الحساسية الإشعاعية واستحداث العقم الجنسي في ذبابة ثمار القرعيات (Loew) *Dacus ciliatus*: I- تشعيع البيض واليرقات

جورج سيمون برخي يوسف*، بدر عباس العزاوي*، حسين فاضل الربيعي، باسم شهاب حمد***

*كلية العلوم – الجامعة المستنصرية – قسم علوم الحياة

**مركز المكافحة المتكاملة للآفات, دائرة البحوث الزراعية، وزارة العلوم والتكنلوجيا ص. ب. 765، بغداد

الخلاصة

أظهرت نتائج تعريض بيض ذبابة ثمار القرعيات ***Dacus ciliatus*** لجرع إشعاعية متصاعدة أن للبيض حساسية عالية للإشعاع، إذ انخفضت نسبة فقسها بزيادة الجرع الإشعاعية (10 و20 و30 و40) وبصورة معنوية مقارنة مع معاملة السيطرة. وأثرت الجرع الإشعاعية سلباً في المراحل التطورية اللاحقة ونسب بزوغ الكاملات الطبيعية ومعدل أعمارها، كما أدت الجرعة الإشعاعية 10 غري إلى انخفاض إنتاجية البيض ونسبة فقسه في كافة طرز التزاوج ولم يكن هناك إمكانية في استحداث عقم كامل في الكاملات. أما يرقات طور ما قبل العذراء فقد كانت حساسيتها الإشعاعية اقل مقارنة بالبيض، وكانت نسبة بزوغ الكاملات عند الجرع الإشعاعية 10 و 20 غري تتراوح بين 88 و 56% على التوالي، أما إنتاجية البيض فقد انخفضت بصورة معنوية في طرازين من التزاوج وللجرعتين 10 و 20 غري. وخفضت الجرعة 20 غري نسبة فقس البيض عند كافة طرز التزاوج بصورة معنوية لكنها لم تصل إلى حد إحداث العقم الجنسي الكامل.

RADIO SENSITIVITY AND INDUCTION OF SEXUAL STERILITY IN CUCURBIT FRUIT FLY *DACUS CILIATUS* (LOEW): I- IRRADIATION OF EGGS AND LARVAE

***G.S.B.Yousif, *B.A.AL-Azzawi, ** H.F.AL-Rubeai, ** B.Sh. Hamad**

*Department of Biology, College of Science, AL-Mustansrya University. Baghdad- Iraq.

** IPCR Center, Dirct. Of Agri. Res. Ministry of Science and Technology, P.O.Box 765. Baghdad- Iraq.

Abstract

The results of the present investigation indicated that exposing the eggs of Dacus ciliatus to incremented doses of gamma ray, showed that eggs were highly sensitive. The hatchability was significantly reduced with the increase of doses, in comparison with the control treatment.

The negative effect of irradiation was continued to the subsequent developmental stages, and on adult emergence and longevity. The dose of 10 Gy reduced significantly the fecundity and hatchability at all mating types, and there was no potential to induce complete sterility in the emerged adults.

Prepupal larvae were less radiosensitive than the eggs. Adult emergence at 10 and 20 Gy was 88 and 56% respectively. The fecundity was reduced significantly in two mating types at 10 and 20 Gy. Hatchability of all types of mating was reduced significantly at 20 Gy; hence it did not reach to the level of induction of complete sexual sterility.

المقدمة

أكدت الدراسات المتعلقة بالسيطرة على العديد من أنواع ذباب الفاكهة أفضلية استخدام تقنية الحشرات العقيمة من وجهتي النظر البيئية والاقتصادية في القضاء على الآفات المستهدفة وتقليص ضررها من دون أي تأثيرات سلبية في المكونات البيئية وصحة الإنسان (1). وقد شكلت هذه التقنية حلقة مهمة في برامج المكافحة المتكاملة للآفات الحشرية (2) وحققت نجاحاً في معالجة العديد من أنواع الآفات الحشرية وخصوصاً أنواع ذباب الفاكهة (3) و (4).

