولوحظت أعلى نسبة تثبيط لفعالية الأنزيم في اليرقات المربأة على مسحوق البروتين النقي لكل من بذور البزاليا والفاصوليا وبلغت 95 و76 % على التوالي، تلتهما في ذلك مساحيق العالي البروتين والخام والنشا. ولوحظت أقل نسبة تثبيط لفعالية الأنزيم كانت في مستخلص اليرقات المربأة على بذور

حنطة معاملة بمسحوق النشا لكل من بذور البزاليا والفاصوليا وبنسبة 35 و 15% على التوالي، تتطابق هذه النتائج مع ما أشار إليه Applebaum وآخرون (1969) من أن بذور الفاصوليا تحتوي العديد من المواد المثبطة للأنزيمات خصوصاً أنزيمات التحلل المائي (البروتييز والألفا-أميليز) وان معظمها بروتينات في طبيعتها والتي تثبط الأنزيمات عن طريق تكوين معقدات ترتبط بالموقع الفعال أو تغير شكل الأنزيم مما يؤدي الى تقليل الفعالية أو التحلل. من ناحية أخرى أوضح الباحثان Shulke وMurdock(1983) ان مثبطات أنزيم البروتييز النباتية تثبط فعالية أنزيمات البروتييز في الحشرات وتختزل كمية البروتينات التي يمكن هضمها من قبل الحشرة كما تسبب زيادة في نسبة الأنزيمات الهاضمة التي تزيد من فقدان الأحماض الأمينية الكبريتية. كذلك فان نتائج الدراسة تنسجم مع ما أوضحه الباحث Terra وآخرون (1996) والباحث Walker وآخرون (1998) من ان ميكانيكية ارتباط مثبطات البروتين النباتية مع أنزيم البروتييز للحشرة تكون بارتباط المثبط بالموقع الفعال للأنزيم ليكون معقد الأنزيم والمثبط الغير ثابت، لذا فان المثبط يمنع ارتباط المادة الأساس بالموقع الفعال للأنزيم وحلقة الارتباط في المثبط تقفل بتكوين الآصرة ثنائية الكبريت، أي أن المثبط يفقد المادة الأساس الطبيعية للأنزيم لكنه لا يسمح للأنزيم أن يعمل بميكانيكيته الطبيعية على كسر الأواصر الببتيدية. أظهرت الدراسة انخفاضاً واضحاً في تركيز البروتينات والكاربوهيدرات في المستخلصات المائية ليرقات خنفساء الخابرا المرباة على حبوب الحنطة المعاملة بمساحيق بذور البزاليا والفاصوليا كما كان للمساحيق المختلفة تأثير تثبيطي على فعالية أنزيمي الألفا- أميليز والبروتييز مما خفض من استفادة الحشرة من الغذاء كما كان له تأثير سام على الحشرة حيث سبب في زيادة واضحة في نسبة الوفاة.

الجدول 4: فعالية أنزيم البروتييز في مستخلص اليرقات المرباة على حبوب الحنطة المعاملة بالمساحيق المختلفة لبذور البزاليا والفاصوليا

المجاميع المعاملة	نوع المسحوق	الفعالية الأنزيمية* المعدل ± الانحراف القياسي	النسبة المئوية للفعالية	النسبة المئوية للتثبيط
البزاليا	نشا	0.06 ±3.23	65	35
	خام	0.06 ± 1.83	37	63
	عالي البروتين	0.00 ± 1.50	30	70
	بروتين نقي	0.12 ± 0.26	5	95
الفاصوليا	نشا	0.06 ± 4.26	85	15
	خام	0.42 ± 2.43	49	51
	عالي البروتين	0.07 ± 2.06	41	59
	بروتين نقي	0.00 ± 1.20	24	76
السيطرة		0.07 ± 5.00	100	--

* الفعالية الأنزيمية : عدد وحدات الأنزيم الموجودة في (1) سم^3 من المحلول

المعدل والخطأ القياسي هو لثلاث مكررات

المصادر العربية

العارف، معن صفاء (1999). "الفيزياء الحياتية الإشعاعية". دار أسامة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ص 225.

