٧

المكافحة الحيوية لمجاميع الآفات

BIOLOGICAL CONTROL OF PEST POPULATIONS

W.L. Sterling

Department of Entomology — قسم الحشرات

Texas A&M University, College Station, Texas — جامعة تكساس A & M

محطة الكلية - تكساس

K. M. El-Zik

Department of Soil and Crop Sciences — قسم علوم الأراضى والمحاصيل

Texas A&M University, College Station, Texas — جامعة تكساس A & M

محطة الكلية - تكساس

L. T. Wilson

Department of Entomology — قسم الحشرات

University of California, Davis, California — جامعة كاليفورنيا - ديفز - كاليفورنيا

Natural Control of Arthropod Pests — المكافحة الطبيعية لآفات مفصليات الأرجل

Curttent Practices In Cotton Arthropod Management — العمليات الجارية لتنظيم تعداد مفصليات الأجل فى حقول القطن

Nonintervention as a Tactic — عدم التدخل كتكتيك

Key Predators — المفترسات الرئيسية

Inaction Levels — مستويات عدم التأثير

Natural Control of Selected Arthropod Pests — المكافحة الطبيعية لبعض آفات مفصلية الأرجل المختارة

Boll Weevil — سوسة اللوز

Heliothis Spp. — دودة اللوز الأمريكية

Cotton Fleahopper — نطاط القطن البرغوثى

Lygus Species — أنواع بق الليجس

Pink Bollworm — دودة اللوز القرنفلية

Spider Mites — الاكاروسات

obeikandl.com

Other Pests	آفات آخرى
Arthropod Control with Microbials	مكافحة مفصليات الأرجل بالميكروبات
Natural Control of Plant Pathogens	المكافحة الطبيعية لمسببات الأمراض النباتية
Concepts and Mechanisms	المفاهيم والتقنيات
Approaches to Biologicat Control of Cotton Pathogens	وسائل المكافحة الحيوية للمسببات المرضية للقطن
Current Status of Biological Control of Plant Pathogens	الموقف الحالي للمكافحة الحيوية لمسببات الأمراض النباتية
Natural Control of Weeds	المكافحة الطبيعية للحشائش
Toward Classical Biological Control	نحو مكافحة حيوية تقليدية
Augmentation of Natural Enemies	إكثار أو زيادة الأعداء الحيوية
Restoration Ecology	تجديد البيئة
Classsical Biological Control	المكافحة البيولوجية التقليدية
Conclusion	الخاتمة
References	المراجع

obeikandl.com

فى هذا الفصل عرِّفت المكافحة الحيوية بأنها المكافحة الطبيعية التطبيقية Applied Natural Control ، وعليه . . فإن أى طريقة يستخدمها الإنسان لتحسين كفاءة الأعداء الحيوية لأنواع الآفات سواء بالإدخال Introduction، أو الصيانة والحفظ Conservation، أو الإكثار Augmentation جميعها يندرج تحت المكافحة الحيوية أو البيولوجية . وقمع Suppression ، أو المحافظة Maintenance أو تنظيم Regulation الكائنات الحية بالأعداء الحيوية أو البيئة الطبيعية Physical environment ، فى غياب تدخل الإنسان لتنظيم أعداد هذه الكائنات ، تكوِّن المكافحة الطبيعية Natural Control .

ويغطى هذا الفصل المكافحة الحيوية أو البيولوجية لمفصليات الأرجل ، ومسببات الأمراض والحشائش . وفى الجزء الخاص بمفصليات الأرجل . . تم التركيز على المفترسات التى تفترس مفصليات الأرجل ، دون التركيز على الطفيليات أو مسببات الأمراض أو الموت الطبيعى . ولو أن الدراسات فى القطن قليلة ، إلا أنه تم تحديد أهمية الأعداء الحيوية فى التأثير على تنظيم الآفات المرضية والحشائشية .

المكافحة الطبيعية لآفات مفصليات الأرجل

NATURAL CONTROL OF ARTHROPOD PESTS

يلعب المعقد الكامل للأعداء الطبيعية المفترسات Predators ، والطفيليات Parasites ، ومسببات الأمراض Pathogens دورًا مهمًا فى منع قدرة معظم آفات مفصليات الأرجل على إحداث ضرر اقتصادى معظم مناطق زراعية القطن بالولايات المتحدة الأمريكية . ودائمًا هنا تسود الأعداء الحيوية المستوطنة ديناميكية معظم الآفات ، وعليه . . فإن التدخل لتنظيم التعدادا نادرًا ما يكون أمرًا ضروريًا لمنع الفقد أو الضرر الاقتصادى . وتتضمن الاستثناءات بعض الآفات الرئيسية أو العرضية ، والتى تتفادى مؤقتًا عملية المكافحة أو الآفات المؤثرة فى النظم البيئية الزراعية باستمرار إحداث خلل باستخدام الكيميائيات الزراعية. وسوسة اللوز ودودة اللوز القرنفلية ، والتى تتعرض لبعض تأثيرات الأعداء الطبيعية فى بعض مناطق الولايات المتحدة الأمريكية قد تكون استثناءً فى النظم البيئية الزراعية للقطن .

وقد تأكدت بعض الإيضاحات الأولية ، والتى تدعم الحقيقة السابقة ببعض الأمثلة عن الخلل ، الذى يحدث للأعداء الطبيعيين نتيجة لإستخدام المبيدات الحشرية . وعلى سبيل

المثال فى وادى سان جواكوين بكاليفورنيا ، فإن معاملة بقة الليجس بالمبيدات الحشرية الفوسفورية العضوية كانت لها تأثير ضار على الأعداء الطبيعيين ، التى تحفظ فى العادة تعداد حشرات دودة اللوز الأمريكية *Heliothis* Spp. ، وديدان البنجر المسلحة ، وديدان الكرنب فى المقارنة (Falcon وآخرون عام ١٩٧١ ، و van den Bosch و Hagen عام ١٩٦٦) . وفى غياب الأعداء الطبيعيين يزداد تعدادها بسرعة فائقة ، وخلال أواخر الستينيات وأوائل السبعينات ، تم رش قطن وادى سان جواكوين بحوالى ٦-١٤ رشة فى الموسم ، وكانت معظم هذه المعاملات موجهة لديدان اللوز .

وتكرر هذا السيناريو فى بيرو (Smith و van Den Bosch عام ١٩٦٧) ، وفى غرب استراليا (Sterling ١٩٨٤) ، وجنوب تكساس (Adkisson عام ١٩٧١) ، وفى مصر والمكسيك وجنوب ووسط أمريكا (van Den Bosch عام ١٩٧٨) ، وقد يتكرر فى أى مكان تستخدم فيه المبيدات الحشرية منفردة كعلاج عام .

فى الماضى . . أدت المعاملات بالمبيدات الحشرية لمكافحة سوس اللوز ونطاطات القطن إلى القضاء على الغالبية العظمى من الأعداء الطبيعية لديدان اللوز ، وديدان براعم الدخان ؛ مما نتج عنه ظهور موجات وبائية واضحة لهذه الآفات فى تكساس (Adkisson عام ١٩٧٣) . وحينما يتم تجنب استخدام المكافحة باستخدام المبيدات الحشرية لسوس اللوز أو نطاطات القطن فى بداية أو منتصف الموسم . . فإنه من النادر أن يحدث ظهور موجات وبائية لديدان اللوز ، أو ديدان البراعم ، والتى قد تتحول من آفات رئيسية إلى افات ثانوية .

العمليات الجارية لتنظيم تعداد مفصليات الأرجل فى حقول القطن :

Curent Practices In Cotton Arhropod Management

الأعداء الطبيعية المحلية وغيرها من العوامل الطبيعية هى عوامل أساسية مسئولة عن مكافحة آفات القطن الحشرية فى تكساس وفى كاليفورنيا ، ومن المحتمل فى معظم مناطق زراعة القطن ، والتى لا تتعرض للمعاملات المتكررة بالمبيدات الحشرية واسعة التأثير . وعلى سبيل المثال - ومع استخدام أحدث النتائج المتاحة - فإن ٦٦ ٪ أو ٢,٢٨ مليون أكر من القطن فى تكساس لم يعامل بأى مبيدات حشرية على المجموع الخضرى فى عام ١٩٨٣ (Anon عام ١٩٨٥) . كما عومل ١,١٣ مليون أكر من القطن بحوالى ٢,٦ معاملة على

المجموع الخضرى ، و١,١٢ مليون أكر تعرض لمعاملة واحدة للبذور فى عام ١٩٨٣ . والتداخل بين المساحات المعاملة على المجموع الخضرى أو البذور غير معروفة ، ومع افتراض أن كل معاملة بمبيد حشرى لها بعض الأثر الباقى لمدة ٧ أيام . . فإن المساحات المعاملة على المجموع الخضرى يتم حمايتها بالمبيدات الحشرية لمدة ١٩ يومًا ، خلال موسم النمو . كما يفترض أن معاملة البذرة تعطى بعض الحماية من الآفات الحشرية لمدة ١٤ يومًا بعد الإنبات. وبناء على هذه النتائج والافتراضات ، يمكن حساب أن ٩٥ ٪ من وقت نمو القطن فى تكساس يكون بعيدًا عن المبيدات الحشرية ، وبالتالى يسمح بعمل الأعداء الطبيعيين للآفات (جدول ٧-١) . وهناك إحصائيات مشابهة متاحة فى كاليفورنيا ؛ وحيث أن متوسط المعاملات سنويًا هى ما بين ١- ٢ رشة ، بالإضافة إلى أن ٥٠ ٪ مساحة القطن (٠,٩ - ١,٣ مليون أكر) تتعرض لمعاملات البذرة الوقائية ، باستخدام المبيدات الحشرية . وعليه . . فإن غياب الآفات فى حقول القطن قد يرجع - بالدرجة الأولى - إلى المكافحة الطبيعية للآفات على العوامل النباتية .

وتعتمد النتائج الموجودة بجدول (٧-١) على التقديرات الجيدة لبعض خبراء الإرشاد من مختلف مناطق ولاية تكساس . ويبدو أنه من الطبيعى استخلاص أن معظم القطن فى تكساس وكاليفورنيا ينمو مع استخدام نظام التكلفة المنخفضة Low Input ؛ حيث من النادر أن تستخدم المبيدات الحشرية الكيميائية ، وقد لا تستخدم على الإطلاق ، وعلى العكس من ذلك يختار بعض المزارعين نظام التكلفة العالية High Input ؛ حيث قد يستخدمون ١٥ معاملة بالمبيدات الحشرية ، أو أكثر خلال موسم النمو . ويستند المزارعون الذين يلجأون إلى الرش المتكرر بالمبيدات الكيميائية ضد آفات القطن الحشرية إلى أن ذلك يقلل من مخاطر ضرر الحشرات ، مع استخدام المبيدات بدرجة أكثر من الاعتماد على المكافحة الطبيعية . وهناك نوعية أخرى من المزارعين ، تستخدم كميات محدودة أو لا تستخدم مبيدات حشرية على الإطلاق ، وهم فى ذلك لديهم قناعة كاملة بأهمية الاعتماد على المكافحة الطبيعية . ومن الأرجح أن الاعتماد الوحيد على كل من المبيدات الحشرية أو الأعداء الطبيعيين ليس هو الحل المثالى لجميع مشاكل الآفات . وأحيانًا قد تكون بعض الأعداء الطبيعيين القليلة كافية للقضاء على موجات وبائية من الآفات . وعلى العكس من ذلك . . فإن استخدام المبيدات الحشرية فى وقت غير مطلوب استخدامها ليس أمرًا مقبولاً . وسوف يلجأ المزارعون الذين يميلون إلى استخدام المبيدات الحشرية إلى الرش ، ولو ساورهم الشك فى فاعليته ، بينما

يحجم المـزارعون أثناء استخدام المكـافحة الطبيعيـة عن الرش ، عندما يساورهـم الشك فى جدواه . ومن المحـتمل أن يتخـذ كل من مجمـوعتى المزارعين بـعض القرارات الاقتـصادية والبيئية الخاطئة فى بعض الأحيان .

جدول (٧-١) : مقارنة بين موسم نمو القطن (١٩٨٣) ، عند حماية المحصول بالكمياويات (CHEM) مقارنة بحماية المحصول بطرق المكافحة الطبيعية (NAT) .

المعاملات	أكرر	متوسط المعاملات	أكر المجمع		أيام ام	نسبة مئوية
خطرى	1.13	2.6	2.98	19	141	88
بذرة	1.12	1.0	1.12	14	146	91
غير معامل	2.28	0.0	2.28	0	160	100
						95.2

والمطلوب هو إيجاد وسـائل لزيادة الثقة فى القرارات الصادرة ، بصـرف النظر عن ميل المزارعين لاختيار استراتيجية معينة دون الأخرى . وقبل اتخاذ المزارعين للقرارات الموثوق بها . . فإن كفاءة وتأثير الأعداء الطبيعيين يجب أن يتم التنبؤ به وتوقعه بدرجة كبيرة . . ولكى تكون قادرين على التنبؤ بهذا التأثير . . فمن الضرورى معرفة أى من الأعداء الطبيعيين أكثر أهمية ، وما العدد المطلوب للسيطرة على تعداد الآفات .

عدم التدخل كتكتيك : Nonintervention as a Tactic

من المناقشة السابقة ، أصبح من الواضح أنه إذا لم يتم حماية القطن بالكيمائيات خلال ٩٥ ٪ من موسـم النمو ، فإن القـرار السائد الذى يصـدر من المزارعين ، هو عدم الـتدخل مباشرة باستخدام أعداء طبيعيين خارجية فى حقول القطن .

وغالبًا . . فإن أفـضل قرار يمكن أن يتخذه المـزارعون هو ألا يفعلوا شـيئًا تجاه الآفة ، ويترك للأعداء الطبيعيين أداء العمل .

والقرار الرئيسى أو الأساسى هو تقدير مـا إذا كان هناك مبرر اقتصادى أو بيئى لإدخال المفترسات والطفيليات ، أو مسببات الأمراض لمكافحة الآفات .

المفترسات الرئيسية : Key Predators

إذا أمكن الحصول على أقصى ميزة أو فائدة من أنواع الأعداء الطبيعيين كوسائل للمكافحة . . فإن هذه الأنواع المؤثرة يجب أن تعرف ، ولابد من وجود سبل للقياس الكمى لكفاءة هذه الأنواع (Roach وآخرون عام ١٩٧٩) . وسوف تساعد هذه المعلومات كثيراً فى قدرتنا على التنبؤ بأعداد الآفات . وأى نوع مفترس ، أو طور لنوع مفترس والذى يمدنا بقيمة عن التنبؤ باتجاه تعداد الفرائس فى المستقبل ، والقادر على إمدادنا بالموت الحتمى Irreplaceable Mortality ، تقود إلى السيطرة على أعداد الضحية ، قد تعتبر فريسة رئيسية Key Pradator (Sterling عام ١٩٨٤) . والموت الحتمى Irreplaceable Mortality - وهو جزء من موت الجيل الكلى - يرجع إلى نوع واحد من الأعداء الحيوية . . فإن حياة الآفة (الضحية) سوف تزداد معنويًا إذا أزيلت أنواع الأعداء الحيوية من النظام البيئى . ومثال الموت الحتمى (Irreplaceable Mortality) (شكل ٧-١) يظهر فى النمول (*Solenopsis invicta*) ، وهو مفترس رئيسى لسوسة اللوز ، وحينما اختفى النمل باستخدام المبيد الحشرى الميركس ، زادت أعداء سوسة اللوز بشدة فى سنوات ١٩٧٤ و١٩٧٨ .

