كفاءة العزلة المحلية من النيماتودا الممرضة للحشرات (*Heterorhabditis bacteriophora* GA) ضد يرقات حافرة أوراق البندورة (Lepidoptera: *Tuta absoluta* (Meyrick) Gelechiidae) مخبرياً.

Effectivenss of local isolate of the entomopathogenic nematodes (*Heterorhabditis bacteriophora* GA) for the control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in laboratory conditions.

علي درويش [1] عبد النبي بشير [2] [3] خالد العسس [3]

Ali Darouch [1] Abdulnabi Basheer [2] [3] Khaled. Al –assas[3]

basherofeckey11@yahoo.com

(1) طالب دكتوراه، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق. سورية.

(1) Ph.D student, Plant Protection department, Faculty of Agriculture, Damascus university, Syria.

(2) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/ أكساد، دمشق، سورية.

(2) The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands/ACSAD, Damascus, Syria..

(3) مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

(3) Biological Control Studies and Research Center, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

الملخص

اختبر فاعلية عزلة محلية من النيماتودا الممرضة للحشرات GA (*Heterorhabditis bacteriophora*) بتركيز 200 فرد معدي /1مل ضمن أطباق بتري ضد الأعمار اليرقية الأولى، الثانية، الثالثة والرابعة لحافرة أوراق البندورة *Tuta absoluta* خلال موسم 2018، أجري العمل المخبري في مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية- كلية الزراعة - جامعة دمشق. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق معاملة العزلة المحلية GA للعمر اليرقي الأول والثاني *T. absoluta* مخبرياً بعد اليوم السابع من المعاملة معنوياً على المعاملات بعد 1-3 يوم، حيث وصلت النسبة المئوية لموت اليرقات إلى 80% بعد اليوم السابع من المعاملة. وجدت فروق معنوية بين النسبة المئوية لموت يرقات حافرة أوراق البندورة *T. absoluta* في العمر الثالث والرابع باليوم السابع وبين المعاملة باليوم الأول، التي كانت (90- 57.5)%على الترتيب.

الكلمات المفتاحية: حافرة أوراق البندورة، النيماتودا الممرضة للحشرات، *Heterorhabditis bacteriophora*، سورية.

©2023 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. **ISSN: 2305-5243; AIF-023 (p: 98 - 104)**

Abstract

The Efficacy of a local isolate of entomopathogenic nematodes GA (*Heterorhabditis bacteriophora* GA) were estimated at a concentration of 200 infective instars/1ml were tested in Petri dishes against the first, second, third and fourth larval for controlling the tomato leaf miner *Tuta absoluta* during the 2018 season. Laboratory research was conducted at the Center for Biological Control Studies and Research centre - Faculty of Agriculture - Damascus University. The statistical analysis of laboratory experiments showed significant differences between the treatment of the 1st and 2nd larvae *T. absoluta* by local isolate G.A after 7 days and other treatment after 1 – 3 days in Petri dishs, the mortalities were 80% after 7 days. Significant differences were found between the mortality rates of tomato leaf miner larvae *T. absoluta* at the 3rd and 4th larvae treated with local isolate G.A on the seventh day and the treatment on the first day, which was (90-57.5%), respectively.

Keywords: *Tuta absoluta***,** entomopathogenic nematode, *Heterorhabditis bacteriophora*, Syria.

المقدمة

تؤدي المكافحة الكيميائية لحافرة أوراق البندورة *Tuta absoluta* إلى زيادة تكاليف الإنتاج وانخفاض المردود الاقتصادي بالإضافة إلى أضرار استخدام المبيدات على المستهلك والبيئة والتنوع الحيوي وخطر ظهور سلالات مقاومة للمبيدات، لذلك كان لابد من البحث عن وسائل بديلة وآمنة للسيطرة على هذه الآفة الهامة، ولعل من أهم هذه الوسائل الإحيائية هو استخدام بعض أنواع النيماتودا المتخصصة كممرضات ضد الحشرات (Lacey وزملاؤه، 2006؛ Kayaو Koppenhöfer، 2004).