تعد ذبابة ثمار القرعيات (Loew) ***Dacus ciliatus*** من الأنواع المهمة في عائلة ذباب الفاكهة Tephritidae وتصيب يرقاتها محاصيل القرعيات في جميع مناطق زراعتها في العراق ملحقة بها أضرار اقتصادية بليغة إذ قدرت الخسائر الناجمة عنها أكثر من 50% (5) .

وبهدف تقييم جدوى استخدام كاملات ذبابة ثمار القرعيات البازغة من أطوار الحشرة المختلفة المعرضة للإشعاع ضمن برنامج مكافحة هذه الآفة بتقنية إطلاق الحشرات العقيمة، تستعرض الدراسة الحالية تحديد الحساسية الإشعاعية لبيض ويرقات لذبابة ثمار القرعيات ***D. ciliatus*** فضلاً عن مستوى العقم الجنسي المستحدث في الكاملات الناتجة.

المواد وطرائق العمل

1)تهيئة المستعمرة الحشرية

تم وضع ثمار قرع الكوسة المصابة ببيض ذبابة ثمار القرعيات ***D. ciliatus*** في أقفاص من الزجاج العضوي مكعبة الشكل (طول ضلعها 40 سم) تحت ظروف غرفة التربية (27± 2°م و 60 ± 10% رطوبة نسبة و 16 ساعة ضوء). جمعت العذارى الناتجة بقناني زجاجية (14سم ارتفاع و9 سم قطر) مغطاة فوهتها بقماش الململ ومزودة بقليل من السكر الجاف. وضعت القناني في حاضنات تحت ظروف مماثلة لتلك التي في غرفة التربية عدا كونها بدون إضاءة. نقلت جميع الكاملات البازغة إلى أقفاص التزاوج من الزجاج العضوي (طول ضلعها 20 سم) المزودة بالخميرة الجافة كمصدر بروتيني للإناث (6) ولتحسين النشاط التزاوجي للذكور (7) ومحلول سكري 5% وسكر المائدة الجاف (8) فضلاً عن حاويات بلاستيك مملوءة بالماء (9). زودت أقفاص التزواج بثمار قرع الكوسة السليمة كوسط طبيعي لوضع البيض، ووضعت تحت ظروف غرفة التربية وتم استبدال الثمار التي غرزت فيها الحشرة بيضها بأخرى سليمة بشكل دوري.

2) المصدر الإشعاعي

تم استخدام خلية كاما 220 مزودة بالكوبلت 60 في تشعيع الأعمار المختلفة للعذارى. وقد تراوح معدل الجرعة الإشعاعية خلال فترة البحث بين 1669.7 و 2056.2غري/ساعة. وحسب معدل الجرعة الإشعاعية اعتماداً على النشرة الخاصة بالجهاز (10).

3) الحساسية الإشعاعية للبيض والعقم الجنسي المستحدث في الكاملات

تم الحصول على بيض الحشرة بعمر اقل من 24 ساعة من ثمار القرع المصابة في أقفاص التربية. وضعت البيض بعد حساب عددها في أطباق بتري معقمة تحوي كل منها ورقة ترشيح سوداء وقطعة صغيرة من القطن مبللة بالماء لتوفير الرطوبة اللازمة داخل الطبق.

عومل البيض بجرع إشعاعية قدرها 0 و10 و20 و30 و40 غري وبواقع أربع مكررات لكل جرعة تضمن كل مكرر 100 بيضة، بعدها تم حضن الأطباق في حاضنات وتمت متابعة فقسه باستخدام مجهر التشريح.