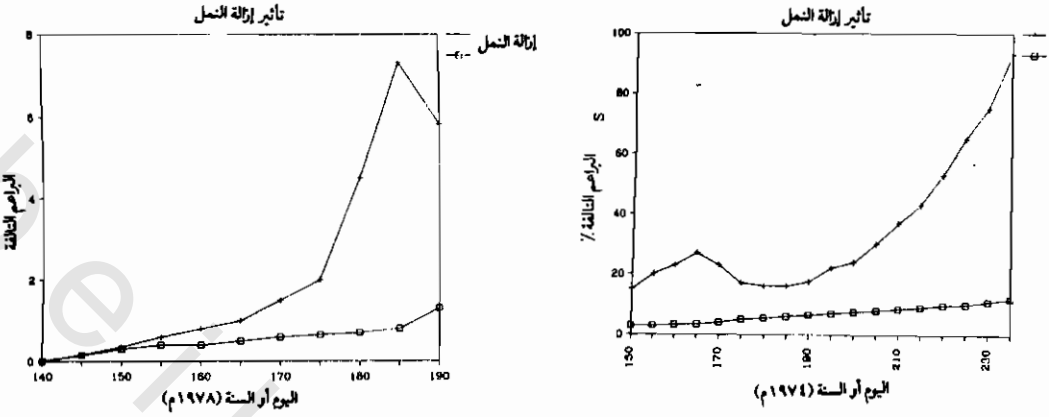
وإزالة المفترس الثانوى من المحتمل أن تحدث تأثيراً ضعيفًا على تعداد الضحايا . ومن ضمن أكثر ٦٠٠ نوع من المفترسات التابعة لمفصلية الأرجل ، والتى توجد فى حقول القطن (Whitcomb و Bell عام ١٩٦٤) ؛ فمن البديهى أن معظمها لا يحقق الموت الحتمى لأى ضحية . وهناك عجز كبير فى تحديد أقسام المفترسات الرئيسية ، التى توجد فى النظام البيئى الزراعى بحقول القطن . ولو أنه اعتمادًا على النتائج المتاحة . . فإن التقديرات توضح أن هذه المفترسات من المحتمل أن يوجد بها فريسة رئيسية (Johnson وآخرون عام ١٩٨٦ ، و Mc Daniel و Sterling عام ١٩٧٩ و ١٩٨٢ ، و Ridgway و Lingren عام ١٩٧٢ ، و Sterling وآخرون عام ١٩٨٤ ، و Wilson و Gutierrez عام ١٩٨٠) .

ولا يمكن تحديد المعاملة ببعض مفترسات مفصليات الأرجل إذا كانت متساوية فى التأثير أكثر من توقع وجود عدة أنواع من الآفات لها تأثير متساوٍ على محصول القطن . ولكل نوع وأى طور له أفضلية معينة تجاه الضحية ومعدل البحث والاستجابة لكثافة الضحية ومعدل التغذية . ولو أنه يوجد بعض التأكيدات المبالغ فيها «انخفاض المعلومات عن العدو الحيوى

للوحدة العامة (رونفال ، و Tamak وآخرون عام ١٩٧٤ ، و Wilson عام ١٩٨٥) فإن قيمة التنبؤ لأى وحدة محدودة بدرجة إدراك فى الوزن النسبى لكل نوع من الفترة ومرتبته العمرية (Hartstack و Sterling عامى ١٩٨٦ و ١٩٨٨) والأعداء الحيوية . . فقد اقترح Hartstack وآخرون عام ١٩٧٥ أنه يمكن تعريف المفترسات الرئيسية ، ثم المعاملة بها كوحدات مستقلة فى نماذج التنبؤ بالحاسب الآلى ، وسوف يناقش هذا المفهوم فى هذا الفصل .

مستويات عدم التأثير : Inaction Levels

يطلق على كثافة الأعداء الحيوية الكافية لجعل الآفات تحت مستوى التأثير (مستويات الضرر الاقتصادى) بأنها فى مستوى عدم التأثير Inaction Level (Filman و Sterling عام ١٩٨٥ ، و Sterling عام ١٩٨٤) . وقد اقترح أن تحديد مستويات عدم التأثير للأعداء الحيوية يعتبر واحدة من أولى الخطوات لاتخاذ القرارات المناسبة فى السيطرة على الآفة ؛ حيث تؤخذ فى الاعتبار محصلة عوامل الموت التى تحدث للآفة ، وقرارات السيطرة ، والتى تعتمد فقط على مستوى انتشار الآفات ، قد تؤدى إلى تكلفة عالية للمبيدات وآثار ضارة للبيئة . وإذا كانت أعداء الأعداء الحيوية متوفرة بصورة ملموسة لمكافحة الآفات . . فإن قرارات استخدام كل من المبيدات الحشرية أو إطلاق مسببات الموت الحيوية قد لا تكون ذات تكلفة عالية .



شكل (٧-١) : عائد النمل على عشائر سوسة اللوز

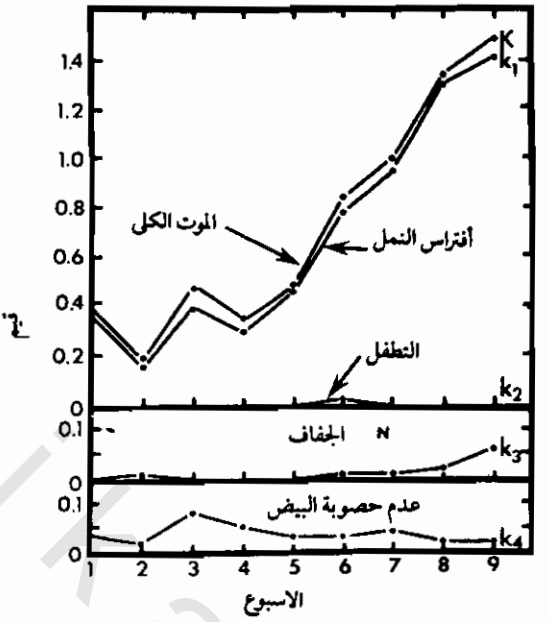
(بعد Jones و Sterling (١٩٧٩) و Sterling (١٩٨٤) .

المكافحة الطبيعية لبعض آفات مفصليات الأرجل المختارة :

Natural Control of Selected Arthropod Pests

١ - سوسة اللوز Boll Weevil :

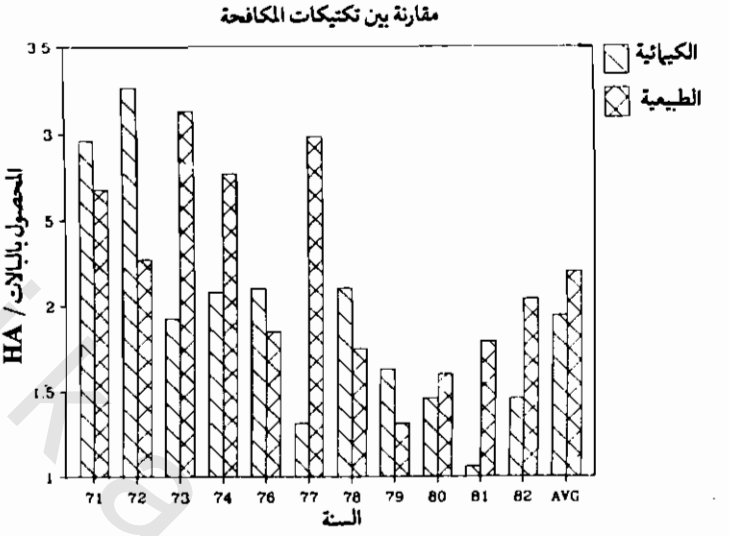
ولو أن لسوسة عديداً من الأعداء الحيوية (Hinds عام ١٩٠٧ ، Hunter و Pierce عام ١٩١٢) . . فإن عائد هذه الأعداء على ديناميكية سوس اللوز عموماً غير معروف . وثمة حالة واحدة شاذة هى عائد النمل النارى المستورد ، وقدرت مستويات عدم التأثير للنمل النارى المستورد ، والكافية لجعل تعداد سوسة اللوز فى صورة محدودة ، تحت ظروف غرب تكساس . وتبين أن الكثافة التى تقدر بحوالى ٠,٤ نملة لكل قمة نباتية سوف تحقق مكافحة لسوس اللوز فى حدود ٩٠ ٪ من الوقت (Filman و Sterling عام ١٩٨٥) . وتعطينا معدلات الموت المتوقع فوق مدى كثافة النمل استمرارية لمستويات ضعيفة من تأثير الآفة ، حينما تتوافر عوامل الموت الأخرى ، يمكن أن يقوم النمل النارى المستورد كمفترس رئيسى (جدول ٧-٢) لسوسة اللوز (Filman و Sterling عام ١٩٨٣) .



شكل (٧-٢) : عائد عوامل الموت الأربعة لسوسة اللوز
(بعد فيلمان وسترلينج عام ١٩٨٣) .

وقد استعرض Agnew و Sterling عام (١٩٨١) Filman ، و Sterling عام ١٩٨٣ ، و Sterling عام ١٩٧٨ ، و Stun و Sterling عام ١٩٨٦ بعض الطرق المفيدة فى تقدير معدلات موت سوسة اللوز ، التى تحدث فى البراعم الزهرية والميزة الرئيسية لهذه الطرق أن الأطوار النامية لسوسة اللوز فى البراعم الزهرية الذابلة أو اللوز الأخضر المتحلل لايتم إتلافها ، ولا تزال من مساكنها الطبيعية ؛ حتى يمكن لجميع عوامل الموت تحقيق تأثيراتها على سوس اللوز ، قبل التحول إلى الحشرة الكاملة . وباستخدام مفهوم الموت المرتبط بالتخصص العمرى Age - Speecific mortality ، والراجع إلى الأسباب الحيوية والطبيعية ، يمكن الوثوق بهذا الإتجاه عدا أنه لا يمكن قياس موت الحشرات الكاملة الحية . ولو أنه أمكن تحديد ٩٨ ٪ من الموت الموسمى خلال عام ١٩٨١ باستخدام هذه الطرق (Filman و Sterling عام ١٩٨٣) . وفى المتوسط يبقى ٢ ٪ فقط من كل جيل حيًا ، ويتحول إلى حشرات كاملة . وقد أعطى Sterling وآخرون عام ١٩٨٤ إيضاحًا لتعضيد تأثير الأعداء الحيوية ؛ خاصة النمل فى تنظيم تعداد سوس اللوز . وفى حقول قطن غرب تكساس . . فإن المكافحة الطبيعية لسوس اللوز تؤدى إلى زيادة إنتاجية المحصول عن استخدام

المكافحة الكيميائية بالمبيدات ، فى خلال الفترة من ٧-١١ عامًا ، ويرجع ذلك أساسًا إلى الموت الناتج من تأثير النمل شكل (٧-٣) .



شكل (٧-٣) : مقارنة بين المكافحة الكيميائية والطبيعية لسوسة اللوز

خلال ١١ عامًا فى غرب تكساس (بعد Sterling وآخرين عام ١٩٨٤) .

ويمكن أن يعرقل الموت الحديث Contemporaneous mortality (Sensu Morris عام ١٩٦٥ ، Royama عام ١٩٨١) تحديد الموت لعامل واحد . والمثال الملاحظ عن الموت الحديث فى سوسة اللوز تعرضها للتطفل بدبور البراكون *Bracon mellitor* وتعرضها للافتراس بواسطة النمل النارى الأحمر المستورد . ويشوش اتجاه الموت الحديث ، عندما يختفى التطفل باسطة النمل المفترس . ويمثل وجود طفيل الشرنقة فى العذراء المتقدمة فى العمر لسوسة اللوز إيضاحًا مقبولاً للتطفل . ولو أنه عند إزالة النمل لسوس اللوز غير البالغ . . . فإنه قد يؤدى إلى اختفاء طفيل شرنقة العذراء . وعليه . . فإن حدوث التطفل قد يكون غالبًا أقل من التقديرات ، عند استخدام طرق إيضاح جامدة . ولكن مجموع الموت الكلى للجيل قد لا يكون أقل من التقديرات ، إذ وجد الموت الحديث . وهذا مثال للموت الحتمى Replaceable mortality ؛ حيث إن موت سوسة اللوز الراجع إلى أى من الطفيل أو المفترس هو أمر حتمى ، وطالما أن سوسة اللوز لم تقتل بالنمل ، فإنها تقتل بالطفيل والعكس صحيح .

وبالطبع فإن كلاً من النمل والطفيليات تقتل بعض سوس اللوز ، الذى قد يكون حيًا ، وعليه . . فإن كل واحد منهم له القدرة على إحداث الموت الحتمى . والنمل المفترس والذى يقتل الطفيليات عند تغذيته على السوس يعتبر وسيلة تهديد خطيرة لكل من الطفيليات المحلية والمستوردة (Cate عام ١٩٨٥) . ومنذ ذلك الحين لم يتأقلم وينتشر أى عدو حيوى ، تم استيراده ضد سوسة اللوز بالولايات المتحدة الأمريكية (Cate عام ١٩٨٥) . وبالتالى . . فإن قدرة المكافحة البيولوجية التقليدية للآفات التى تصيب المحاصيل السنوية منخفضة (Simmonds عام ١٩٤٨) ، وعليه . . يمكن اعتبار أن خطورة النمل على الطفيليات أمر نظرى أكثر منه واقع عملى .

وعمومًا . . يظن أن البعد عن الأمان فى الدراسات الأكاديمية لإيجاد الطرق لتقييم أسباب الموت هو أكثر من الاعتماد الكلى على ربط النتائج المبينة على عينات قياس تعداد الأعداء الحيوية والآفة . وعليه . . فإنه يمكن الارتفاع بمستوى ثقة بيانات الموت ، إذا تم تقديرها من خلال الملاحظة أكثر من توقعها ، من خلال دراسات كثافة التعداد .

وفى مخاطرة الوفرة Redundancy . . «فإن المثل الذى يقول إن الارتباط ليس هو السبب» مازال هو الفكر المناسب . ولكننا نضيف أن الوضوح المرتبط للسبب يمكن أن يزيد من الثقة فى الموت الملاحظ للحيوانات . وباستخدام كل من الطريقتين يمكن الوصول إلى إيضاح محدد فى هذا الاتجاه عن استخدام طريقة واحدة ، إذا قادتنا إلى الاستنتاج نفسه .

ديدان اللوز الأمريكية *Heliothis* Spp.

بخصوص غياب الأعداء الحيوية المسببة للموت فقط ، فقد سجل Ives و Wilson (نتائج غير منشورة) حوالى ٦٠ - ٧٠ ٪ من موت ديدان اللوز الأمريكية ، قبل الوصول إلى أضرار أكثر للعمرين اليرقيين الرابع والخامس ، وهذا المستوى من الموت غير كافٍ لمنع الوصول إلى مستويات الضرر . ولوحظ أن الأعداء الحيوية مع العوامل الطبيعية المسببة للموت تحقق ما يعادل ١٠٠ ٪ موتًا للبيض والأعمار اليرقية الأولى والثانية ، تحت الظروف الحقلية (Mc Daniel و Sterling عام ١٩٨٢) . ويكون الفقد فى القطن من الضرر الناجم عن ديدان اللوز الأمريكية منخفضًا؛ حينما تلاحظ هذه المستويات المرتفعة من الموت . وفى الحقيقة عند هذا المستوى من الموت ، لا يمكن أن تعيش يرقات ديدان اللوز الأمريكية عند المستويات البديلة Replacement Levels (Ro < 1) ، وقد لوحظت مستويات عالية

مشابهة من الموت بواسطة علماء آخرين (Deloach و Peters عام ١٩٧٢ ، و Fletcher وThomas عام ١٩٤٣ ، و Van den Bosch وآخرين عام ١٩٦٩) .