ظهرت هذه الآفة لأول مرة في البيرو ومنها انتشرت إلى بقية دول العالم، سجلت الحشرة في أوربا في عام 2006 في شبه الجزيرة الإيبيريّة (Arno وGabarra، 2011)، وسجلت في سورية في عام 2010 في المنطقة الساحلية في الأسبوع الأول من شهر آذار (Hatim، 2010).

تؤدي الإصابة بالحشرة إلى خسارة مادية في المحصول نتيجة مهاجمة الحشرة لجميع الأجزاء الهوائية لنبات البندورة (الأوراق والأزهار والقمم النامية والثمار غير الناضجة والناضجة والساق) وإلى خفض في القيمة النوعية لثمار البندورة بنسبة تتراوح بين50-100% (EPPO، 2008)

أظهرت دراسات سابقة أجريت في بلدان مختلفة فاعلية النيماتودا الممرضة للحشرات ضد أطوار حافرة أوراق البندورة *T. absoluta*؛ فعلى سبيل المثال، أشار Batalla-Carrera وزملاؤه (2010) إلى الكفاءة العالية للنيماتودا الممرضة للحشرات على إصابة وقتل يرقات حافرة أوراق البندورة. سجَّلت نسبة القتل 78.6% ووصلت إلى 100 عند المعاملة بالتركيز 50 فرد معدي/سم2 من النوع النيماتودي *H. bacteriophora* ليرقات العمر الثالث إلى العمر الرابع على الترتيب في الظروف المخبرية.

أكدت Youssef (2015) في مصر على الحساسية العالية ليرقات العمر الرابع لـ *T. absoluta* تجاه النوع النيماتودي *Steinernema Carpocapsae* في الأختبار المخبري بمعدل موت يرقي 93.3% بعد 3 أيام من المعاملة بتركيز 1000 فرد معدي /1مل.

تعد دراسات المكافحة الحيوية لمكافحة حافرة أوراق البندورة *T. absoluta* قليلة جداً في سورية، لذلك كان من الضروري البدء بأبحاث تركز على المكافحة بالمبيدات الحيوية كإحدى الوسائل الهامة للحد من كثافة هذه الآفة الخطرة وتقليل استخدام المبيدات الكيميائية، تمَّ إجراء هذا البحث والذي هدف إلى تقييم فاعلية العزلة المحلية G.A التابعة للنوع *H. bacteriophora* مخبرياً ضد يرقات حافرة أوراق البندورة *T. absoluta*.

مواد وطرائق البحث

1- مصدر النيماتودا وتربيتها مخبرياً

تم الحصول على العزلة المحلية G.A من مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية- دائرة أبحاث النيماتودا، كلية الزراعة، جامعة دمشق. ربيت أفراد هذه العزلة على يرقات دودة الشمع الكبيرة *Galleria mellonella* وفقاً لطريقة Kaya and Stock, 1997 .

تم إكثار الطور المعدي وذلك بوُضع طبقة مزدوجة من المناديل الورقية في طبق بتري, وجُهز محلول النيماتودا بمعدل 1000 فرد معدي/ مل ماء, رُجَّ محلول النيماتودا وأُخذ منه 2 مل باستخدام الماصّة وُوزعت بانتظام على طبقة المناديل الورقية, بعدها تُرك الطبق لمدة ساعة، وأُضيف إليه 10 يرقات من دودة الشمع *G. mellonella*، وغُطي الطبق ووُضع داخل كيس بلاستيكي من أجل حفظ الرطوبة، وحُضن بعدها على درجة حرارة 25 ± 2 ºC درجة مئوية ورطوبة 65%. حيث فُصلت اليرقات الميتة وغُسلت جيداً بالماء ووُضعت في مصيدة وايت White Traps المصيدة عبارة عن أطباق بتري بقطر 15 سم يُوضع بداخل كل منها غطاء لطبق بتري مقلوب بقطر 5 سم وعليه ورقة نشاف تتدلى أطرافها لتصل إلى قعر الطبق الأساسي، يضاف إلى الطبق الأساسي 10 مل من محلول الفورمالين المخفف ذو التركيز 0.25% لمنع حدوث التلوث بممرضات أخرى (Gray and Johnson, 1983).