نقلت اليرقات الناتجة إلى قناني زجاجية مزودة بثمار قرع الكوسة ووضعت في ظروف غرفة التربية لمتابعة تطورها إلى عذارى، التي وضعت بدورها في قناني زجاجية جديدة ومتابعتها لحين بزوغ الكاملات. تم حساب النسب المئوية لفقس البيض وموت اليرقات وموت العذارى والنسبة المئوية لبزوغ الكاملات الطبيعية والمشوهة نسبة إلى عدد البيض الابتدائي. لدراسة مستوى العقم المستحدث في الكاملات البازغة وزعت هذه الكاملات على أقفاص التزاوج الموصوفة سابقاً وتكونت كل مجموعة من أربعة أقفاص يحوي كل منها 3 ذكور و 3 إناث. ضمت المجموعة الأولى ذكوراً مشععة وإناثا غير مشععة،

وضمت المجموعة الثانية ذكوراً وإناثا مشععة، اما المجموعة الثالثة فقد احتوت على ذكور غير مشععة وإناث مشععة، فضلاً عن مجموعة رابعة ضمت ذكوراً وإناثا غير مشععة باعتبارها مجموعة المقارنة. تم متابعة أعداد البيض المنتج لحين موت جميع الحشرات. وسجلت النتائج الخاصة بعدد البيض الفاقس ومعدل أعمار الذكور والإناث.

4) الحساسية الإشعاعية ليرقات طور ما قبل العذراء والعقم الجنسي المستحدث في الكاملات

وضعت يرقات طور ما قبل العذراء في قناني زجاجية (14 × 8 سم) سدت فوهتها بقطع من القماش الخام ورباط مطاطي، ومن ثم تمت معاملتها بالجرع الإشعاعية 0 و10 و20 و30 و40 و50 غري، وبواقع أربعة مكررات لكل جرعة و25 يرقة لكل مكرر. تم متابعة تطورها لحين بزوغ الكاملات حيث تخلل ذلك حساب عدد اليرقات المتعذرة والكاملات الطبيعية والمشوهة البازغة. ولتحديد مستوى العقم في الكاملات تم إجراء جميع طرز التزاوج الواردة في الفقرة السابقة تبعها تسجيل عدد البيض الفاقس ومعدل أعمار الذكور والإناث في كل طرز من طرز التزاوج.

5) التحليل الإحصائي

صممت كافة التجارب وفق التصميم العشوائي الكامل CRD وتم تحليل النتائج باستخدام برنامج التحليل الإحصائي الجاهز(11) المتضمن اختبار دنكن متعدد الحدود DMRT ومربع كاي لمقارنة المعاملات المختلفة عند مستوى احتمال 0.05.

النتائج

الحساسية الإشعاعية لبيض ذبابة ثمار القرعيات والعقم الجنسي المستحدث في الكاملات.

بينت النتائج (جدول 1) حصول انخفاض معنوي كبير في النسبة المئوية لفقس البيض عند معاملته بعمر اقل من 24 ساعة بكافة الجرع الإشعاعية، إذ كانت أعلى نسبة فقس 40% مقارنة مع 83.75% في معاملة السيطرة.

لوحظ استمرار تأثير الإشعاع السلبي في الأدوار اللاحقة، إذ تزايدت نسبة موت اليرقات مع زيادة الجرع الإشعاعية المستعملة، وظهرت أيضا زيادة معنوية في نسب موت العذارى مع زيادة الجرع الإشعاعية التي تعرض لها البيض حتى بلغت 100% في الجرعة الإشعاعية 30 غري.

عند حساب نسب البزوغ للكاملات الطبيعية تبين أنها كانت منخفضة جداً وبفارق معنوي كبير مقارنة مع مجموعة السيطرة، في حين ارتفعت النسبة الكلية لبزوغ الكاملات المشوهة في الجرعة 10 غري وبشكل معنوي مقارنة بمجموعة السيطرة. لم تشير النتائج إلى وجود فروق معنوية في النسبة الجنسية للكاملات البازغة. أظهرت النتائج انخفاضا غير معنوي في معدل أعمار الذكور في الجرعة 10 غري (24.50 يوماً) بالمقارنة مع مجموعة السيطرة (30.17 يوماً) فيما كان الانخفاض معنوياً في معدل أعمار الإناث المعاملة بالجرعة 10 غري إذ بلغ 26.25 يوماً، مقارنة مع 34.33 يوماً في جرعة السيطرة.