وتحت الظروف المعملية . . فإن أنثى *Heliothis* تضع ما بين ٣٧٠ إلى ١٧٧٤ بيضة ، ويتوقف عدد البيض على النوع والظروف الحرارية السائدة (Fye و Mc Ada عام ١٩٧٢) . وبافتراض أن متوسط ١٠٠٠ بيضة ينتج من الأنثى الواحدة تحت الظروف الحقلية ، وأن معظم الموت الحادث يتم قبل أو بعد الفترة التناسلية . . فإن ٩٩,٩ ٪ من الموت ضرورى للحفاظ على التعداد فى مستوى أقل من المستوى البديل Replacement Level ، وقد قرر Wilson وآخرون عام (١٩٨٠) فى التجارب الحقلية أن مستويات الموت قبل طور الحشرة الكاملة Preadult mortality ، تصل إلى ١٠٠ ٪ ، خلال فترة نضج اللوز (جدول ٧-٢) . وقبل هذه الفترة - وحينما تكون مستويات الموت أقل فى بعض الحالات . . فإن الطبيعية التعويضية Compensatory nature للقطن تتيح للمستويات العالية من الضرر إنتاج محصول غير متأثر كمًا ونوعًا (Wilson و Bishop عام ١٩٨٢) .

أوضحت الدراسات أن زيادة تجميع Augmentation المفترسات قللت من تعداد دودة اللوز الأمريكية بمعدل يتراوح ما بين ٩٠ - ٩٩,٥ ٪ (Lingren وآخرون عام ١٩٦٨ ، وLopez وآخرون عام ١٩٧٦ ، و Ridgway و Jones عام ١٩٦٨) . وهذه الإحصائيات توضح قدرة الأعداء الحيوية فى مكافحة *Heliothis* Spp. ، وتمدنا الدراسات الأخرى بتقديرات منخفضة عن كفاءة العدو الحيوى ، ولكن هذه الدراسات عمومًا أقل من تقديرات الموت الكلى للجيل ؛ لأنه لم يتم قياس موت أعمار الضحية - كل على حدة - وعلى سبيل المثال فإن الافتراس سبب خفض ٢٤ ٪ من المتوسط فى تكساس .

جدول (٧-٢) : نسبة الموت المتجمعة لدودة اللوز غير اليافعة حتى نهاية كل طور .

التاريخ	العمر					
	1	2	3	4	5	n
6/18-28	67.5	84.1	85.5	87.0	87.6	1674
7/8-11	82.7	87.0	88.6	89.1	89.8	3965
7/26-29	89.9	94.0	96.0	96.1	96.3	2675
8/18-21	95 4	>98	100	100	100	2958
9/6-11	>99	100	100	100	100	1669

المصدر : ويكسن وآخرون (١٩٨٠).

المصدر : ويلسون واخرون (١٩٨٠)

وخلال فترة ٦ سنوات حينما لوحظ موت طور البيضة (Fletcher و Thomas عام ١٩٤٣) . وقد استنتج Ridgway و Lingren عام ١٩٧٢ بعد استعراض ما نشر عن المكافحة الطبيعية لطوري البيضة واليرقة ، أنه يمكن توقع نسبة موت من ٥٠ ٪ إلى ٩٠ ٪ كل جيل بمتوسط ٧٥ ٪ . ولو أن قيم المتوسط المنحفضة هذه لا تساعد كثيرًا في اتخاذ قرارات السيطرة باستخدام هذه الوسيلة حيث إن أى مستوى مكافحة طبيعية فى حقل القطن قد يتراوح من صفر إلى ١٠٠ ٪ لتعداد آفة ما .

ويمكن اعتبار مفترسات *Heliothis* مفترسًا رئيسيًا (عن Johnson وآخرين عام ١٩٨٦) تتضمن :

* البق القرصانى . * The Pirate bugs (*Orius* Spp.)
* البق ذو الأعين الكبيرة . * Big - eyed bugs (*Geocoris* Spp.)
* النمل النارى . * Fire ants (*Solenopsis* Spp.)
* أسد المن الأخضر . * Green Lacewings (*Chrysopa* Spp.)
* نطاطات القطن البرغوثية . * Cotton Fleahoppers (*Pseudatamoscelis seriatus*)
* العناكب القافزة السوداء والبيضاء . * Black and White Jumping Spiders (Phidippus audax)
* العناكب البرية . * Crab Spiders (*Misumenops* Spp.)
* العناكب الشتوية . * Winter Spiders (*Chiracanthium inclusum*)
* عناكب السنور المخططة . * Striped Lynx Spider (Oxyopes *salticus*)

وقد عززت هذه القائمة بالدراسات ، التى قام بها كل من (Whitcomb عام ١٩٦٧ ، Whitcomb و Bell عـام ١٩٦٤ ، و Wilson و Gutierrez عـام ١٩٨٠ ، و Wilson وآخرون عام ١٩٨٠) ، كمـا قام بدراسات الترقيـم الإشعاعى (Mc Daniel و Sterling عام ١٩٧٩ و ١٩٨٢ ، و Mc Daniel وآخرون عام ١٩٨١) ودراسات الأقفاص (Lopez وآخرون عام ١٩٧٦) . وتشـمل المفترسات التـى أثبتت أنها مفـترسات رئيسية فـى مناطق أخرى Srerling عام ١٩٨٣) كلاً من :

* البق الرعاش . * Damsel bugs (*Nabis* Spp.), *Collops* Spp.
* البق الأسيوى . * Assassin bugs (*Zelus* and *Sinea* Spp.)
* أبى العيد . * Lady beetles (*Hippodamia* and *Coleomegilla* Spp.)
* الناسجات ذات النخم . * Star bellied orb weauers (*Acantheperia stellate*)
* العناكب المبقعة الخضراء . * Grey dotted spiders (*Aysha gracillis*)
* الناسجات ذات الفك الطويل . * Long jawed orb weauers (Tetragnatta laboriosa)
* العناكب البرية ذات السطح غير الحاد * ridgefaced cnab spiders (*Misumenoides formosipes*)

وقد يكـون التركيـب العمرى لـلمفتـرس والضحيـة عاملاً محـدداً فى تقديـر أى من المفترسات السابقة يمكن أن يندرج تحت قسم المفترس الرئيسى Key predator . وقد اقترح Stimac و D'Neil عام ١٩٨٥ مـعادلات Von Forester ؛ لمعرفة التغيـرات العمرية مع عامل الزمن . ومعظم مفترسات البيض واليرقات الصغيرة لحشرة *Heliothis* هى عبارة عن مفترسات صـغيرة مثل النمل ورقيقـة مثل البق Pirate bugs ، والبق ذى الأعين الـكبيرة Big-eyed bugs ، ونطاطات القطـن البرغوثية Cotton Fleahoppers ، والأطوار غـير الكاملة من العـناكب مثل العناكب القافزة الـسوداء والبيضاء Black & While Jumping Spiders ، والعناكب الـشتوية Winter Spiders ، والمفتـرسات الكبـيرة ، أو Social hunters المفترسات الاجتماعية ، ضرورية للتغلب على النظم الدفاعية البق الأسيوى القاطرة الدولى ليرقات Heliothis . والأطوار الكاملة لمفترسات Leaf hopper assassin bugs ، والنمـل النارى Fire ants ، والعنـاكب الشتـوية الكبـيرة Large winter Spiders ، وعناكب Celer Crab Spiders ، والعناكب المبـقعة الخضراء Grey dotted Spiders ، والعناكب القافزة السـوداء والبيضاء Bjack & White jumping Spiders ، وبعض أنواع الرعاشات جميعها يمكـن أن تحقق نجاحًا فـــى مهاجمة وقتل الأطوار اليـرقية الكاملة النمو من *Heliothis* .

وفى دراسة افتراس الـ *Heliothis* بواسطة أربعة مفترسات R. E. Jones وآخرين (نتائج غير منشورة) . . وجد أن كل مفترس يختلف فى استجابته للحرارة وتوفر الضحية وكثافة الضحية . ويظهر مفترس Geocoris - على سبيل المثال - حساسية مرتفعة مع الحرارة العالية ، وتحدث قمة النشاط له على درجة ٢٦ م° . أولاً . . قد يبدو ذلك مثيراً ؛ بحيث يوجد مفترس البق ذو الأعين الكبيرة Big - eyed bugs على نبات القطن ، خلال حرارة اليوم. ويوضح الفحص الدقيق أن كثيراً من مفترس Geocoris يتحرك أسفل النبات، أو عند التربة خلال الساعات الحارة من اليوم . وعلى عكس من ذلك يبدو Chrysopa غير حساس للحرارة المرتفعة ؛ حيث يصل أقصى نشاط له عند ٣٩ م° . ولو أن المفترسات الأربعة التى تتصف بالعمومية تتغذى على أى ضحية متاحة ليست كبيرة سريعة أو مزودة بنظم دفاعية كافية ؛ فمفترس بق القرصان الدقيق Minute pirate bug ، ومفترس Chrysopa يتمتعان بالقدرة على التكيف ، مع التغير فى عدد وأنواع وتوزيع الفرائس (الضحايا) . ويوضح هذين المفترسين قدرة عالية على تكيف توزيعهما بما يوائم توزيع الفرائس المتاحة ، بينما يستمر مفترس Collops و Geocoris فى تمضيته معظم الوقت فى التغذية على السطح السفلى للأوراق ؛ حتى عندما تضع أنثى *Heliothis* بيضها بالتساوى على كلا السطحين العلوى والسفلى . ويختلف كل من المفترسين فى توزيعهما التركيبى والراسى Wilson و Gutierrez عام ١٩٨٠ ، وكذا التوزيع الموسمى ، كما يختلفان فى التأثر بالعوامل السابقة . ومن هذه الدراسات . . يمكن استنتاج أن المفترس يكون أكثر تأثيراً عند أخذ الموسم ككل ، أكثر من شراهة النوع الذى يعمل منفرداً .

تتضمن المستويات غير الموثرة Inaction Levels المقترحة لمكافحة حشرة *Heliothis* ما أشار إليه Mc Daniel و Sterling عام (١٩٨٢) ، والذى افترض فيه أن نسبة بيضة واحدة من مفترس رئيسى إلى بيضة حشرة *Heliothis* كافية لمكافحة الآفة . وقد اقترح Hartstack وآخرون عام (١٩٧٥) نسبة واحد مفترس طبيعى مؤثر لكل ٢ بيضة من *Heliothis* . وافترضت مستويات غير مؤثرة بواسطة Herrera Aranguena عام (١٩٦٥) ، والذى استنتج أنه إذا أصيب ١٥ - ٢٠ ٪ من القمة النامية للقطن بحشرة *Rhinacloa* Spp. . . فإن معدل افتراس يرقات *Heliothis* يصل تقريباً لحوالى ٨٠ - ١٠٠ ٪ . وفى أركانسو ينصح المزارعون بالاعتماد على الأعداء الحيوية إذا كانت الحشرات النافعة موجودة بمعدل ٢٠ أو أكثر لكل ٥٦ قدم صف من القطن (Barnes وآخرون عام ١٩٧٧) . وقد اقترح Fye عام (١٩٧٩) أن ٣٥٠٠٠ إلى ٥٠٠٠٠ مفترس لكل أكر

كاف للتخلص من *Heliothis* يوميًا ، وتحتاج جميع هذه التقديرات إلى دراسة أكثر . ومع توفر إيضاحات جديدة تتضمن تعريف المفترسات الرئيسية Key Predators، والعلاقة بين التركيب العمرى للمفترس والضحية Predator - prey - age - structure relationships، وغيرها من العوامل الأخرى . . فإن التنبؤ بكفاءة العدو الحيوى سوف يكون رقيقًا بدرجة كافية ، تسمح له باستخدامه فى برامج السيطرة على الآفة .

جدول (٧-٣) : مجاميع وكفاءة بعض المفترسات المعروفة بافتراسها لنطاط القطن البرغوثى .

النوع أو المجموعة p_i	دليل مقياس (معيار) الكفاءة .
عناكب السنور المخططة	1.0
العناكب القافزة	1.0
العناكب البرية	1.0
عناكب السفور الخضراء	0.7
الناسجات ذات النجم	0.7
أبو العيد المنقط	0.3
البق ذو الأعين الكبيرة	0.3

نطاط القطن البرغوثى Cotton Fleahopper

لوحظ كثير من المفترسات التى تفترس نطاط القطن البرغوثى ، وسجلت بعض أنواع العناكب التى تفترس نطاط القطن البرغوثى (Dean وآخرون عام ١٩٨٧ ، Reinhard عام ١٩٢٦ ، و Whitcomb و Bell عام ١٩٦٤) وسجلت معدلات التطفل أعلى من ٢٥ ٪ (Ewing و Crawford عام ١٩٣٩) وقد حصل Mussett وآخرون عام (١٩٧٩) على وجود ارتباط ($r = 0.62$) بين وفرة معقد المفترسات ، ووفرة نطاط القطن البرغوثى ، موضحًا أن نطاط القطن البرغوثى يفسر حوالى ٣٨ ٪ من اختلاف تعداد المفترس ، وهذه النتائج تفسر أن نطاط القطن البرغوثى يعتبر مصدر طاقة جاذبًا لبعض مفترسات مفصليات الأرجل .

للتنبؤ بفعل مجاميع المفترسات على نطاط القطن البرغوثى . . فإن الطائفة أو المجتمع يقسم إلى سبع مجاميع ، ويحدد وزن (OE_i) لكل مجموعة ، تبعًا لكفاءتها (جدول

٧-٣) (Hartstack و Sterling عام ١٩٨٦ و ١٩٨٨) . ويعتبر مفترس *Oxyopes salticus* من أكثر المفترسات كفاءة على نطاط القطن البرغوثى ويأخذ معامل الكفاءة (١) . وتقارن كفاءة المفترسات الأخرى بمفترس Oxyopes وتأخذ كفاءتها معامل أقل من (١) ، ويقدر المعامل الكلى لكفاءة Oxyopes لوحدة المساحة (OEt) ، بالمعادلة (٧-١) ؛ حيث يمثل N_i عدد أفراد نوع كل مجموعة (i) لوحدة المساحة (لكل هتكار) ، ويمثل OE_i معامل وزن كفاءة لأفراد النوع فى كل مجموعة (i) .

$$OE_t = (N_i - OE_i) \qquad (7\text{-}1)$$

$$P = 1 - \exp [- 0.693\ OE_t / (OE_{50}\ S)] \qquad (7\text{-}2)$$

ويقدر معدل أو نسبة الموت يوميًا لنطاط القطن البرغوثى (P) بالمعادلة رقم (٧-٢) ؛ حيث (0.693 -) هو معامل التصحيح لتحديد المنحنى الرياضى ، عند P = (0.5) وتمثل (OE_5) الكافية لقتل ٥٠ ٪ من أفراد نطاط القطن البرغوثى . و S هى منطقة البحث (تتراوح بين ١ إلى ٧ ، ويعتمد ذلك على حجم النبات) .

بق الليجس Lygus Species

يعتبر بق الليجس مثالاً آخر للآفة، والتى تعتبر أيضًا آكلة للحشرات entomophagus species، وقد استعرض Wheeler عام (١٩٧٦) ملاحظاته على اتجاه سلوك الافتراس لبق الليجس ، والتى تتغذى على الأجسام الطرية من مفصليات الأرجل . والافتراس على بيض ديدان البنجر الجياشة (*Spodoptera exigua*) The beet armyworm فى كاليفورنيا Eveleens وآخرون عام ١٩٧٣) بواسطة بق الليجس *Lygus hesperus* يوضح أن أفراد نفس الجنس قد تتغذى على بيض آفات أخرى ، مثل : *Heliothis* Spp. ، ودودة اللوز القرنفلية . وتقارير بق الليجس كأعداء حيوية مهمة فى حقول القطن ليست واضحة تمامًا .