ويبدأ فحص محتوى المحاليل في الأطباق باستخدام المكبرة بعد اليوم الخامس لمراقبة خروج النيماتودا من اليرقات الميتة، مع إضافة محلول الفورمالين دورياً حسب الحاجة. جُمع المعلق الحاوي على الأطوار المعدية للنيماتودا الممْرضة للحشرات من مصيدة وايت White Trap ويُضاف بدلاً منه ولمدة أسبوع.

وُضعت النيماتودا الممْرِضة للحشرات في البراد على درجة حرارة 10 ºC داخل علب بلاستيكية لحين استخدامها (Woodring وKaya، 1988).

2- مصدر يرقات الحشرة

تمَّ القيام بجولات حقلية أسبوعية إلى حقل بندورة في قرية كرحصار التابعة لمنطقة عامودا- محافظة الحسكة خلال الفترة الممتدة من نهاية شهر نيسان وحتى نهاية شهر تشرين الأول لعام 2018. جمعت خلالها عينات أوراق لنباتات بندورة مصابة بيرقات *T. absoluta*, وُضعت بعدها في أكياس بلاستيكية وحفظت هذه العينات في صندوق بلاستيكي حافظ للحرارة ونقلت إلى المختبر لإجراء الإختبارات اللاحقة.

3- تحضير التراكيز المطلوبة من الطور المعدي (طريقة التمديد)

أُتبعت طريقة التمديد (Dilution method) الموصوفة من قبل Kaya وStock (1997) للحصول على نسب الاستعمال المطلوبة من الطور اليرقي المعدي، حيث نُقل الماء الحاوي على أفراد الطور اليرقي المعدي من أطباق العزلة الواحدة إلى كأس بيشر مدرج وحدد فيه حجم المعلق المائي للطور اليرقي المعدي، ثم وُضع كل كأس على جهاز تحريك مغناطيسي ليتجانس المحلول النيماتودي وأُخذ منه 0.5 مل ووُضع على شريحة زجاجية خاصة لعد النيماتودا, عدّت يرقات الطور المعدي بوضع الشريحة على مكبّرة تحت التكبير (10x40). كُررت هذه العملية 10 مرات، حُسب المتوسط الذي ضرب بحجم المعلق المركّز في الكأس، حُدد عدد أفراد الطور اليرقي المعدي في المعلق للعزلة، ومُدد المعلق بالماء المقطر للحصول على معدل الاستخدام (200 فرد معدي/مل من المعلق).

4- اختبار فاعلية النيماتودا ضد الأعمار اليرقية الأربعة لـ *Tuta absoluta* في أطباق بتري

وُضع في كل طبق بتري 10 يرقات من العمر الأول والثاني لحافرة أوراق البندورة في كل طبق بتري، وكذلك بالنسبة ليرقات العمر الثالث والرابع، يحوي الطبق على مناديل ورقية مبللة بـ 10 مل من المحلول النيماتودي تركيز 200 فرد معدي/مل، وبواقع 4 مكررات لكل عمرين يرقيين، وتم تحديد الأعمار اليرقية بالاعتماد على لون اليرقة، حيث يكون لون اليرقة في العمر الأول أبيض كريمي، في العمر الثاني أخضراً مصفراً، ويوجد في نهاية رأسها شريط أسود، وفي العمر الرابع وهي بلون قرنفلي إلى مسود. تم في معاملة الشاهد، طبقت الخطوات ذاتها باستثناء إضافة الماء بدل المحلول النيماتودي.

غُطيت الأطباق ودونت عليها البيانات اللازمة (التاريخ- رمز العزلة- العمر اليرقي- رقم المكرر) (التاريخ- رمز العزلة- العمر اليرقي- رقم المكرر), ثم حُضنت عند درجة حرارة 25 ± 2 ºC ورطوبة نسبية 65 % (Lacey وزملاؤه، 2006). أخذت

القراءات بعد 1-3-7 أيام لتسجيل عدد اليرقات الميتة وفحصت تحت المجهر للتأكد من موتها بواسطة النيماتودا الممرضة للحشرات وسجلت أعدادها.