أوضحت النتائج في جدول (2) وجود انخفاض معنوي في معدل عدد البيض الموضوع من قبل الإناث لجميع طرز التزاوج للجرعة 10 غري مقارنة بمجموعة السيطرة، إذ بلغ معدل عدد البيض للأنثى الواحدة 45.0 و40.67 و41.75 بيضة للتزاوجات ذكور مشععة مع إناث غير مشععة وذكور مشععة مع إناث مشععة وذكور غير مشععة مع إناث مشععة على التوالي. كما انخفضت نسب فقس البيض معنوياً للتزاوجات المذكورة إذ بلغت 49.66 و48.82 و40.93% على التوالي في حين بلغت نسبة الفقس في مجموعة السيطرة 85.9%.

الحساسية الإشعاعية ليرقات ما قبل العذراء والعقم الجنسي المستحدث في الكاملات البازغة

تظهر النتائج في جدول (3) تبايناً في تأثير الجرع الإشعاعية المختلفة في يرقات ما قبل العذراء. إذ كانت النسب المئوية لموت اليرقات منخفضة نسبياً لحد الجرعة 40 غري، في حين أنها بلغت 100% عند الجرعة الإشعاعية 50 غري.

تزايدت نسب موت العذارى الناتجة عن اليرقات المشععة مع تزايد الجرع الإشعاعية حتى وصلت إلى 92.71 و100% عند الجرعتين 30 و40 غري على التوالي. تظهر النتائج أيضا عدم وجود فروق معنوية في نسب بزوغ الكاملات الطبيعية عند الجرعة 10 غري ومجموعة السيطرة، في حين أنها انخفضت بشكل معنوي عند الجرعة 20 غري (56%) والجرعة 30 غري التي انعدم فيها بزوغ الكاملات الطبيعية. فيما يتعلق بنسب بزوغ الكاملات المشوهة فإنها تزايدت عند الجرعتين 20 و30 غري بالمقارنة مع الجرعتين 0 و10 غري . كما أظهرت النتائج

انخفاضاً تدريجياً لكنه غير معنوي في معدل أعمار الذكور والإناث المعاملة بالجرع 0 و10 و20 غري.

وعن تأثير الإشعاع في إنتاجية الإناث الناتجة عن يرقات طور ما قبل العذراء المعاملة بالإشعاع أظهرت النتائج (جدول 4) وجود انخفاض نسبي ولكن غير معنوي في معدل عدد البيض للإناث غير المشعة المتزاوجة مع الذكور المشعة بالجرع 10 و20 غري مقارنة مع السيطرة، في حين كان هناك انخفاضاً معنوياً في طرزي التزاوج الأخريين.

كان للإشعاع تأثيراً متبايناً في نسبة فقس البيض وتبعاً لطرز التزاوج والجرعة الإشعاعية، إذ لم يكن للجرعة 10 غري تأثيرا مقارنة بمجموعة السيطرة ولكافة طرز التزاوج أما عند الجرعة 20 غري فقد انخفضت نسب الفقس في جميع طرز التزاوج ولكنها كانت منخفضة بصورة اكبر عند تزاوج ذكور وإناث مشعة وتزاوج ذكور طبيعية وإناث مشعة.