ويعتقد أن بق الليجس يعتبر آفة مهمة ، أكثر منها مفترس لغيرها من الآفات ؛ ولذا قيمت الأعداء الحيوية لهذا الجنس . ويقوم المعقد الافتراس الطبيعى فى حقول القطن فى كاليفورنيا الجنوبية بمكافحة ٥٣ - ٧٦ ٪ من بق الليجس *L. hesperus* فى طورى البيضة والحورية (Leigh و Gonzalez عام ١٩٧٦) . ويعتبر مفترس *Geocoris pallens* فعالاً جدًا ، بينما يعتبر مفترس *Nabis americoferus* فعالاً فى أقفاص شاش، ولكنه لا يكون

فعالاً فى الأقفاص الكبيرة . تكون الأعمار الأولى من *Nabis alternatus* قادرة على افتراس الأعمار الثلاثة الأولى لبقع *L. hesperus* بنجاح ، بينما تكون حوريات *N. alternatus* الكبيرة قادرة على مهاجمة وقتل كل أعمار بقة الليجس (Perkins و Watson عام ١٩٧٢ ، ويعتبر مفترس *chrysopo carnea* غير فعال ضد بقة *L. hesperus* .

وتعتبر حشرات The mymarid, *Anaphe, Ovijenlatus* ودبور البراكون *Euphoriana uniformis* طفيليات سائدة فى كاليفورنيا (Clancy و Pierce عام ١٩٦٦) . وفى حقول البرسيم . . فإن متوسط معدل التطفل ، كان حوالى ٤٦,٦ ٪ فى أكثر من ١٤ حصرًا فى كاليفورنيا . بينما يمكن أن يكون لمفترس *A. Ovijentatus* ضررًا ، كما أن له نفعًا ؛ حيث يتطفل على بيض *Nabis americoferus* . ويوضح ذلك الحاجة للحرص البالغ عند استيراد طفيليات آفات الـ mirid ، والتى قد تتطفل على الأعداء الحيوية المحلية .

دودة اللوز القرنفلية Pink Bollworm

تتعرض دودة اللوز القرنفلية *Pectinophora gessypiella* للمفترسات فقط ، خلال طور البيضة ، وجزء من العمر الأول والعمر اليرقى الأخير ، وطور الحشرة الكاملة . وقد قرر Orphanides وآخرون عام (١٩٧١) وجود حشرة من شبكية الأجنحة ، وحشرة من جلدية الأجنحة ، وخمس حشرات من نصفية الأجنحة ، وأربع حشرات من غمدية الأجنحة، وتسعة عناكب ، جميعها تقوم بالتغذية على دود اللوز القرنفلية فى كاليفورنيا الجنوبية . وجميعها - عدا العناكب - تتغذى على البيضة ، بينما يفضل كل من Orius tristicolor ، *Geocoris punctipes* العمر اليرقى الأول إضافة للبيضة . وتستطيع المفترسات الكبيرة والعناكب فقط افتراس اليرقات الكبيرة . واعتمادًا على الدراسات المعملية . . يمكن ترتيب مفترسات البيض ، تبعًا لمدى فاعليتها على النحو التالى :

١ - العمر اليرقى الثانى *Chrysopa carnea*

٢ - الحشرات الكاملة لكل من : *Collops marginellus*
Geocoris punctipes
Notoxus calcaratus
Nabis americoferus
O. tristicolor

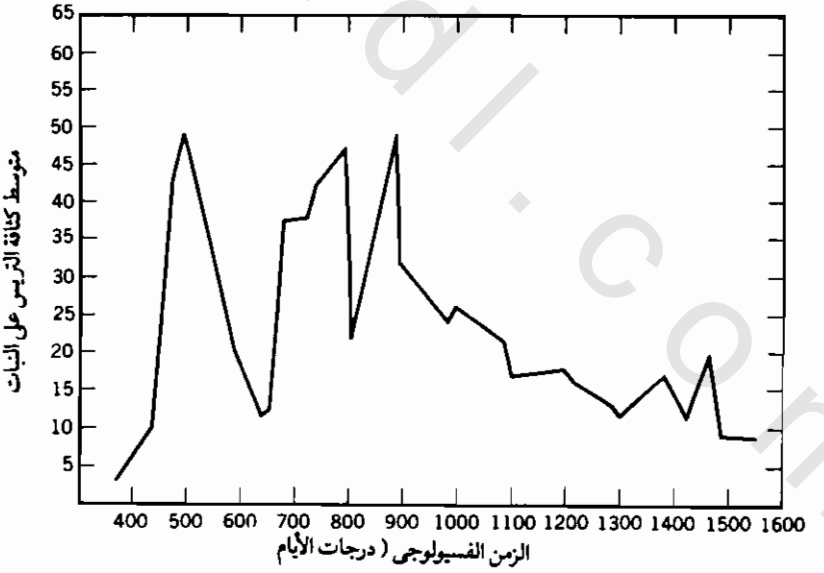
وفى دراسات الأقفاص الحقلية ، أوضح Irwin وآخرون عام (١٩٧٤) أن الحشرات الكاملة لكل من *Spanagonicus albofasciatuss N. Calaratus* تعتبر مفترسات غير فعالة على بيض دودة اللوز القرنفلية . وأكثر المفترسات كفاءة وفاعلية هى *N. americoferus* ، *G. pallens* ، والتى تصل كثافتها الحقلية الطبيعية إلى ١ و ٣ لكل نبات على الترتيب . بينما نادراً ما تصل كثافة المفترس الفعال C. carnea الحقلية أعلى من واحد لكل نبات ، وقد أضاف Hennebarry و Clayton عام (١٩٨٥) مفترسات *Collops vittatus* و *Hippodamia convergens* إلى القائمة . وهذه المجموعة من المفترسات قادرة على القضاء على أكثر من ٩٠ ٪ من بيض دودة اللوز القرنفلية ، والذى وضع صناعيًا على النبات (Henneberry و Clayton عام ١٩٨٢) .

ولسوء الحظ - ومع الاستخدام الهائل للمبيدات الحشرية على مساحات كبيرة من حقول القطن فى الجنوب الغربى - فإن تأثير المفترسات على موت ديدان اللوز القرنفلية يكون محدودًا . والمفترسات السابق الإشارة إليها غير قادرة على الحياة بأعداد كافية ، فى ظل الرش الوقائى للمبيدات الحشرية ؛ حيث يقل معدل الموت الكافى لمنع الفقد الاقتصادى .

الاكاروسات Spider Mites

توجد ثلاثة أنواع من الأكاروسات مسئولة عن أغلب الضرر الناجم عن الأكاروسات فى القطن بالولايات المتحدة الأمريكية . وكل من أكاروس الفراولة *Tetranychus tuikestani* ، والأكاروس ذى البقعتين *T. urticae* ، والأكاروس الباسفيكى T. pacificus يسود فى فترات مختلفة من الموسم ، ولو أنه يمكن ملاحظة أى منهم أو الثلاثة خلال موسم نمو القطن . وأدى الاتجاه إلى كثافة استخدام المبيدات البيروثريدية إلى تفاقم خطورة وأهمية العناكب الحمراء ، ليس فى ولاية كاليفورنيا وحدها ، وإنما فى مناطق كثيرة من العالم . والعناكب الحمراء ليست كغيرها من آفات القطن ؛ حيث إن لها القدرة على زيادة تعدادها بكثافة رهيبة . وعند افتراض توقف دور عوامل الموت الحيوى والطبيعى فإن أنثى واحدة خصبة تخرج من التربة فى بداية الموسم تؤدى إلى إنتاج أعداد من الأكاروسات كافية لإحداث ضرر اقتصادى فى المحصول (L. T. Wilson نتائج غير منشورة) . وعمومًا . فإن معقد المفترسات قادر على بقاء كثافة تعداد العناكب الحمراء ، فى مستويات أقل من المستويات الاقتصادية للضرر .

ومازال مفهومنا عن العوامل الأولية المسئولة عن انتشار الأكاروس محدودًا ، وقد قرر Gonzalez وآخرون عام (١٩٨٢) أن انتشار البقة ذات الأعين الكبيرة ، والبقة الصغيرة يرتبط بانتشار الأكاروس ، مع أنه لا يوجد أى من هذه المفترسات بكثافة عالية وكافية فى بداية الموسم لمنع زيادة تعداد الأكاروس ، ووصوله إلى المستويات الاقتصادية للضرر . وقد قرر أيضًا كل من Gonzalez وآخرون عام (١٩٨٢) ، Gonzalez و Wilson (عام ١٩٨٢) أن الأطوار غير الكاملة من تريس الأزهار الغربى *Fiankliniella accidentalis* تتغذى بنشاط على بيض أكاروس *Tetranychus* ؛ حيث يتجمع بيض الأكاروس . وفى الدراسات التى أجريت خلال الفترة من ١٩٧٨ إلى ١٩٨٤ .. فإن تربس الأزهار الغربى يعتبر من أكثر مفصليات الأرجل انتشارًا فى القطن ، ويصل إلى قمة انتشاره قبل تكوين الوسواس ، أو فى المراحل الأولى من تكوينه . وخلال فترة تزايده .. لا يظهر أى مفترس آخر بشكل مؤثر ، وقد وجد D. Gonzalez (نتائج غير منشورة) و Trichilo عام (١٩٨٦) أن تربس الأزهار مفترس شره Voraccous للأكاروسات ؛ حيث إن عمر الحورية الثالث قادر على إحداث ضرر لحوالى ٧٠ بيضة أكاروس خلال فترة ٢٤ ساعة ، تحت الظروف المعملية .

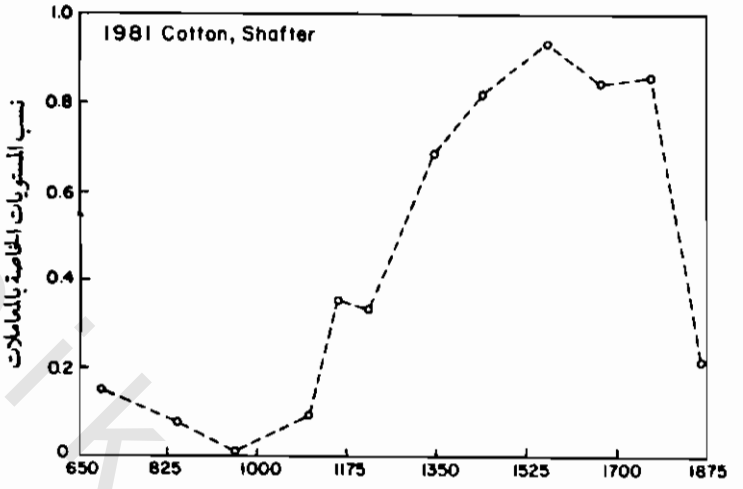


شكل (٧-٤) : الوفرة الموسمية لتريس الأزهار الغربى فى قطن وادى سان جواكوين .

والكثافة العالية من التريس (شكل ٧-٤) ، مع الكفاءة العالية فى التغذية لهذا النوع لا تعادل قدرته فى خفض تعداد الأكاروس فى بداية أو منتصف الموسم . وأوضحت تجارب القمع باستخدام المفترسات ، والتى أجريت على نطاق واسع فى كاليفورنيا فى الفترة من ١٩٨١ إلى ١٩٨٤ أن استخدام المبيد الحشرى واسع التأثير يقلل من الكثافة العددية للتربس وغيره من المفترسات ، وتؤدى إلى تنشيط زيادة تعداد الأكاروس فى خلال ٢-٣ أسابيع من المعاملة (D. Gonzalez و L. T. Wilson نتائج غير منشورة) .

وتعطينا مثل هذه التجارب معلومات مفيدة عن نمو وتطور الحدود الاقتصادية الحرجة للإصابة بالأكاروس على القطن (Ellington وآخرون عام ١٩٨٤ ، و Wilson وآخرون عام ١٩٨٣ ، و Wilson عام ١٩٨٦) . وبدرجة الأهمية نفسها . . فإنها تستطيع قمع اقتدار الأعداء الحيوية . ومن أكثر العناصر صعوبة فى السيطرة على الآفة هى التنبؤ بإمكانية إحداث الآفة للضرر الاقتصادى فى المستقبل . وحشرتا Heliothis ، والليجس على سبيل المثال من الحشرات سريعة الحركة ، ولها مدى عوائل واسع ، ومع كل حقل مستقبل ، فإنه ليس بالضرورة وجود نظام معين من التعداد . وعلى العكس من ذلك ، فإن العناكب الحمراء لها نظام موحد ؛ حيث إن نظام تعدادها يبدأ فى الزيادة ، ثم فى النقصان بعد ذلك (شكل ٧-٥) ؛ مما يساعد على التنبؤ بالتعداد بدقة (انظر الباب الخامس شكل ٥-١٢) .

وقد قرر Wilson وآخرون عام (١٩٨٥) أنه باستخدام معدل زيادة العنكبوت الأحمر فى بداية الموسم ، يمكن التنبؤ بالتعداد بدرجة عالية من الدقة لمدة ٥ أسابيع ؛ حينما يظهر مستوى إصابة اقتصادى . وهذه الطريقة للانحدار النسبى البسيط تساعد على إمكانية تقييم العائد المخطط من جميع عوامل الموت ، دون إدخال درجة كفاءة المفترس ، رغم أهميتها فى بعض الآفات التى تم مناقشتها قبل ذلك . وإذا كان معدل زيادة تعداد الأكاروس يزيد عن مستوى الضرر (Wilson عام ١٩٨٦) . . فإن ذلك يعنى أن عوامل الموت غير كافية ، وأن الفقد الاقتصادى من المحتمل أن ينتج نقص فى الحالات مستقبلاً ، طالما لم تبدأ عمليات السيطرة المناسبة .



شكل (٧-٥) : عدة مظاهر للإصابة بالعنكبوت الأحمر فى قطن وادى سان جواكوين (L.T. Wilson و D. Gonzalez نتائج غير منشورة) .

آفات اخرى Other Pests

قام Whitcomb و Beil عام ١٩٦٤ بإجراء مجموعة من الملاحظات عن الأعداء الحيوية للآفات ، مثل من القطن (*Aphis gossypii*) ، ودودة ورق القطن (*Alabama orgillaceci*) ، والتربس . وتوضح الملاحظات أن دور الأعداء الحيوية على بعض الآفات الثانوية للقطن ، يشمل دور *Telenemus mesillae* ، و *Collops marginellus* ضد البق النتن *Stink bug* .

وساهمت هذه الأعداء الحيوية بحوالى ٦١,٤ ٪ موت لحشرة The pentatomid *Euschistus impitriveatris* فى حقول القطن بأريزونا (Clancy عام ١٩٤٦) . واقترحت دراسات جدول الحياة بواسطة Ehler وآخرين عام ١٩٧٣) ، و Ereleens وآخرون عام (١٩٧٣) أن بعض مفترسات الـ Heliothis من النوع نفسه ، تسبب معظم الموت على حشرات *Trichoplusia ni* ، *Cabbage looper* ، وبديدان البنجر الجياشة *Spodoptera exigua* ، The beet armyworm ، وتشمل هذه المفترسات كلاً من : *C. carnea* و *N. americoferus* و *G. pallens* و *O. tristicolor* . تصل معدلات

الافتراس على دودة ورق القطن - بعد ٤٨ ساعة من التعريض لمجموعة المفترسات المحلية - إلى ٨٨,٧ و ٨٨,٤ ٪ بالنسبة للبيض واليرقات الصغيرة على الترتيب (Gravena وSterling عام ١٩٨٢) . وتتشابه مجموعة المفترسات لدودة ورق القطن مع مجموعة مفترسات حشرات Heliothis ، وغيرها من حشرات حرشفية الأجنحة ، التى تعيش فى النظام البيئى للقطن ، مع أن العناكب الحمراء تعتبر مفترسات سائدة ليرقات دودة ورق القطن ، بينما تسود المفترسات السابقة لرتبة نصفية الأجنحة على البيض .