التحليل الإحصائي

أجري تحليل التباين one way ANOVA باستخدام البرنامج SPSS 19.0 لمقارنة متوسطات نسبة الموت للمعاملات المدروسة وفق اختبار أقل فرق معنوي عند مستوى1 % (p = 0.01).

النتائج والمناقشة

أظهرت النتائج أن هذه العزلة كانت فعالة ضد الأعمار اليرقية الأربعة لـ *T. absoluta* لكنها سببت نسب موت متفاوتة بين الأعمار اليرقية وسجّل أعلاها للعمرين اليرقي الثالث والرابع بعد 7 أيام من المعاملة

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق معاملة النيماتودا للعمر اليرقي الأول والثاني بعد اليوم السابع من المعاملة معنوياً على بقية المعاملات، حيث وصلت النسبة المئوية لموت يرقات العمر الأول والثاني إلى 80% بعد اليوم السابع من المعاملة، في حين لم يلاحظ وجود فروق معنوية بعد اليوم الأول والثالث، التي وصلت فيه النسبة المئوية للموت إلى (40، 50.25) % على الترتيب (الجدول 1).

جدول 1. متوسط النسبة المئوية (±الإنحراف المعياري) لموت الأعمار اليرقية الأربعة لـ *T. absoluta* المعاملة بالعزلة المحلية G.A بتركيز 200 فرد معدي /مل ضمن أطباق بتري ماء عند درجة حرارة 25 ± 2 ºC ورطوبة نسبية 65%.

الزمن (يوم) / الأعمار اليرقية	متوسط النسبة المئوية (±الخطأ القياسي) لموت اليرقات		
	اليوم الاول	اليوم الثالث	اليوم السابع
الأول والثاني	%40.00 b ± 0.82	%52.50 b ± 0.95	%80.00 a ± 0.82
المتوسط العام	1.99**		
الثالث والرابع	%57.50 b ± 2.06	%65.00 ab ± 1.73	%90.00 a ± 0.82
المتوسط العام	7.08		
الشاهد	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
L.S.D 0.05	3.15		

القيم المتبوعة بنفس الحرف أفقياً لا تختلف معنوياً فيما بينها بمستوى الدلالة (0.01).

تتوافق هذه النتائج مع ما أكده Ngugi وزملاؤه (2018) من أن جميع العزلات المحلية من النيماتودا الممرضة للحشرات الكينية (R52-S86-TK1-97-75) سببت نسبة موت وصلت إلى أكثر من 50% بعد اليوم الثالث من المعاملة بالنيماتودا الممرضة للحشرات، بينما كانت النسبة المئوية لموت يرقات حافرة أوراق البندورة *T. absoluta* 40 و42% بعد يوم من المعاملة للعزلات (R52- TK1) عندما عوملت اليرقات بمعدل 200 فرد معدي/مل، ووصلت النسبة المئوية لموت العمر اليرقي الثاني إلى 54.4% للعزلة 97 بعد 3 أيام من المعاملة، تؤكد النتائج في الدراسة السابقة أنه بزيادة الزمن تزداد نسبة الموت بالنيماتودا الممرضة للحشرات.

تتشابه هذه النتائج مع نتائج البحث الذي قام به Van damme وزملاؤه (2016) باستخدام النوع *H. bacteriophora* التي كانت النسبة المئوية لموت يرقات العمر الأول والثاني ل *T. absoluta* 39-38% على الترتيب بعد 3 أيام من المعاملة، بينما وصلت النسبة للموت ليرقات العمر الأول لحافرة أوراق البندورة *T. absoluta* بعد 3 أيام من المعاملة إلى 47%عند استخدام النوع *S. carpocapsae*، على العكس من ذلك لوحظ نسبة موت مرتفعة ليرقات العمر الأول والثاني لحافرة أوراق البندورة *T. absoluta* بعد 3 أيام من المعاملة بالنوع *S. feltiae* 62-82% على الترتيب.