المناقشة

بينت نتائج الدراسة الحالية أن زيادة الجرع الإشعاعية في معاملة البيض أدى إلى انخفاض في النسب المئوية لفقسه حتى انعدام الفقس بالجرعة 40 غري، كذلك كانت هناك زيادة في نسب موت اليرقات والعذارى ونسبة بزوغ الكاملات المشوهة. كما تأثر بشكل سلبي معدل عدد البيض الذي تم وضعه أو نسبة فقسه في جميع طرز التزاوج للكاملات المشعة مقارنة مع معاملة السيطرة. إن هذه النتائج توضح الحساسية الإشعاعية العالية لبيض ذبابة ثمار القرعيات ***D. ciliatus*** وبالتالي فان معاملة البيض بالإشعاع للاستحداث العقم الجنسي في الكاملات يعد غير عملي. أوضح (12) و (13) إن انخفاض النسبة المئوية لفقس البيض المعامل بالإشعاع يعود إلى تأثير الإشعاع في خلايا الجنين في مراحله التطورية. ويكون تأثيره كبيراً في مرحلة التجرثم Blastelution ومرحلة التحوصل الفوهي Gastrulation ويقل التأثير كلما تقدم نمو الجنين نحو مراحل تمايز الأعضاء. وأشار (14) إن تزايد نسبة موت اليرقات والعذارى قد يعود إلى انتقال التأثير السلبي للإشعاع عبر الخلايا الجسمية المسئولة عن تكوين تراكيب وأعضاء اليرقة خلال النمو الجنيني ويؤثر أيضا في نشاط الكاملات البازغة أو يكون له تأثير غير مباشر على كفاءة الجهاز التناسلي الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض في عدد البيض الملقى ونسبة فقسه في التزاوجات التي تحوي كاملات مشعة في دور البيضة. في دراسة مماثلة وجد (15) أن الجرع الإشعاعية التي حققت عدم فقس بنسبة 90% لبيض ثلاثة أنواع من ذباب الفاكهة كانت 30 غري لذبابة البطيخ و27 غري لذبابة الفاكهة الشرقية و160 غري لذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط مع وجود انخفاض معنوي في نسب التعذر وبزوغ الكاملات في جميع الأنواع. وقد أشارت نتائج (16) على ذبابة فاكهة كوينزلاند ونتائج (17) على ذبابة الفاكهة المكسيكية إلى الحساسية الإشعاعية العالية لبيض كلا النوعين.

بينت نتائج الدراسة الحالية أن تأثير الجرع الإشعاعية في النسبة المئوية لموت يرقات طور ما قبل العذراء المعاملة بالإشعاع كان منخفضاً نسبياً بينما كان تأثير الإشعاع متزايد في النسبة المئوية لموت العذارى ونسب بزوغ الكاملات الطبيعية. وأكدت نتائج عدد من الباحثين تأثير زيادة الجرع الإشعاعية في زيادة نسب موت يرقات وعذارى عدد من الحشرات وكذلك انخفاض نسب بزوغ الكاملات، منها نتائج (15) على ثلاثة أنواع من ذباب الفاكهة. ووجد (18) أن الجرعة 63 غري كانت كافية لمنع بزوغ الكاملات لذبابة الفاكهة الشرقية و56 غري لذبابة البحر الأبيض المتوسط. وفي دراستهما عن ذبابة الفاكهة المكسيكية أشار (17) إلى أن تزايد الجرع الإشعاعية التي تتعرض لها اليرقات الناضجة تسببت في تزايد نسبة موت اليرقات وقد وصلت النسبة إلى 99.52% عند الجرعة 15 غري. وأوضح (16) عند دراسة تأثير الجرعة 100 غري في يرقات ذبابة فاكهة كوينزلاند بالأعمار 2 و5 و7 أيام أن للإشعاع تأثيرا متباينا في تعذرها. وأكد (19) أن تشعيع يرقات النوع ***D. dorsalis*** الناضجة أدى إلى زيادة فترة دور العذراء. وكانت العلاقة عكسية بين نسبة التعذر والجرع الإشعاعية فقد أصبحت 59% عند تعريض اليرقات إلى 200 غري بينما كانت 90% في مجموعة السيطرة. واستنتج (20) أن تشعيع اليرقات اثر في بعض الحوامض الامينية الأساسية التي قد تؤدي إلى اضطرابات في النشاطات الايضية والتأثير في عملية صنع البروتين أيضا. وفسر (21) سبب ظهور التشوهات في الكاملات البازغة من اليرقات المشعة هو حصول اختلال في صبغيات الخلايا الجسمية المهيأة للانقسام والمسئولة عن نمو وتكامل الأعضاء الجسمية للكاملات. وأشارت نتائج الدراسة الحالية وجود انخفاض معنوي في نسبة فقس البيض الناتج من جميع طرز التزاوج وان زيادة الجرع الإشعاعية للحصول على عقم كامل تكون نتيجته زيادة كبيرة في نسبة موت العذارى وانخفاض كبير في نسبة بزوغ

الكاملات الطبيعية بما يتعارض مع إمكانية الحصول على الأعداد اللازمة من الحشرات العقيمة لتطبيق هذه التقنية بشكل اقتصادي ومجدي.