مكافحة مفصليات الأرجل بالميكروبات

Arthropod Control with Microbials

تهاجم آفات القطن بعديد من الميكروبات ، مثل : البكتريا والبروتوزوا ، والفطر والركستيا (Falcon عام ١٩٧١) . ولو أن هذه الميكروبات قد تلعب دورًا فى مكافحة الآفات . . فإن كثافتها ليست دليلاً فى اتخاذ قرارات السيطرة على الآفات ، مع أن هناك بعض الاعتماد على فيروس ديدان الكرنب نصف قياسة فى برامج السيطرة على الآفات . وعمومًا . . فإن ديدان الكرنب نصف قياسة يمكن مكافحتها بهذا الفيروس ، قبل حدوث فقد أو ضرر اقتصادى (National Academy of Sciences عام ١٩٧٥) .

وتطبق الميكروبات مثل *Bacillus thuringiensis* والفيروس البولى هيدروسيس النووى فى الحقل ، فى صورة مستحضرات تجارية ، مثل : المبيدات الحشرية فى برامج السيطرة على حشرات Heliothis فى مناطق كثيرة من العالم . والميزة الرئيسية لاستخدام مسببات الأمراض الميكروبية فى مكافحة الآفات أنها لا تسبب أى أضرار ، أو تحدث أضرارًا بسيطة للأعداء الحيوية ، ولكن يبدو أنه عائدها الناتج من التطبيق غير واضح (Bell عام ١٩٨١) .

وقد ركزت الجهود فى الماضى على زيادة تأثير مسببات أمراض مفصليات الأرجل بتعريف أنواع جديدة لها ، واستنباط سلالات مؤثرة ، وتحسين مستحضرات الرش ، واستحداث طرق تطبيق جديدة للمسببات المرضية (Bell عام ١٩٨٣) ، ولم تحقق هذه المجهودات النجاح الملحوظ . وإحدى طرق استخدام الميكروبات ، هى إيجاد الوسائل لاستكشاف التعداد الطبيعى لمسببات الأمراض ، كوسيلة سيطرة للتنبؤ بالعائد على تعداد آفات مفصليات الأرجل .

المكافحة الطبيعية لمسببات الأمراض النباتية :

Natural Control of Plad Pathogens

منذ قديم الزمان . . استخدم الإنسان المكافحة البيولوجية لمسببات الأمراض النباتية ، من خلال العمليات الزراعية مثل استخدام البقوليات فى دورة المحاصيل وتنظيف الحقل من البقايا ، واستخدام التسميد العضوى . وتؤدى هذه العمليات إلى التخريب البيولوجى ، وإيقاف الكائنات الحية المرضة . وتهدف المكافحة البيولوجية مباشرة إلى استخدام المسبب المرضى ، أو العمل من خلال تعديلات فى العائل ليعطى إمكانات غير محدودة ؛ لتقليل المكافحة البيولوجية لمسببات الأمراض النباتية يمكن أن تمثل ركنًا داخل نظام السيطرة على المحصول والآفة . ويمكن توقع إختلاف أهميتها النسبية باختلاف الأمراض ؛ حيث تبدو سيادتها فى بعض الحالات ، بينما تختفى أهميتها فى حالات أخرى ، هذا . . بينما - بمقاييس أخرى - تكون طريقة مكافحة فعالة وغير مكلفة .

وتبحث المكافحة الحيوية لمسببات الأمراض النباتية عن إيجاد حل من وجهة نظر حفظ وصيانة الإتزان الحيوى داخل النظام البيئى ، وتعتبر جزءًا من الزراعة الحديثة . وتقدم المكافحة وسائل قوية لتحسين صحة وإنتاجية النباتات بإيقاف أو تدمير العدوى بالمسبب المرضى ، وحماية النباتات من العدوى أو زيادة قدرة النباتات على مقاومة المسببات المرضية.

المفاهيم والتقنيات Concepts and Mechanisms

قسمت تقنيات المكافحة الحيوية للمسببات المرضية للنبات إلى ثلاثة أقسام ، هى :

١ - خفض انتقال العدوى باستخدام كائنات حية دقيقة ، مضادة للمسبب المرضى المستهدف.

٢ - حماية أسطح العائل النباتى بالمضادات Antagonists .

٣ - السيطرة على عدم التوافق الفسيولوجى بين العائل والمسبب المرضى ، من خلال التغيرات الوراثية فى العائل ، أو بالتطعيم بأى كائن حى غير مسبب للأمراض (Baker عام ١٩٦٨ ، و Baker و Cook عام ١٩٧٤ ، و Cook و Baker عام ١٩٨٣) .

وقد تكون مضادات مسببات الأمراض النباتية متوطنة أو غير محلية (Garrett عام ١٩٦٥) . والمضادات غير المحلية عبارة عن منتجات مجهزة ، تطبق على التربة والبذور أو النبات ؛ لمكافحة المسبب المرضى . أما المضادات المحلية فهى جزء من الكائنات الحية الدقيقة الطبيعية المتوطنة فى التربة ، أو على الجذور والأوراق والثمار ، أو أى أجزاء نباتية أخرى . ويتم إتزان الكائنات الحية الدقيقة فى النظام البيئى الزراعى كنتيجة لعمليات التضاد : مثل المنافسة Competition ، والتضاد الحيوى Antibiosis (وتشمل إيقاف الفطريات Fungistasis ، والاستغلال Exploitation ، وفرط التطفل Hyperparasitism). وجميع هذه الأنواع من التضاد تحدث بشكل عام ؛ خاصة فى التربة ، وجميعها قد تؤثر على نشاط الكائنات الحية الدقيقة الممرضة للنبات . وعلى سبيل المثال . . فإن فطريات التربة الممرضة قد تتعرض لمسببات إيقاف نمو الفطريات والمواد المسببة للتضاد الحيوى (والتى قد تثبط النمو الخضرى) والمنافسة من كائنات أخرى للاستيطان فى المادة العضوية بالتربة ، والذى يعتمد عليها الفطر كمصدر للطاقة لتكاثره - والتطفل بكائنات حية أخرى على تركيبات خضرية وبقائية (فرط التطفل) (Papavizas و Lumsden عام ١٩٨٠) .

ويشير فرط التطفل إلى مكافحة الكائنات الحية الممرضة بكائنات حية دقيقة أخرى أو الفيروسات ، والتى تتطفل على أو تضاد المسبب المرضى . وأفضل الحالات المعروفة عن فرط التطفل تشمل كلاً من البكتيريوفاج Bacteriophages ، والطفيليات الفطرية Mycoparasites ، والنيماتودا الملتهمة للفطريات Nematophagous Fungi . وظهرت حماية الأسطح النباتية باستخدام المضادات ، والسيطرة على عدم توافق المسبب المرضى للعامل كإستراتيجية ضرورية ؛ لأن مسببات الأمراض النباتية عمومًا توجد فى اتصال وثيق مع عوائلها ، ويستكمل معظمها دورة حياته داخل العائل النباتى . وبوضوح . . فإن العائل له نظام بيولوجى خاص به ، ويجب أن يؤخذ هذا فى الحسبان ، عند إجراء المكافحة البيولوجية لهذه المسببات المرضية .

والتضاد الحيوى Antibiosis هو أكثر التقنيات المعروفة ، التى قد تسبب خمولاً أو عدم نشاط أو تدميرًا للمسببات المرضية للنبات ، والتى تعيش فى التربة ؛ بحيث يمنع إنبات هذه المسببات المرضية . وقد ينتج التضاد الحيوى فى التربة أيضًا من انبعاث المواد المسببة لإيقاف نمو الفطريات أو انطلاق الأبخرة المثبطة . وإذا لم تثبط أعضاء تكاثر الفطريات

بالتضاد ، أو انخفض تعدادها إلى أقل من الحدود الحرجة الاقتصادية فى حالة الخمول أو أثناء الإنبات . . فإن المكافحة البيولوجية قد تكون ممكنة فى منع بعض العمليات أو الوظائف. ويشمل ذلك تحلل الخلايا Lysis ، أو التطفل على المسيليوم ، أو وقف إنتاج الجراثيم ، أو خفض القدرة على إحداث المرض Hypovirulence ، والوقاية المشتركة (Garrett عام ١٩٦٥ ، و Baker عام ١٩٦٨ ، و Baker و Cook عام ١٩٧٤ ، وPapavizas ، و Lumsden عام ١٩٨٠ ، و Cook و Baker عام ١٩٨٣) . والفيروسات أو التراكيب الشبيهة المتخصصة للمسبب المرضى قد تقلل القدرة على إحداث المرض ، والقدرة على الهجوم أو العدوانية Aggressiveness ، والقدرة البقائية للمسبب المرضى (Ghabrial عام ١٩٨٠) .

وافترض Bird عام (١٩٨٢) أن الكائنات الحية الدقيقة (البكتريا والفطر والاكتينومايستيس) ، والتى تعيش فى الأنسجة النباتية وأسطح الجذور (كائنات تعيش معيشة تكافلية) لها دور رئيسى فى مقاومة الأمراض والحشرات ، وهى تحت المكافحة الوراثية للعائل. وقد تؤثر مكونات إفراز البذور والجذور فى صنف القطن المقاوم (MAR) اختياريًا على مستويات تعداد البكتريا والاكتينومايستيس فى البيئة المحيطة للجذور ، أو حول سطح الجذور (Batson عام ١٩٧٢) ، و Tsai و Bird عام ١٩٧٥ ، و Bush عام ١٩٨٠) .

لاحظ كل من Bird وآخرين عام ١٩٧٩ ، و El-Zik وآخرين عام (١٩٨٥) أن تركيزات الكائنات التى تعيش معيشة تكافلية ، والمرتبطة بأجزاء النبات (الأوراق - الأطراف - الوسواس) موجودة بمستوى أعلى فى الصنف MAR عن الأصناف الأخرى (انظر الفصل الثامن) . ومن أهم الكائنات الحية ذات المعيشة التكافلية بكتريا Bacillus ، والتى أمكن تميزها إلى مزرعة ذات لون أبيض ، ناعمة الملمس Smooth White (SW) ، أو ذات لون أبيض خشنة الملمس Rough White (RW) تنمو فى بيئة آجار ، تسمى بيئة Allen's Soil extract agar . وحديثًا عرفت البكتريا (SW) بأنها *Bacillus megaterium* ، وعرفت بكتيريا (RW) بأنها (*B. Cereus* وآخرون عام ١٩٨٧) . وعرف أن الكائنات الحية التكافلية المعزولة من Tamcot (CAMD-E) تؤثر على استجابة العائل لمسبب مرض اللفحة البكتيرى *Xanthomonas campestris* pr *malvacearum* (Bird وآخرون عام ١٩٧٩ ، و El-Zik وآخرون عام ١٩٨٣) ، والمسببات المرضية للبذور

Phymatotrichum omnivorum (Bird وآخرون عامى ١٩٧٩ ، ١٩٨٠) وسوسة اللوز (Benedict وآخرون عام ١٩٧٩) .

وقد استعرض تفصيلاً كل من Baker (١٩٦٨) ، Baker و Cook عام (١٩٧٤) ، Papavizas و Lumsden عام (١٩٨٠) ، Cook و Baker عام (١٩٨٣) ، Baker عام (١٩٨٥) المكافحة الحيوية ، وأساسيتها وتقنيتها . وتم استعراض قدرة المكافحة الحيوية للأمراض النباتية على السطح الملاصق للمجموع الخضرى Phylloplane حديثًا بواسطة Blackeman و Fokkema عام (١٩٨٢) ، Windles و Lindow عام (١٩٨٥) .

وسائل المكافحة الحيوية للمسببات المرضية للقطن

Approaches to Biological Control of Cotton Pathogens

يمكن اعتبار المكافحة الحيوية للمسببات المرضية للقطن - عن طريق خفض كثافة العدوى- بأنها مساوية للمكافحة الحيوية للحشرات، والتى تسمى الخفض فى تعداد الحشرات لمستوى الحد الحرج المقبول اقتصاديًا Economically acceptable threshold leuels .

وتم عزل عديد من الاكتينومايسيتس والبكتريا والفطريات من التربة والأسطح النباتية ولوحظ أن بعضها له القدرة كوسائل للمكافحة الحيوية . وتحت ظروف المعمل - وفى ظروف نمو محكمة - فإن دورها وأداءها يكون جيدًا ، ولو أن عددًا كبيرًا منها يفشل فى مكافحة الأمراض تحت الظروف الحقلية .

وركزت الأبحاث الحديثة على استخدام الميكروبات المعزولة من البيئة المحيطة بالجذور Rhizosphere ، وحول أسطح الجذور Rhizoplane كوسائل بيولوجية لمكافحة المسببات المرضية للبذور والبادرات ، وقد عرف Hagedorn وآخرون عام (١٩٨٥) ١٧ جنسًا مختلفًا من البكتريا من البيئة المحيطة بالجذور ، وحول أسطح الجذور وقاموا باختيار عديد من العزلات من هذه الأجناس على القطن النامى فى الحقل ، وتمكنوا من المكافحة البيولوجية ضد مسببات أمراض الجذور والبادرات ، مثل : فطرى *Phythium ultimum* و *Rhizoctonia solani* .

وتعتبر أنواع Gliocladium مضادات مستوطنة فى التربة ، تقلل من تعداد الفطريات . وقد وجد Howell عام (١٩٨٢) أن *G. Virens* يتطفل على فطر *R. Solani* ، ويثبط

فطر *P. ultimum* بالتكافل Antibiosis ويقل مرض ذبول بادرات القطن Damping-Off ، عندما يوجد المضاد فى التربة مع البذرة .

وقد حصل Howell و Stipanovic (عامى ١٩٧٩ ، ١٩٨٠) على إنبات أفضل لبادرات القطن بمعاملة البذرة ، بسلالات من Pseudomonas Fluorescens معزولة أصلاً من المنطقة المحيطة لجذور بادرات القطن ، ومعاملة بذور القطن بسلالة PF_5 من فطر P. fluorescens تحسّن من حياة البادرة من ٣٠ إلى ٧٩ ٪ ، ومن ٢٨ إلى ٧١ ٪ فى التربة المصابة بكل من فطرى *R. solani* ، *P. ultimum* على الترتيب . وعمومًا . . فإن المضادات تكون مؤثرة ضد عديد من المسببات المرضية ، أو سلالات المسبب المرضى ، ولو أن هذه المضادات يمكن أن تظهر درجات عالية من التخصص . وقد عزل Howell وStipanovic عامى (١٩٧٩ ، ١٩٨٠) مضادين حيويين من مجموعة Chlorinated Phenylpyrrole ، من فطر *P. fluorescens* . ويثبط المضاد الحيوى Pyrrolnitrin فطر *R. Solani* خارج الجسم in Vitro ، ولكنه غير فعال ضد فطر *P. ultimum* ، كما أن للمضاد الحيوى Pyolutearin قدرة تثبيطية عالية ضد فطر *P. ultimum* ، ولكنه غير فعال على فطر *R. solani* . وتعطى معاملة بذور القطن بالمضادات الحيوية منفردة تحسينًا فى الإنبات ، وتقلل بذول البادرات فى التربة المصابة بفطرى *R. solani* و *P. ultimum* على الترتيب .

ويكون المضاد الحيوى Pyrrolnitrin أيضًا فعالاً ضد فطريات *Thelaviopsis basicola* ، *Verticillium dahliae* ، *Alternaria* spp. . وقد وجد Elad وآخرون عام (١٩٨٢) أن تغطية بذرة القطن بفطر *Trichoderma hamatum* ، أو *I. herzianum* تقلل من ذبول بادرات القطن فى الاختبارات الحلقية . واختار Yin وآخرون عامى (١٩٥٧ ، ١٩٦٥) فى الصين بكتريا *Streptomyces sp.* من ٤٠٠٠ عزلة من الاكتيتومايسيتس ، تم عزلها من جذور القطن والبرسيم ، على أساس التضاد الحيوى ، خارج جسم الكائن الحى in vitro لفطرى *R. solani* ، *V. alboatrum* واستخدمت هذه المزرعة (سلاسة ٥٤٠٦) على مساحة ١٥ مليون أكر قطن ، خلال مدة تزيد عن ٣٠ عامًا ، وقد أعطت زيادة فى نمو المحصول (Cook و Baker عام ١٩٨٣) .