يبين الجدول (1) وجود فروق معنوية بين النسبة المئوية لموت يرقات حافرة أوراق البندورة *T. absoluta* في العمر الثالث والرابع المعاملة بالعزلة المحلية G.A باليوم السابع وبين المعاملة بـالعزلة المحلية G.A باليوم الأول، التي كانت (90-57.5)%على الترتيب.

ولم يلاحظ وجود فروق معنوية بين المعاملة بالعزلة المحلية G.A باليوم السابع وبين المعاملة بـالعزلة المحلية G.A باليوم الثالث، التي كانت النسبة المئوية للموت فيهما (90- 65)%على الترتيب.

تتوافق نتائج دراستنا مع البحث التي وصلت فيه النسبة المئوية لموت يرقات العمر الثالث لحافرة أوراق البندورة *T. absoluta* إلى (52-56)% المعامل بعزلات محلية(TK1 - 75) من النيماتودا الممرضة للحشرات في كينيا بمعدل استخدام 200 فرد معدي/مل بعد اليوم الأول من المعاملة على التوالي، بينما وصلت النسبة المئوية لموت يرقات العمر الثالث لحافرة أوراق البندورة *T. absoluta*إلى (0 – 40- 68 - 100-100% للعزلة 97 بمعدل 250 فرد معدي/مل بعد اليوم الأول، الثاني، الثالث، الرابع والخامس من المعاملة على التوالي (Ngugi وزملاؤه، 2018).

واشار Ngugi وزملاؤه (2018) إلى أن النسبة المئوية لموت يرقات حافرة أوراق *البندورة T. absoluta* المعاملة بالنيماتودا تزداد بزيادة وقت التعرض.

في حين أكدت Youssef(2015) الحساسية العالية ليرقات العمر الرابع للنيماتودا *S. carpocapsae* حيث وصلت النسبة المئوية للموت ووصلت النسبة المئوية للموت بعد يوم ويومين و3 أيام إلى (43.3-63.3-70)% على التراكيز 250فرد معدي /مل على الترتيب.

تتشابه هذه النتائج إلى حدا ما مع نتائج Van damme وزملاؤه (2016) التي وصلت النسبة المئوية للموت أثناء أجراء البحث إلى 79% ليرقات العمر الثالث والرابع في اليوم الثالث للمعاملة باستخدام النيماتودا *H. bacteriophora*، على العكس من ذلك عند المعاملة بالنيماتودا *S. carpocapsae* كانت نسبة موت يرقات العمر الثالث والرابع مرتفعة (95-96)% بعد 3 أيام من المعاملة على التوالي.

وبشكل عام الأعمار اليرقية الثالثة والرابعة ليرقات حافرة أوراق البندورة *T. absoluta* أكثر حساسية للإصابة بالنيماتودا من الأعمار اليرقية الأولى والثانية (Van dammeوزملاؤه، 2016).

في حالة *T. absoluta* قد يكون هنالك عدة أسباب حول سبب ارتفاع معدلات الموت في الأعمار الكبيرة مقارنة مع الأعمار الأصغر، قد يكون من أحد هذه الأسباب حجم المضيف، على سبيل المثال فقد لوحظ الحجم الصغير للأعمار اليرقية الأولى لعثة درنات البطاطا *Phthorimaea operculella* Zeller (Gelechiidae :Lepidoptera) (potato tuber moth) ساعدها على الاختباء بعيدة عن EPNs Entomopathogenic nematodes في شرائح البطاطا التي تم إعطاءها لها كغذاء (Hassani-Kakhki وزملاؤه، 2013).

وهنا يمكن أضافة فرضيتين اضافيتين لارتفاع معدلات الموت لدى اليرقات كبيرة الحجم.