أشعة كاما في بيض ذبابة ثمار القرعيات *D. ciliatus*

نسبة الكاملات الطبيعية	نسبة الكاملات المشوهة	النسبة الجنسية (ذكور:إناث)	X^2**	معدل العمر (يوم)	
				♂	♀

جدول 3: تأثير أشعة كاما في يرقات طور ما قبل العذراء لذبابة ثمار القرعيات D. ciliatus

الجرعة (غري)	نسبة موت اليرقات	نسبة موت العذارى	نسبة الكاملات الطبيعية	نسبة الكاملات المشوهة	النسبة الجنسية ذكور :إناث	$**X^2$	معدل العمر (يوم) ♂	معدل العمر (يوم) ♀
0	2.00 c*	6.00 d	93.00 a	0.99 b	1 : 1.08	0.002	a 32.25	a 35.42
10	2.00 c	10.00 d	88.00 a	2.00b	1 : 1.10	0.002	a 30.33	a 32.58
20	6.00 b	38.83 c	56.00 b	7.17 a	1 : 1.14	0.004	a 27.75	a 30.25
30	4.00 bc	92.71 b	0.0 c	7.29 a	-	-	-	-
40	6.00 b	100 a	-	-	-	-	-	-
50	100 a	-	-	-	-	-	-	-

* الأرقام المسبوقة بالحروف نفسها وللعمود نفسه لا تختلف معنوياً حسب اختبار دنكن متعدد الحدود تحت مستوى احتمال 0.05.

** قيمة X^2 الجدولية عند مستوى الاحتمال 0.05 = 3.84.

جدول 4: تأثير أشعة كاما في معدل عدد البيض ونسبة الفقس في طرز التزاوج لكاملات ذبابة ثمار القرعيات D. ciliatus الناتجة من يرقات طور ما قبل العذراء المعاملة.

الجرعة (غري)	معدل عدد البيض			نسبة فقس البيض		
	طرز التزاوج			طرز التزاوج		
	N♀ × ♂I	I♀ × ♂I	I♀ × ♂N	N♀ × ♂I	I♀ × ♂I	I♀ × ♂N
0 N♀ × ♂N	53.33 a*	53.33 a	53.33 a	83.20 a	83.20 a	83.20 a
10	51.92 a	44.00 b	41.17 b	85.61 a	83.80 a	81.26 a
20	46.00 a	20.42 c	19.42 c	76.71 b	23.40 b	21.70 b

* الأرقام المسبوقة بالحروف نفسها وللعمود نفسه لا تختلف معنوياً حسب اختبار دنكن متعدد الحدود تحت مستوى احتمال 0.05.

I = مشعع ، N = غير مشعع.

References

1. Hendrichs, J. **1996**. *Action programs against fruit flies of economic importance*. pp. 513-519. In Fruit Fly Pest. A world Assessment of their Biology and Management. Eds; B. A. McPheron and C. J. Stock. St. Lucie Press.
2. Lindquist,D.A.**2000**.*Pest management strategies: Area- wide and conventional*". Area-wide control of fruit flies and other insect pests.Edited by Tan, K. H.,Penerbit University Sains, Malyisia, Penange, p.p.13- 19.
3. Vreysen, M. J. B., J. Gerardo-Abaya, and J. P. Cayol. **2005**. *Lessons learned from area-wide insect pest management programmes with SIT component*. An IAEA\FAO prospectivy, pp. 24-25. In book of extended synopses of IAEA\FAO Inter. Conf. on 'Area- Wide Control of Insect Pest.Vienna,Austria, 9-13 May 2005.
4. الربيعي , حسين فاضل . **2004**." *تقنية الحشرات العقيمة*

: الآفاق الحالية والمستقبلية (مقالة مرجعية)". المجلة العراقية للعلوم والتكنلوجيا .المجلد 1، العدد 1:74-86.