وفى السنوات الحديثة اتجه كثير من الاهتمام إلى فطريات الميكروهيزال Mycorrhizal Fungi ، والتى وجد أنها تعطى حماية مؤثرة للجذور ضد فطريات التربة ، مثل : فطريات Phytophthora ، و Phythium ، و Fusarium ، بالإضافة إلى ذلك . . فإن فطريات الميكورهيزال تزيد من امتصاص الفوسفور وغيره من المواد المغذية إلى النبات ، وعموما فهى تحسِّن نمو النبات وصحته .

وتحت ظروف متحكم فيها ، يسبب فطر *Thelaviopsis basicola* تقزمًا أقل للقطن والطماطم ، فى وجود الميكورهيزا الداخلية فى الجذور ، مقارنة بالعائل نفسه ، الذى تعانى جذوره من نقص فى الميكورهيزا . وقد وجد Roncadori و Hussey عام (١٩٨٠) أن الميكورهيزا (VA) ، وهما *Gigaspora margarita* ، *Glomus etunicatus* يعتبر كلاهما متكاملاً حيويًا ممتازًا على القطن ، وفى تربة بها محتوى منخفض من الفوسفور قد تحسن نمو النبات فى بداية حياته بمعدل ٦٠٠ ٪ . وعند دراسة تواجد نيماتودا تعقد الجذور مع فطر الميكورهيزا فى البيت المحمى . . فإن التقزم الحادث بواسطة نيماتودا تعقد الجذور ينعدم تمامًا ، ولا يظهر أى تأثير للنيماتودا على الكتلة الحيوية للجذر أو الساق ، ومع أن كلاً من فطرى الميكورهيزا *G. margarita* ، *G. etunicatus* تقلل تمامًا التقزم الحادث بواسطة نيماتودا تعقد الجذور ، إلا أن تأثيراتها على تكاثر النيماتودا مختلفة .

ويقوم فطر الميكورهيزا *G. etunicatus* بالخفض المعنوى لتعداد بيض نيماتودا تعقد الجذور. ووجد Smith وآخرون عام (١٩٨٦) أن فطرى الميكورهيزا *G. intraradices*، *G. margarita* يمكن أن يزيدا من تحمل العائل لنيماتودا تعقد الجذور ، تحت الظروف الحقلية ، وتقلل من شدة الفقد فى المحصول .

وقد لوحظ أن حرث التربة يسبب خفضًا طبيعيًا للأمراض ، وينخفض هذا التأثير ، عندما يؤدى استمرار زراعة الأرض بمحصول حساس إلى نقص حدوث المرض (Shipton عام ١٩٧٧) وتظهر التربة المعقمة Soil Suppressiveness نقصًا طبيعيًا فى وجود المرض (Baker و Cook عام ١٩٧٤ ، Cook و Baker عام ١٩٨٣) .

وقد ظهر أن عديدًا من أنواع مفصليات الأرجل الدقيقة ، التى تعيش فى التربة لها سيادة فى التغذية على الفطريات ، وقد يكون لها دور فى المكافحة البيولوجية للكائنات الحية الدقيقة ، التى تعيش فى التربة . وقد وجد Gurl عام (١٩٧٩) ، و Wiggins و Curl

عام (١٩٧٩) نـوعين من الكـولمبولا ، هـما (*Proisotoma minuta* ، *Onychiurus encarpatus*) تتغذى على هـيئات فطر *R. solani* . ومن المحتمل أن تقـلل كثافة المرض فى منطقة الجذور . بالإضافة إلى ذلك . . فإن الكولمبولا يمكن أن تنقل وتعدى منطقة جذور بادرات القطن بفطريات مثبطة ، وأخرى مسببة للأمراض . وقد قرر Curl عام (١٩٨٢) أنه يمكـن إجراء المكافـحة الحيـوية لمرض ذبول بـادرات القطن قـبل وبعـد الإنبات ، بإضـافة الكولمبولا للتربة بتعداد ٩٠٩ رطل لكل أكر ، تحت الظروف التجريبية .

تعتبر مكافـحة الآفات النيماتودية بالوسائـل البيولوجية إجراءً عمليًا لم يـحقق النجاح حتى الآن ، ولو أن هنـاك مدى واسعًا من المفترسات والطـفيليات تهاجم النـيماتودا . وقد دوَّن Duddington و Wyborn عام (١٩٧٢) حوالى ٥٠ نـوعًا من الفطريات المـفترسة ، التى تأسر أو تقتل النيماتودا فى التربة . وقد قام Van Gundy عام (١٩٧٢) بعرض قائمة، تتضمن ٥٠ نوعًا معـروفًا من الفطريات ، ونوعين من البروتوزوا ، وعـديدًا من اللافقاريات الصغيرة فى التربة ، وجميعها لها القدرة على قتل أو التغذية على النيماتودا .

استعرض Mankau عامى (١٩٨٠ ، ١٩٨١) المكافـحة البيولوجية والميكـروبية للآفات النيماتودية . وقـد أظهرت بكتريا *Bacillus penetrans* نجاحًا كبيرًا كوسيلـة للمكافحة ، ولها دورة حياة ، تتأقلـم - إلى حد كبير - للتطفل على نيـماتودا تعقد الجذور (Mankau عامى ١٩٨٠ ، ١٩٨١) . وأثار الاكتشاف الحديث لعديد من الـفطريات المتطفلة على بيض وحويصلات الـنيماتودا اهتمـامًا كبيرًا كأحد أركـان المكافحة البيـولوجية (Mankau عامى ١٩٨٠ ، ١٩٨١) .

الموقف الحالى للمكافحة البيولوجية لمسببات الأمراض النباتية

Current Status of Biological Control of Plant Pathogens

هناك بعض سبل المكافـحة البيولوجية لمسببات الأمراض النباتـية ، استخدمت جانبًا فى الزراعة ، على الرغم مـن جهود الأبحاث على المدى الطويل فى المعامـل والزيادة الحديثة فى جهود البـحث الصناعى . وأوضح الحـصر العام للاستخـدامات الجارية فى مجال المـكافحة الحيوية تضارب النتائج ، التى تم التوصل إليهـا عند إجراء التطبيق تحت الظروف الحقلية . وبعد اكتشاف واخـتيار وسائل المكافحة البـيولوجية . . فإن كثيرًا من الـعمل ، يلزم إجراؤه يتضمن الاعتبارات المختلفـة لتطبيق الميكروبات المصنعة . والمشكلة الرئيـسية فى التطبيق هى

فى السيطرة على العائل ، وظروف التطبيق ، والوسيلة المستخدمة نفسها ؛ حيث يتعزز نشاط وسيلة المكافحة البيولوجية .

ومضادات مسببات الأمراض النباتية خاملة غير متحركة ، تلامس المسببات المرضية بالصدفة . وعليه . . فإن وسائل المكافحة الحيوية لمسببات الأمراض النباتية يجب أن تعامل مباشرة على المكان ، أو الموقع حيث تحدث العدوى . ويجب أن تكون المضادات بتركيزات عاليه فى أماكن العدوى ، مثل : سطح الورقة لمكافحة المسبب المرضى الذى يصيب الأوراق، أو على البذور أو الجذور لمكافحة المسببات المرضية ، التى تعيش فى الترية . ويتركز الاختلاف الكبير بين مكافحة مفصليات الأرجل والمسببات المرضية بالوسائل الحيوية فى ميكانيكية التأثير على التعداد . وتؤثر المكافحة الحيوية للمسببات المرضية النباتية أساسًا عن طريق المنافسة والتضاد الحيوى ، وأحيانًا فرط التطفل ، بينما تعتمد المكافحة الحيوية للحشرات على الافتراس والتطفل والعدوى بالأمراض . وعديد من الطرق الزراعية الفعالة التى تجرى حاليًا ، يزيد من كفاءة وقدرة المكافحة الحيوية .

ويكمن التحدى فى تعريف وسائل المكافحة الحيوية ومعرفة وفهم ميكانيكية فعلها ، والعوامل الحيوية واللاحيوية التى تؤثر على سلوكها . ويتطلب الأمر دراسات أكثر على ميكانيكية المكافحة الحيوية ، وتداخلاتها مع الوسائل الحيوية واللاحيوية ، وتأثير البيئة . وحاليًا . . فإن مشاكل التطبيق والثبات والتكلفة وفترة تأثير وسيلة المكافحة البيولوجية ، وغيرها من العناصر لم تغط بشكل كاف ؛ حتى يمكن السماح باستخدامها على نطاق تجارى .

المكافحة الطبيعية للحشائش

Natural Control of Weeds

تم إقرار الأساسيات وطرق المكافحة الحيوية للحشائش بشكل جيد ، من خلال الدراسات التى قام بها كل من (Huffaker عام ١٩٥٩ ، Andres عام ١٩٧٧ ، Tampleton وآخرون عام ١٩٧٩ ، Charudattan و Walker عام ١٩٨٢ ، Charudattan عام ١٩٨٢ ، Tampleton عام ١٩٨٣) . وهناك عديد من الأمثلة الناجحة لاستخدام وسائل المكافحة البيولوجية ضد الحشائش ، وتشمل الحشرات آكلة النبات ، ومسببات الأمراض النباتية ، مع أن هناك عديدًا من وسائل المكافحة البيولوجية عالية

التخصص ، والتى تظهر مدى ضيقًا محدودًا فى مكافحة الحشائش بآفة واحدة ، وعلى الرغم من اختيار مسببات الأمراض البكترية والفيروسية للنبات ، إلا أن معظم وسائل المكافحة الميكروبية للحشائش ، والتى تستخدم أو تحت التطوير فى أمريكا الشمالية تندرج تحت مسببات الأمراض الفطرية .

وهناك نجاح محدود فى استخدام الحشرات ومسببات الأمراض النباتية لمكافحة الحشائش فى القطن . وقد يستخدم إكثار عناصر المكافحة البيولوجية ؛ للتغلب على بعض القصور ، ففى المسيسبى تهاجم الفراشة المحلية Bactra verutana حشيشة Cyperus rotundus ، ولكنها تكون غير فعالة ، حينما تدخل الفراشات دور البيات الشتوى . ومع الوقت فإن تعداد الفراشات يزداد كما تزداد الحشيشة قوة ، لدرجة أن تغذية اليرقات لا تستطيع إعاقة نمو الأفرع الجديدة . وقد قرر Frick و Chandler عام (١٩٧٨) أن إطلاق اليرقات والحشرات الكاملة *B. verutana* المرباة بأعداد كبيرة فى حقول القطن ، فى بداية الموسم ، يساعد اليرقات على إيقاف نمو حشيشة السعد ؛ مما يؤدى إلى إنتاج محصول قطن بذرة ، مساوٍ للحقول المعاملة بمبيدات الحشائش أو الخالية من الحشيشة .

وأوضح التقدم الحديث فى المكافحة البيولوجية للحشائش أن مسببات الأمراض النباتية يمكن أن تكافح الحشائش ، فى وجود المحاصيل ، عند الاستخدام الأمثل لها . وقد قرر Walker عام (١٩٨٠) أن مستويات حشيشة *Anoda cristata* تقل بمعدل ٧٥ ٪ بعدوى الأوراق ١٠٠ ٪ عند معاملة فطر *Alternaria macrospora* معاملة واحدة على أوراق البادرات ، عند مستوى ٢-٣ ورقة للبادرة .

ويسبب فطر *Colletotrichum malvarum* مرض الانثراكنوز لحشيشة *Sida spniosa* ، وتعتمد مكافحة هذه الحشيشة بفطر قاتل للحشائش Mycoherbicide ، هو *C. malvarum* فى الحقل على الظروف البيئية وقت إحداث العدوى . ويمكن الوصول إلى أقصى مستوى للمكافحة (٩٠ - ٩٥ ٪) ، عند العدوى على درجة ٢٤ م° ، وظروف سائدة تتسم بالرطوبة لعدة أيام بعد العدوى (Te Beest عام ١٩٨١) . وفى الاختبارات الحقلية . . فإن معاملة واحدة من المعلق الجرثومى (٢ × ٦١٠ جرثومة / ملليلتر) من فطر *C. malvarum* فى سبتمبر بمعدل ٣٧٨ لتر / هتكار ، تقلل كثافة حشيشة *S. spinosa* بمعدل ٩٨ ٪ . ولو أن نتائج الاختبارات النموذجية التى أجريت فى يوليو لم تعط أى نتيجة

فى مكافحة هذه الحشيشة ، مع أى تركيز عدوى مختبر (Te Beest عام ١٩٨١) . وأهم عقبات التوصل للاستخدام المؤثر للمسببات الأمراض النباتية - كوسائل فى المكافحة الحيوية - هى الظروف البيئية ، مثل : الحرارة ، وفترة الرطوبة الحرة اللازمة لإحداث العدوى ، وتطور المرض ، وضرورة تكرار معاملات العدوى لمكافحة بادرات الحشائش التى تنبت باستمرار . وفى الجانب الإيجابى . . فإن الفطر القاتل للحشائش يمكن معاملته بسهولة باستخدام طرق وآلات تطبيق مبيدات الحشائش الكيميائية نفسها .

وجد Orr عام (١٩٨١) أن حشيشة عنب الديب يتم التطفل عليها طبيعيًا بواسطة نيماتودا *Nothanguina phyllobia* ، والتى تؤثر على الحشيشة عن طريق إحداثها لنقص فى نمو وتطور الحشائش ، وقدرتها على إنتاج البذور . وتسبب النيماتودا عدوى للبرقات التى تمضى فترة الشتاء فى التربة أو الموجودة فى الأنسجة النباتية المصابة ، وتهاجم هذه الحشيشة عند الإنبات أو فى أى وقت خلال موسم النمو ، عندما تكون الظروف البيئية مناسبة . وبعد أربع سنوات . . تم مكافحة أكثر من ٨٠ ٪ من هذه الحشيشة ، باستخدام هذه النيماتودا فى حقلين للاختبار (Orr عام ١٩٨١) .

وأعطى استخدام الأوز Geese بنجاح لعدة سنوات مكافحة اقتصادية للحشائش فى حقول القطن ؛ حيث يتغذى الأوز على حشائش جونسون Johnson grass ، وحشائش البرمودا burmuda grass ، وحشيشة السعد والحشائش الحولية ، بينما لا تؤثر على حشيشتى Cocklebur أو Pigweed . وحوالى من ٣ - ٥ أوزة ، عمر ٦ أسابيع لكل أكر كافية لإحداث تأثير فعال (Miller وآخرون عام ١٩٧٧) ، مع أن هناك بعض مشاكل السيطرة التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند استخدام الأوز فى مكافحة الحشائش . وتشمل هذه المشاكل ضرورة توفر مكان نظيف مستمر للشرب والتغذية المكملة ، وتوفر الظل ، والحماية من المفترسات ، ووجود الحواجز .

إن استخدام الحشرات ومسببات الأمراض النباتية فى المكافحة الحيوية اتجاه مثير ، ويمتد بسرعة مذهلة فى علم الحشائش ، وله ميزة وكفاءة فى المعاملات العامة . ويجب أن تتكامل وسائل المكافحة الحيوية للحشائش مع غيرها من استراتيجيات الآفات ونظم السيطرة على المحصول .