أولاً: كلما كبر حجم اليرقة كلما زاد حجم الفتحات الطبيعية للعائل بالتالي يسهل دخولEPNs إلى داخل جسم اليرقة (Griffin وزملاؤه، 2005). وقد دعمت هذه الفرضية عندما تم اختبار حساسية ذبابة الفاكهة *Ceratitis capitata* Wied) (*C. rosa* (Karsch) (Diptera: Tephritidae) إلى النيماتودا الممرضة للحشرات EPNs (Malan وManrakhan، 2009)

كما بإمكان الجنس *Heterorhabditis* اختراق طبقة الكيوتيكل لليرقة والدخول إلى داخل جسمها عن طريق السن الموجود في مقدمة فمها (Griffin وزملاؤه، 2005).

ثانياً: قد يعود سبب حساسية اليرقات الكبيرة بالعمر أكثر من اليرقات صغيرة العمر إلى الإشارات الجاذبة للأطوار المعدية كمثل غاز ثاني أوكسيد الكربون (CO2)، إلى جانب الإشارات الكيميائية (Lewis وزملاؤه، 1993؛ Turlings وزملاؤه، 2012).

هنالك عدة عوامل مؤثرة في فاعلية النيماتودا الممرضة للحشرات؛ منها موقع التجربة (بيت زجاجي- حقل) وأماكن وجود الآفة (فتحات –ثقوب- أنفاق- على سطح الورقة) ودرجات الحرارة والرطوبة، إضافة إلى معدل الاستخدام (التركيز) فاعلية (Arthurs وزملاؤه، 2004). فزيادة التركيز عادة يزيد أيضًا من معدل الاختراق والنجاح في إحداث الإصابة على العائل، بشكل عام للحصول على فاعلية عالية فإن الجرعة المثالية هي 25 فرد معدي/ سم2 (Chen وزملاؤه، 2003؛ Schroeder وزملاؤه، 1996).

فانخفاض معدل الموت قد يكون بسبب اكتظاظ أفراد النيماتودا في طبق البتري مما يؤدي إلى زيادة المنافسة فيما بينها على الدخول إلى جسم العائل، ما ينتج عنه موت عدد كبير من الأفراد وبالتالي تكون عدوى العائل بالنيماتودا منخفضة (Ngugi وزملاؤه، 2018).

التوصيات والمقترحات

1. حققت العزلة المحلية G.A للنيماتودا الممرضة للحشرات التابعة النوع *H. bacteriophora* نسبة موت عالية ليرقات حافرة أوراق البندورة *T. absoluta* مخبرياً ضمن أطباق بتري بالنسبة لجميع الأعمار اليرقية المختبرة.
2. حققت العزلة المحلية G.A للنيماتودا الممرضة للحشرات التابعة النوع *H. bacteriophora* نسبة موت أعلى بالنسبة للعمر اليرقي الثالث والرابع بعد 7 أيام من المعاملة.
3. التركيز على مكافحة الاعمار اليرقية الثالثة والرابعة ليرقات حافرة أوراق البندورة *T. absoluta*
4. إدراج النيماتودا الممرضة للحشرات ضمن برامج المكافحة المتكاملة لحافرة أوراق البندورة *T. absoluta*.