5. الجبوري ،إبراهيم جدوع ، **1999**. *ذبابة ثمار القرعيات من آفات الخضار*" .جريدة العراق / العدد / 3936 في 1999/11/30 .
6. Drew, R. A. I. ,**1987**. Behavioral strategies of fruit flies of the genus Dacus (Diptera : Tephritidae) significant in mating and host-plant relationships. *Bulletin of Entomological Research*. **77** : 73-81.
7. Schroeder ,W.J., D. L. Chambers, and R.Y. Miyabara. **1973**.Reproduction of melon fly ;Mating activity and compatibility of flies treated to function in sterile-release programs. *Journal of Economic Entomology*. **66** : 661-663.
8. Keiser, I. and E. L. Schneider. **1969**. Need for immediate sugar and ability to withstand thirst by newly emerged oriental fruit flies, melon flies and mediterranean fruit flies untreated or sexually sterilized with gamma radiation. *J. Econ. Entomol*. **62**(3): 539-540.
9. Keiser , I. ,D. I. Chambers, and E .L. Schneider, **1972**. Modified commercial containers and laboratory cages ,watering devices and egging receptacles for fruit flies . *J. Econ. Entomol*. **65**: 1514-1516.
10. ACEL, **1984**.Certificate of measurement gamma cell 220 source No.GS-346 quality control commercial product. *Ottawa, Canada.*
11. SAS. **2001**. SAS\STAT. Users guide for personal computers release 6.12. *SAS institute Inc. Cary, NC*. 584 PP.
12. Hough, W. S. **1963**. Effect of gamma radiation on codling moth eggs. *J. Econ. Entomol*. **65**: 660-663.
13. Brower, J. H. **1974**. Age as a factor in determining radiosensitivity of eggs of Plodia interpunctella. *Environ. Entomol*. **2**: 653- 658.
14. Bughio, A. R. **1981**. Comparative embryonic and post embryonic mortalities following irradiation of eggs of *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera : *Pyralidae). Pakistan J. Zool*. **13**: 93-97.
15. Balock, J. W., A. K. Burditte, Jr., and L. D. Christenson, **1963**. Effect of gamma radiation on various stages of three fruit fly species. *J. Econ. Entomol*. **56**(1):42-46.
16. Macfarlane, J. J. **1966**. Control of the Queensland fruit fly by gamma irradiation. *J. Econ. Entomol*. **59** (4):884
17. Benschoter, C. A. and J. Telich, **1964**. Effect of gamma rays on immature stages of the Mexican fruit fly. *J. Econ. Entomol*. **57**(5): 690-691.
18. Burditt, Jr, A. K., and S. T. Seo, **1971**. *Dose requirements for quarantine treatment of fruit flies with gamma irradiation*: Disinfestations of fruit by Irradiation. Proceeding of panel on the use of irradiation to solve quarantine problems in the international fruit trade, pp. 33- 41.IAEA. Vienna .
19. Prasad, H. H., and G. R. Sethi, **1980**. Effect of gamma radiation on the development of oriental fruit fly **Dacus dorsalis** Hendel. *Indian J. Entomol*. **42**(3): 505-507.
20. Prasad, H. H., and G. R. Sethi, **1983**. Effect of gamma radiation on free amino acids of the oriental fruit fly **Dacus dorsalis** Hendel. *Indian J. Entomol*, **45**(4): 402-405.
21. Raun, E. S. **1966**. *European corn borer*. In C. N. Smith (Ed.): Insect Colonization and Mass Production. Academic press Inc. New York, 618 pp. pp. 323-338.