نحو مكافحة حيوية تقليدية

TOWARD CLASSICAL BIOLOGICAL CONTROL

قد يحقق إدخال العناصر الخارجية Exotic agents فى المكافحة البيولوجية لأنواع الآفات التابعة لمفصليات الأرجل والحشائش فى القطن قليلاً من النجاح ، أو لا يحققه إطلاقًا إذا استمر تكرار المعاملة بالمبيدات الحشرية واسعة التأثير داخل النظام البيئى للقطن . ويمكن أن يعيش القليل من مفترسات الحشرات والآفات أو النباتات ويحافظ على مستويات ضرورية لمكافحة الآفات الحشرية والعشبية ، إذا تعرضت للرش المتكرر من المبيدات الحشرية. وعليه . . فإن الشرط المسبق لاستخدام المكافحة البيولوجية التقليدية هو تقليل استخدام المبيدات الكيماوية واسعة التأثير على النظام البيئى ، وتقليل عدد الرشات خلال الموسم إلى أقل حد ممكن . ولا يعتبر التخلص السريع لكل المبيدات الحشرية من مناطق إنتاج القطن أمرًا مقبولاً من الناحية الاقتصادية . وتفرط بعض مناطق القطن مثل الأودية الصحراوية المنخفضة بكاليفورنيا في استخدام مبيدات الآفات (Van den Bosch عام ١٩٧٨) . هل يمكن إيقاف استعمال المبيدات الحشرية فورًا من هذه المناطق ؟ من المحتمل أن يؤدى الضرر الناجم عن ذلك الإيقاف إلى كارثة ؛ إذ يعتمد المزارعون فى مناطق إنتاج القطن المضطربة على استخدام الكيميائيات فى الحصول على محصول عالٍ من القطن . وعليه . . فإنه إذا اختار مجموعة من المزارعين تغير نظام إنتاج القطن ، من خلال الاستخدام المكثف للمبيدات ليحل محل مكافحة الآفات بتوليفة مناسبة من مبيدات الآفات والمكافحة الكيميائية المتعلقة Chemically rational system ، وتحت هذا النظام فإن استخدام المبيد الحشرى يجب أن يتكامل بشكل ما ؛ بحيث يقلل تأثير المبيدات على الأعداء الحيوية المحلية.

إكثار او زيادة الاعداء الحيوية Augmentation of Natural Enemies

نظريًا . . فإن إكثار أو زيادة الأعداء الحيوية لمكافحة آفات القطن ؛ خاصة *Heliothis* Spp. ، تقدم طريقة لا تؤثر أو تدمر الأعداء الحيوية التى تنظم تعداد الآفات ، والتى يمكن أن تحل محل المبيدات الحشرية ، عند تطور ظاهرة مقاومة الآفات لفعل المبيدات (Ridgway وآخرون عام ١٩٧٣) . ومع أن هذا ممكن من ناحية التقنية (Ridgway و Morrison عام ١٩٨٥) . . فإن الجدوى الاقتصادية نادرًا ما تم دراستها

بالولايات المتحدة الأمريكية . وقد استعرض King وآخرون عام (١٩٨٥) مشاريع الإكثار لحوالى ٢٩ نوعًا مختلفًا فى وصوله إلى هذا الاستنتاج الخاص بالناحية الاقتصادية . وأكثر تخصيصًا . . فقد قرروا أنه ليس من الجدوى السيطرة على حشرات *Heliothis* Spp. فى القطن ، بواسطة عمليات الإكثار عن طريق إطلاق الترايكوجراما *Trichograma pretiosum* ، وهو أحد المشروعات الطموحة بالولايات المتحدة الأمريكية (Stinner عام ١٩٧٧) . وتوضح المراجع الأخرى فى مجال الإكثار (Ridgway و Morrison عام ١٩٨٥ ، Ridgway و Vinson عام ١٩٧٦) جدوى طريقة الإكثار فى دول الاتحاد السوفيتى والصين ؛ حيث تتوفر الأيدى العاملة الرخيصة . ومع أن بعض الطفيليات والمفترسات يمكن شراؤها فى الولايات الأمريكية ، إلا أن علماء الحشرات لا يوصون باستخدامها فى حقول القطن . وعليه . . فإن طريقة الإكثار فى المكافحة البيولوجية لآفات مفصلية الأرجل فى القطن ، يمكن أن تجرى على نطاق ضيق بالولايات المتحدة ، ولكن ينتظر التطبيق الواسع فى المستقبل القريب ، مع إنتاج طرق رخيصة للتطبيق والإنتاج الواسع للأعداء الحيوية بتكلفة معقولة .

تجديد البيئة Restoration Ecology

وبالنسبة للمزارع . . فإنه لكى يأخذ سيزة من سبل مكافحة الآفات الحشرية للقطن بوسائل غير كيميائية . . فإن بعض النظم البيئية الزراعية للقطن سوف تحتاج إلى ما يسمى بالتحديد أو إعادة الحيوية Restoration . ومن السهل للمزارع استخدام استراتيجية (المكافحة الطبيعية) للتغير إلى الإستراتيجية الكيماوية . ولو أن الإتجاه إلى استراتيجية عدم استخدام المبيدات الحشرية Non insecticidal strategy ، بعد الاستخدام المكثف للمبيدات الحشرية قد يصبح أمرًا صعبًا . وقد يستغرق الأمر فترة طويلة حوالى ٣ سنوات ، حتى تستعيد الأعداء الحيوية الموجودة فى الطبيعية كامل قدرتها ، بعد المعاملة المتكررة للمبيدات الحشرية واسعة التأثير (Bartlett عام ١٩٦٤) . وقد تكون استعادة وتجديد كفاءة الأعداء الحيوية مستحيلة فى التجمعات ، التى تجاورها مناطق استخدام استراتيجية الاستخدام المكثف للمبيدات الحشرية .

يمكن إيقاف المقاومة لفعل المبيدات الحشرية عمومًا من الوصول إلى محصول عال وربحية بتطبيق برنامج الاستخدام المكثف للمبيدات الحشرات لمكافحة الآفات . ولو أنه

- لسبب ما - قد تفقد المبيدات الحشرية تأثيرها ؛ مما يدفع المزارعين فى بعض المناطق إلى الإتجاه لنظام إنتاج القطن باستخدام تطبيقات قليلة من المبيدات ، أو قد يصل الأمر إلى التوقف عن استخدام المبيدات الحشرية . والسؤال الوثيق الصلة بالموضوع ، هو : كيف يمكن دعم المكافحة الطبيعية ، أو زيادة تأثيرها عند الحاجة ، وفى الوقت نفسه تقليل أخطار الفقد فى المحصول ؟ .

غالبًا ما يعتمد مزارعو كاليفورنيا وتكساس على المكافحة الطبيعية وحدها وفى العادة يتسم اللجوء إلى وسائل المكافحة ، خلال فترات معينة من موسم النمو . ولمساعدتهم فى عملية اتخاذ القرار ، يمكن للمزارعين أخذ عينات دورية من الآفات والأعداء الحيوية فى حقول القطن ؛ لتقدير إذا ما كانت الأعداء الحيوية الكافية متوفرة لمنع فقد غير مقبول Unacceptable lossese بالآفات (Sterling عام ١٩٨٤) . ويضيف هذا التكتيك تكلفة إضافية لأخذ العينات مع تكاليف الإنتاج . وعليه . . فإنه بالنسبة لأخذ العينات كجدوى تكتيكية ، فهى تعطى منافع اقتصادية وبيئية ، تزيد عن تكاليف أخذ العينات . وفى ظل برامج السيطرة المتكاملة للآفات فى القطن ، تستخدم الخدمة الشفوية Lip service ، فى نظام أخذ العينات ، واستخدام الأعداء الحيوية . ولكن عندما تتوفر مستويات من الآفة غير مؤثرة لمساعدة متخذ القرار . . فإن معظم قرارات السيطرة تعتمد على كثافة الآفات ، مع الاهتمام غير الكافى لكثافة الأعداء الحيوية . وعلى العكس من ذلك . . فمن المحتمل أن القرار الذى يتم اتخاذه بواسطة بعض المزارعين لزراعة القطن ، دون استخدام المبيدات الحشرية يتم اتخاذه أوتوماتيكيًا Automatically أو تلقائيًا ، دون النظر لكثافة الأعداء الحيوية أو الآفة . وهذا القرار لا يمكن أيضاً اعتباره قرارًا مناسبًا ، وقد يكون أكثر نفعًا عند توفر معلومات عن كثافة الأعداء الحيوية أو الآفات .

مع تحديد الدور الحقيقى للأعداء الحيوية فى النظام البيئى الزراعى للقطن ، والمستويات غير المؤثرة الفعالة ، التى تتيح الفرصة لدور الأعداء الحيوية . . فإن قرارات السيطرة غالبًا ما تتحسن بحصر وتقدير الأعداء الحيوية ؛ للتنبؤ بعائدها على أنواع الآفات . ولو أن هذا التكتيك لا يعتبر مجزيًا للمزارعين ، الذين يختارون نهاية المدى التكتيكى ، فإن هناك حالات قليلة فى حقول القطن ، يمكن التنبؤ بها بمستوى عالٍ من القبول والإدراك ، على الرغم من أن إحدى خصائص حقول القطن والكائنات الحية الحيوانية والنباتية المرتبطة بها

- والتى يمكن التنبؤ بها بدرجة عالية - هى إمكانة وجود تغير ثابت . تزيد أو تنقص النباتات النامية أو الميتة ، ومفصليات الأرجل ومسببات الأمراض النباتية والحشائش فى العدد، ومن ثم تتغير الظروف الجوية لا يمكن أن يكون هناك عامان بالكيفية نفسها ، بالنظر إلى نمو النبات وديناميكية تعداد الآفة والطقس . وعليه . . فإنه ليس من المناسب تنفيذ تطبيقات أوتوماتيكية لتكتيكات الإنتاج . وللوصول إلى القرارات المناسبة . . فإن توفر معلومات حقيقية سوف يكون أمرًا محددًا وحرجًا ، وعليه . . فإن أخذ العينات للحصول على معلومات مؤكدة ، تتضمن كثافة الأعداء الحيوية ، سوف يساعد فى تأكيد قرارات السيطرة على الآفات .

المكافحة البيولوجية التقليدية Classical Biological Control

لا يوجد عدو حيوى لسوسة اللوز ، تم استيراده واستيطانه فى الولايات المتحدة الأمريكية (Cabe عام ١٩٨٥) . ولم يحقق أى عدو حيوى النجاح ضمن ١٥ نوعًا من الحشرات الآكلة للحشرات ، والتى تم استيرادها وإطلاقها ضد *Heliothis* Spp. (Johnson وآخرون عام ١٩٨٦). والشىء نفسه حدث للآفات الرئيسية الأخرى للقطن . وعلى سبيل المثال فإن تسعة أنواع على الأقل من المتطفلات تم إدخالها إلى الولايات المتحدة الأمريكية ؛ لمكافحة دودة اللوز القرنفلية ، ولم يستوطن أو يستقر أى من هذه المتطفلات (Clausen عام ١٩٧٨) . ولو أنه يوجد تأثير لبعض وسائل الأعداء الحيوية ، التى تم إدخالها فى حقول القطن لمكافحة الآفة . . إلا أن خطورة الفشل تبدو عالية ، ويرجع ذلك - إلى حد كبير - إلى فترات عدم استقرار محصول القطن ، واستخدام المبيدات الحشرية الواسعة التأثير لمكافحة الآفات ، وقد تزداد معدلات نجاح الإدخال بنظافة النظام البيئى للتقليل أو التخلص من التلوث بالمبيدات الحشرية فى التجمعات ، التى تجرى فيها عمليات الإطلاق . وتبعًا لما قرره Beirne عام (١٩٧٥) . . فإن معدل استقرار الأعداء الحيوية التى تم إدخالها فى المحاصيل الحولية الكندية حوالى ١٦ ٪ ، ويبدو سطحيًا أن الاحتمال المنخفض نفسه لنجاح الاستقرار يمكن حدوثه فى النظام الزراعى البيئى للقطن .

الخاتمة CONCLUSION

تسبب جميع آفات القطن ضررًا كبيرًا للمحصول فى غياب الأعداء الحيوية . ومن المناسب عمومًا ألا يتم نمو القطن بنجاح دون حدوث عائد للأعداء الحيوية الطبيعية ، والتى تشمل المفترسات والطفيليات ومسببات الأمراض (Van den Boach و Hagen عام ١٩٦٦) ، مع أن المنفعة الكاملة للأعداء الحيوية لا يمكن إدراكها فى ملايين الأكارات من القطن النامى فى العالم ، والتى تعتمد دائمًا على مبيدات الآفات الكيماوية فى المكافحة ، ويمكن أن يؤدى الاستخدام الحكيم للأعداء الحيوية إلى خفض أثر المبيدات على البيئة ، كما يحقق منفعة اقتصادية للمزارعين على المدى الطويل .

وتكمن ميزة استخدام الأعداء الحيوية ، إضافة إلى الاعتماد الكامل على الكيماويات ، فى أن الأعداء الحيوية المحلية المنتشرة طبيعيًا فى حقول القطن سوف تتضاعف ذاتيًا ، ويمكن أن تكون ذات تأثير ملحوظ ، ولن يكون لها تأثير ملوث على النظام البيئى ، كما أنها لا تكلف المزارع على الإطلاق . ولإدراك ميزة استخدام الأعداء الحيوية . . فإن هناك حاجة ماسة لتعريف الأعداء الحيوية الرئيسية لكل آفة ، ولتحقيق مستويات عديمة التأثير مع قرارات السيطرة على الافة . وتستخدم هذه المعلومة ، مع ضرورة أخذ برامج الاستكشاف فى الاعتبار ، ووجود نماذج وبرامج الحاسب الآلى للتنبؤ ، وهذه المعلومات سوف تساعد فى تحديد توقيت التدخل من عدمه ، فى ديناميكية الآفات وأعدائها الحيوية ، دون وجود مخاطرة ، أو فى وجود مخاطر محدودة على مزارع القطن .

REFERENCE

Adkisson, P. L. 1971. Objective use of insecticides in agriculture, in J. E. Swift (ed.), *Agircultural Chemicals-Harmony or Discord for Food, People, Environment*. Univ. Calif. Div. Sci. Agric. Publ. pp. 43-51.

Adkisson, P. L. 1973. The principles, strategies, and tactics of pest control in cotton. in P. W. Geiter, L. R. Clark, D. J. Andeson, and H. A, Nix (eds.), *Insects: Studies in Population Management*. Ecol. Soc. Aust. Mem. I. Ecological Socity of Australia, Canberra. pp. 274-283.

Agnew, C. W. and W. L. Sterling. 1981. Predation of boll weevils in partially open cotton bolls by the red imported fire ant. *Southwest. Entomol.* 6:215-219.

Andres, L. A. 1977. The biological control of weeds, in J. D. Fryer and S. Matsunaka (eds.), *Integrated Control of Weeds*. University of Tokyo Press, Tokoy, pp. 153-174.

Anon. 1985. 1983 *Texas Pescitide Use*. Tex. Agric. Exp. Stn. Rep. D-283. 24 p.

Baker, R. 1968. Mechanism of biological control of soil-borne pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 6:236-294.

Baker, R. 1985. Biological control of plant pathogens: definitions, in M. A. Hoy and D. C. Herzog (eds.), *Biological Control in Agricultural IPM Systems*. Academic Press, Inc., Orlando, Fl. pp. 25-39.

Baker, K. F. and R. J. Cook. 1974. *Biological Control of Plant Pathogens*. W. H. Freeman and Company, Publisher, San Francisco, CA. 433 pp.

obeikandl.com

Barnes, G., J. J. Kimbrough, and M. L. Wall. 1977. *Cotton Insect Management Program.* Ark. Agric. Ext. Serv. Leafl. 52.

Bartlett, B. R. 1964. Integration of chemical and biological control, in P. DeBach (ed.), *Biological Contol of Insect Pests and Weeds.* Reinhold Publishing Corporation, New York, pp. 489-511.