المراجع

- Arno J., and R. Gabarra . 2011. Side effects of selected insecticides on the *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) predators *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae). J Pest Sci; 84(4): 513-520.
- Arthurs S., K.M. Heinz and J.R. Prasifka.2004. An analysis of using entomopathogenic nematodes against above-ground pests. Bull Entomol Res, 94:297–306.
- Batalla-Carrera, L., A. Morton and F. Garcı´a-del-Pino.2010. Efficacy of entomopathogenic nematodes against the tomato leafminer *Tuta absoluta* in laboratory and greenhouse conditions, BioControl, 55:523–530.
- Chen S., X.Y. Han and M. Moens. 2003. Biological control of Delia radicum (Diptera: Anthomyiidae) with entomopathogenic nematodes. Appl Entomol Zool, 38:441–448.
- EPPO. 2008. First record of *Tuta absoluta* in Algeria (2008/135). EPPO Reporting Services 7(135). Accessed January 15, 2010. http:// www.eppo.org/PUBLICATIONS/reporting/reporting_service.htm.
- Gray, P. A., and D. T. Johnson. 1983. Survival of the nematode Neoplectana carpocapsae in relation to soil temperature, moisture and time.Journal Georgia Entomology. 18: 454-460pp.
- Griffin, C.T., N.E. Boemare and E.E. Lewis. 2005. Biology and behaviour. In: Grewal, P.S., Ehlers, R.-U., Shapiro-Ilan, D.I. (Eds). Nematodes as biocontrol agents. CABI Publishing, Wallingford, UK,47-64.
- Hassani-Kakhki, M., J. Karimi and M. Hosseini.2013. Efficacy of entomopathogenic nematodes against potato tubermoth, *Phthorimaea*
- *operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae), under laboratory conditions.
- Biocontrol Sci Technol, 23:146–159.
- Hatim, N.2010. Final report of the consultancy mission on the tomato leaf miner Tuta absoluta (Meyrick) in Syria arab republic. FAO.1,1-13.
- Kaya, H,K., and S.P. Stock .1997. Techniques in insect Nematology. In: Lacey LA (ed) Manual of Techniques in Insect Pathology, Academic Press, New York, 281-324.
- Kaya, H.K., and A.M. Koppenhofer. 2004. Biological control of Insect and other invertebrates with nematodes. in: Z.X., S.Y.chen and D.W.Dixon.(Eds) Nematology: Advances and

Perspective, Vol.2: Nematods Management and Utilization. CABI Publishing Walling., UK, 1083- 1132.

- Lacey, L. A., S. P. Arthurs., T. R. Unruh., H. Headrick and R.JR. Fritts .2006. Entomopathogenic nematodes for control of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards: effect of nematode species and seasonal temperatures, adjuvants, application equipment and post-application irrigation. Bio Con, 37: 214-223.
- Lewis, E.E., R. Gaugler and R. Harrison. 1993. Response of cruiser and ambusher entomopathogenic nematodes (Steinernematidae) to host volatile cues. Can J Zool, 71:765–769.
- Malan, A.P., and A, Manrakhan.2009. Susceptibility of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) and the Natal fruit fly (*Ceratitis rosa*) to entomopathogenic nematodes. J Invert Pathol, 100:47–49.
- Ngugi, C,N,. J.N. Mbaka,. P.M. Wachira. and S. Okoth. 2018. laboratory screening for infectivity of selected indigenous entomopathogenic nematode isolates on *Tuta absoluta* in Kenya, Inter J of Agri , Env and Biore , 3(06): 10-25.
- Schroeder, P,C,. C.S. Ferguson., A.M. Shelton,. W.T. Wilsey,. M.P. Hoffmann and C. Petzoldt. 1996. Greenhouse and field evaluations of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Heterorhabditidae and Steinernematidae) for control of cabbage maggot (Diptera: Anthomyiidae) on cabbage. J Econ Entomol, 89:1109–1115.
- Turlings, T, C., J. I. Hiltpold and S. Rasmann.2012. The importance of
- root-produced volatiles as foraging cues for entomopathogenic nematodes. Plant Soil, 358:51–60.
- Van Damme, V, M., B. KEG Beck., E. Berckmoes., R. Moerkens., L. Wittemans., R. De VIS. D. Nuyttens., H. F. Casteels., M. Maes., L. Tirry., and P. De Clercq. 2016. Efficacy of entomopathogenic nematodes against larvae of *Tuta absoluta* in the laboratory. Pest Manag Sci; 72: 1702–1709.
- Woodring, J, L., and H.K. Kaya. 1988. *Steinernematid* and *Heterorhabditid* Nematodes: A. Handbook of biology and Technique. Arkansas Agricultural Experiment Station. Southern Cooperative Series, Bulletin. 331pp.
- Youssef, N.2015.Efficacy of the entomopathogenic nematodes and fungi for controlling the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). journal agriculture sciences, Ain Shaams university, Cairo , 23(2), 591-598.

N° Ref: 1106