العراقي، رياض أحمد (2010). "آفات الحبوب والمواد المخزونة وطرائق مكافحتها". دار ابن الأثير للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ص616.

المصادر الأجنبية

Applebaum, S.W.; Marco, S.; Birk, Y.(1969). Saponins as possible factors of resistance of legume seeds to attack of insects. *J. Agric. Fd. Chem.*, **17**, 618–622.

Bernfeld, P. (1955). Amylases, α and β. In Colowick, S. P.; Kaplan, N.O. (Eds.), "Methods in Enzymology". Academic Press, New York, pp. 149-158.

Bodnaryk, P.R.; Fields, G.P.; Xie, S.Y.; Fulcher, A.K. (1997). Insecticidal factor from peas. *United States Patent*, **5**, 955-982.

Decedue, C.J.; Broussard, E.A.; Larson, A.D.; Braymer, M.D. (1979). Purification and characterization of the extra cellular proteinase of *Srratia marcescens*. *Biochim. Biophys. Acta.*, **569**, 293-301.

Franco, O.L.; Rigden1, D.J.; Melo1, F.R.; Grossi, M.F. (2002). Plant α-amylase inhibitors and their interaction with insect α-amylases structure, function and potential for crop protection. *Eur. J. Biochem.*, **269** (2), 397-412.

Herbert, D.; Philips, P.J.; Strange, R.E.(1971). "Chemical Analysis of Microbial Cells. In: Methods in Microbiology". (5B). (Ed. Norris, J.R. and Ribbons, D.W.). Academic Press. London and New York, pp. 209-244.

Ishimoto, M.; Kitamura, K. (1989). Growth inhibitory effects of an ά-amylase inhibitor from the kidney bean, *Phaseolus vulgaris* (L.) on three species of bruchids (Coleopteran: Bruchidae). *Appl. Entomol. Zool.,* **24** (3), 281-286.

Ishimoto, M.; Chrispeels, M.J. (1996). Protective mechanism of the Mexican bean weevil against high levels of α-amylase inhibitor in the common bean. *Plant Physiol.,* **111**, 393-401.

Kumar, P.P.; Mohan, S. (2004). Reduced consumption of pea protein-treated flour disks by stored-product insect. *Phytoparasitica,* **32** (3), 313-316.

Kumar, P.P.; Mohan, S.; Ramarajn, K. (2004). Protein-enriched pea flour extract protects stored milled rice against the rice weevil, *Sitophilus oryzae. J. Insect Sci.,* **4**, 96-99.

Lowry, O.H.; Rosebrough, N.J.; Farr, A.L.; Randell, R.J.(1951). Protein measurement with folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.,***193**, 265.

Mohan, S.; Fields, P. (2002). A simple technique to assess compounds that are repellent or attractive to stored-product insects. *J. Stored Prod. Res.,* **38**, 23-31.

Shimelis, E.A.; Meaza, M.; Rakshit, S.K. (2006). Physico-chemical Properties, Pasting Behavior and Functional Characteristics of Flours and Starches from Improved Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Varieties Grown in East Africa. *Agri. Engin. Inter.,* **3**, 1- 19.

Shulke, R.H.; Murdock, L.L. (1983). Lipoxygenase trypsin inhibitor and lectin from soybeans: effects on larval growth of *Manduca sexta* (Lepidoptera: Sphingidae). *Environ. Entomol.,* **12**, 787-791.

Terra, W.R.; Ferreira, C.; Jordao, B.P. (1996). "Digestive Enzymes". In: Lehance, M.J., ed., Chapman and Hall, Billin London. pp.153-194.

Ussuf, K.K.; Laxmi, N.H.; Mitra, R. (2001). Proteinase inhibitors: Plant- derived genes of insecticidal protein for developing insect – resistant transgenic plants. *Current Sci.,* **80**,847-853.

Walker, A.J.; Ford, L.; Majerus, M.E.N.; Geoghegan, I.E.; Birch, A.N. E.;Gatehouse, J.A.; Gatehouse, A.M. (1998). Characterization of the midget digestive proteinase activity of the two-spot ladybird (*Adalia bipunctata* L.) and its sensitivity to proteinase inhibitors. *Insect. Biochem. Mol. Biol.,* **28**,173-180.