Batson, W. E., Jr. 1972. Interrelationships among resistances to five major diseases and seed, seedling and plant characters in cotton. Ph. D. dissertation, Texas A&M University, College Station, TX. 125 pp.

Beirne, B. P. 1975. Biological control attempts by introductions against pest insects in the field in Canada. *Can. Entomol.* 107:225-236.

Bell, M. R. 1981. The potential use of microbials in *Heliothis* management, in W. Reed and V. Kimble (eds.), *International Workshop on Heliothis Management.* ICRISAT Publication, Patancheru, India. pp. 137-146.

Bell, M. R. 1983. Microbials agents, in R. L .Ridgway, E. P. Lloyd, and W. H. Cross (eds.), *Cotton Insect Management with Special Reference to the Boll Weevil.* USDA Agric. Handb. 589. pp. 129-151.

Benedict, J. H., L. S. Bird, and C. Liverman. 1979. Bacterial flora and MAR cottons as a boll weevil resistant character. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 228-230.

Bird, L. S. 1982. The MAR (multi-adversity resistance) system for genetic improvement of cotton. *Plant Dis.* 66:172-176.

Bird, L. S.,C. Liverman, R. G. Percy, and D. L. Buch. 1979. The mechnaism of multi-adversity resistance cotton: Theory and results. Proc. *Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 226-228.

Bird, L. S., Liverman, P. Thaxton, and R. G. Percy. 1980. Evidence that micro-organisms in and on tissues have a role in a mechnaism of multiadversity resistance cotton. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 283-285.

Blackeman, J. P. and N. J. Fokkema. 1982. Potential for biological control of plant disease on the phylloplane. *Annu,.Rev. Phytopathol.* 20:167-192.

Bush, D. L. 1980. Variation in root leachate and rhizosphere-rhizoplane microflora among cultivars representing different levels of multi-adversity resistance in cotton. Ph. D. dissertation. Texas A&M University. College Station, TX. 271 pp.

Cate, J. R. 1985. Cotton: status and current limitations to biological control in Texas and Arkansas, in M. A. Hoy and D. C. Herzog (eds.), *Biological Control in Agricultural IPM Systems.* Academic Press, Inc., Orlando, FL pp. 537-556.

Charudattan, R. 1985. The use fo natural and genetically altered strains of pathogens for weed control in M. A. Hoy and D. C. Herzog (eds.), *Biological Control in Agricultural IPM Systems.* Academic Press, Inc., Orlando, FL pp.347-372.

Charudattan, R.and H. L. Walker (eds.). 1982. *Biological Control of Weeds with Plant Pathogens.* John Wiley & Sons, Inc., New York, 293 pp.

Clancy, D. W. 1946. Natural enemies of some Arizona cotton insects. *J. Econ. Entomol.* 39:326-328.

Clancy, D. W. and H. D. Pierce. 1966. Natural enemies of some lygus bugs. *J. Econ. Entomol.* 59:853-858.

Clark, F. E. 1942. *Experiments toward the Control of the Take-All Disease of Wheat and the Phymatotrichum Root Rot of Cotton.* U.S. Dep. Agric. Tech. Bull. 835. pp. 1-27.

Clausen., C. P. (eds.). 1978. *Introduced Parasites and Predators of Arthropod Pests and Weeds: A World Revirew.* USDA Agric. Handb. 551 pp.

Cook, R. J. and K. F. Baker. 1983. *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens.* The American Phytopathological Society, St. Paul. MN. 539 pp.

Curl, E. A. 1979. Effects of mycophagous coolemboola on *Rhizoctonia solnia* and cotton seedling disease, in B. Schipers and W. Gams (eds.), *Soilborne Plant Pathogens.* Academic Press, Inc. (london) Ltd., London. pp. 153-269.

Curl, E. A. 1982. The rhizosphere: relation to pathogen behavior and root disease. *Plant Dis.* 66:624-630.

Dean, D. A., W. L. Sterling, M. Nyffeler, and R. G. Breene. 1987. Foraging by selected spider predators on the cotton fleahopper and other prey. *Southwest. Entomol.* 12:263-270.

DeLoach, C. J. and J. C. Peters. 1972. Effect of strip-planting vs. solid planting on predatores of cotton insects in southeastern Missouri, 1969. *Environ. Entomol.*1:94-102.

Duddington, C. L. and C. H. E. Wyborn. 1972. Recent research on the nematophagous Hyphomycetes. *Bot. Rev.* 38:545-565.

Ehler, l. E., K. G. Eveleens, and R. van den Bosch. 1973. An evaluation of some natural enemies of cabbage looper on cotton in California. *Environ. Entomol.* 39:326-328.

Elad, Y., A. Kalfon, and I. Chet. 1982. Control of *Rhizoctonia solani* in cotton by seed coating with *Trichoderma* sp. spores. *Plant Soil* 66:279-281.

Ellington, J., A. G. George, H. m. Kempen, T. A. Kerby, L. Moore, B. Brooks Taylor, and L. T. Wilson (tech. coords.).1984. *Integrated Pest Management for Cotton in the Westren Region of the United States*. Univ. Calif. Div. Agric. Nat. Resour. Publ. 3305. 144 pp.

El-Zik, K. M., L. S. Bird, C. Liverman, P. Thaxton, G. R. Lazo, and R. G. Percy. 1983. Resistance to bacterial blight caused by treatments of symbiotic bacteria from MAR cottons. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 35-36.

El-Zik, K. M., L. S. Bird, M. Howell, and P. M. Thaxton. 1985. Symbiotic organisms associated with plant parts of multi-adversity resistance (MAR) and non-MAR cottons. *Phytopatholoty* 75:1344.

Eveleens, K. G., R. van den Bosch, and L. E. Ehler. 1985. Secondary outbreak induction of beet armyworm by experiemental insecticide applications in cotton in California. *Environ. Entomol.* 2:497-503.

Ewing, K. P. and H. J. Crawford. 1939. Egg parasites of the cotton flea hopper.*J. Econ. Entomol.*32:303-305.

Falcon, L. A. 1971. Microbial control as a tool in integrated control programs, in C. B. Huffaker (ed.), *Biological Control*. Plenum Press, New York, pp. 346-364.

Falcon, L. A., R. van den Bosch, j. Gallagher, and A. Davidson. 1971. Investigation of the pest status of *Lygus hesperus* in cotton in central Claifornia. *J. Econ. Entomol.* 64:65-61.

Fillman, D. A. and W. L. Sterling. 1983. killing power of the red imported fire ant, (Hym.: Formicidae): a key predator of the boll weevil, (Col.: Curculionidae). Entomophaga. 28:339-344.

Fillman, D. A. and W. L. Sterling. 1985. Inaction levels for the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hym.: Formicidae): a predator of the boll weevil, *Anthonomus grandis* (Col.: Curculionidae). *Agric. Ecosyst. & Enivron.* 13:93-102.

Fletcher, R. K. and F. L. Thomas. 1943. Natural control of eggs and first instar larvae of *Heliothis armigera. J. Econ. Entomol.* 36:557-560.

Frick, K. E. and J. M. Chandler. 1978. Augmenting the moth (*Bactra verutana*) in field plots for early-season suppression of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Weed Sci.* 26:703-710.

Fye, R. E. 1979. *Cotton Insect Populations: Development and Impact of Predators and Other Mortality Factors.* U.S. Dep. Agric. Tech. Bull. 1592. 61 pp.

Fye, R. E. and W. C. McAda. 1972. *Laboratory Studies on the Development, Longevity, and Fecundity of Six Lepidopterous Pests in Cotton in Arizona.* U.S. Dep. Agric. Tech. Bull. 1454. 73 pp.

Garrett, S. D. 1965. Toward biological control of soil-borne plant pathogens, in K. F. Baker and W. C. Snyder (eds.), *Ecology of Soil-Borne Plant Pathogens.* University of California Press, Berkeley, CA. pp. 4-17.

Ghabrial, S. A. 1980. Effects of fungal viruses on their hosts. *Annu. Rev. Phtopathol.* 18:441-461.

Gonzalez, D. and L. T. Wilson. 1982. A food-web approach to economic thresholds: a sequence of Pest/ predaceous arthropods on California cotton. *Entomophaga* 27:31-43.

Gonzalez, D., B. R. Patterson, T. F. Leigh, and L. T. Wilson. 1982. Mites: a primary food source for two predators in San Joaquin Valley cotton. *Calif. Agric.* 36:18-20.

Gravena, S. and W. L. Sterling. 1983. Natural predation on the cotton leafworm (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Econ. Entomol.* 76:779-784.

Hagedorn, C., W. D. Gould, and T. R. Bardinelli.1985. Characterization of the bacterial populations associated with the cotton rhizosplane. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 31-32.

Hartstack, A. W. and W. L. Sterling. 1986. *Texas Cotton Fleahopper Model: Version 2-Basic*. Tex. Agric Exp. Stn. Misc. Publ. MP 1595. 68 pp.

Hartstack, A. W. and W. L. Sterling. 1988. *The Texas Cotton Insect Model-TEXCIM User's Guide* ver.2.3 Tex. Agric Exp. Stn. Misc. Publ. MP-1646 37 pp.

Hartstack, A. W., J. A. Witz, and R. L. Ridgway.1975. Suggested applications of a dynamic *Heliothis* model (MOTHZV-1) in pest management decision making. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 118-122.

Henneberry. T. J. and T. E. Clayton. 1982. Pink bollworm: seasonal oviposirion, egg predation, and square and boll infestations in relation to cotton plant development. *Environ. Entomol.* 11:663-666.

Henneberry. T. J. and T. E. Clayton. 1985. Consumption of pink bollworm (Lepidotra: Gelechiidae) and tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) eggs by some predators commonly found in cotton fields. *Environ. Entomol.*14:416-419.

Herrera Aranguena, J. M. 1965. Investigations of mirids of the genus *Rhinacloa*, Improtant agents in the control of *Heliothis virescens* on cotton. *Rev. Peru. Entomol.* 8:44-60.

Hinds, W. E. 1907. *Some Factors in the Natural Control of the Mexican Cotton Boll Weevil.* U.S. Dep. Agric. Bur. Entomol. Bull. 74. pp. 1-779.

Hornby, D. 1983. Suppressive soil. *Annu. Rev. Phytopathol.* 21:65-85.

Howell, C. R. 1982. Effect of *Gliocladium virens* on *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani*, and dampingoff of cotton seedlings. *Phytopathology* 72:496-498.

Howell, C. R. and R. D. Stipanovic. 1979. Control of *Rhizoctonia solani* on cotton seedlings with *Pseudomonas fluorescens* and with an antibiotic produced by the bacterium. *Phytopathology* 69:480-482.

Howell, C. R. and R. D. Stipanovic 1980. Suppression of *Pythium ultimum* induced dampingoff of cotton seedlings by *Pseudomonas fluorescens* and its antibiotic, pyoluteorin. *Phytopathology* 70:712-715.

Howell, M. L., L. S. Bird, K. M. El-Zik, and P. M. Thaxton. 1987.Indentification of three bacteria associated with plant tissues of Tamcot CAMD-E. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 35.

Huffaker, C. B. 1959. Biological control of weeds with insects. *Annu. Rev. Entomol.* 4:251-76.

Hunter, W. D. and W. D Pierce. 1912. The Maican Boll Weevil: *A Summary of the Investigations of This Insect up to Dec. 31. 1911*. U.S. Dep. Agric. Bur. Entomol. Bull. 114. 188 p.

Irwin, M. E., R. W. Gill, and D. Gonzalez. 1974. Field-cage studies of native egg predators of the pink bollworm in southern Califonria cotton. *J. Econ. Entomol.* 67:193-196.

Jackson, R. M. 1965. Antibiossi and fungistasis of soil microorganisms, in K. F. Baker and W. C. Snyder (eds.), *Ecology of Soil-Borne Plant Pathogens*. University of California Press, Berkeley. CA. pp. 363-373.

Johnson, S. J., H. N. Pitre, J. E. Powell, and W. L. Sterling. 1986. Control of *Heliothis* spp. by conservation and importation of natural enemies, in S. J. Johnson, E. G. King, and J. R. Bradley, Jr. (eds.), *Theory and Tactics of Heliothis Population Management: Cultural and Biological Control*. South. Coop. Ser. Bull. 316. pp. 132-154.

Jones, D. and W. L. Sterling. 1979. Manipulation of red imported fire ants in a trap crop for boll weevil suppression. *Environ. Entomol.* 8:1073-1077.

King, C. J., C. Hope, and E. D. Eaton. 1934. Some microbiological activities affected in manurial control of cotton root rot. *J. Agric. Res.* 49:1093-1107.

King, E. G., R. J. Coleman, J. R. Phillips, and W. A. Dickerson. 1985. *Heliothis* spp. and selected natural enemy populations in cotton: a compersion of three insect control programs in Arkansas (1981-1982) and North Carolina. *Southwest. Entomol. Suppl.* 8:71-98.

Leigh, T. F. and D. Gonzalez. 1976. Field cage evalution of predators for control of *Lygus hesperus* Knight on cotton, *Environ. Entomol.* 5:948-952.

Lingren, P. D., R. L. Ridgway, and S. L. Jones. 1968. Consumption by several common arthropod predators of eggs and larvae of two *Heliothis* species that attack cotton. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 61:518-522.

Lopez, J. D., Jr., R. L. Ridgway, and R. E. Pinnell. 1976. Comparative efficacy of four insect predators of the bollworm and tobacco budworm. *Environ. Entomol.* 5:1160-1164.

Mankau, R. 1980. Biological control of nematode pests by natural enemies. *Annu. Rev. Phytopathol.* 18:415-440.

Mankau, R. 1981. Microbial control of nematode, in B. M. Zuckerman, W. F. Mai, and R. A. Rhode (eds.), *Plant Parasitic Nematodes*. Vol. III. Academic Press, Inc., New York., pp 475-494.

McDaniel, S. G. and W. L. Sterling. 1979. Predator determination and efficiency on *Heliothis virescens* eggs in cotton using 32 p. *Environ. Entomol.* 8:1083-1087.

McDaniel, S. G. and W. L. Sterling. 1982. Predation of *Heliothis virescens* (F.) eggs on cotton in east Texas. *Environ. Entomol.* 11:60-66.

McDaniel, S. G. and W. L. Sterling, D. A. Dean. 1981. Predator of tobacco budworm larvae in Texas cotton. *Southwest. Entomol.* 6:102-108.

Miller, J. H., H. M. Kempen, K. M. El-Zik, D. W. Cudney, B. P. Fischer, and P. Keeley. 1977. *Weed Control in Cotton.* Univ.Calif. Div. Agric. Sci. Leafl. 2991. 19 pp.

Morris, R. F.1965. Contemperaneous mortality factors in population dynamics. *Can. Entomol.* 97:1173-1184.

Mussett, K. S., J. H. Young, R. G. Price, and R. D. Morrison. 1979. Predatory arthropods and their relationship to fleahoppers on *Heliothis*-resistant cotton varieties in southwestern Oklahoma. *Southwest. Entomol.* 4:35-39.

National Academy of Sciences. 1975. *Pest Control: An Assessment of Alternative Technologies.* Vol. 3. *Cotton Pest Control.* National Academy of Sciences, Washington, DC. 139 pp.

Orphanides, G. M., D. Gonzalez, and B. R. Bartlett. 1971. Identification and evaluation of pink bollworm predators in southern California. *J. Econ. Entomol.* 64:421-424.

Orr, C. C. 1981. *Nothanguina phyllobia*, a nematode biocontrol of silverleaf nightshade. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 36-37.

Papavizas, G. C. and R. D. Lumsden. 1980. Biological control of soilborne fungal propagules. *Annu. Rev. Phytopathol.* 18:389-413.

Perkins, P. V. and T. F. Watson. 1972. *Nabis alternatus* as a predator of *Lygus hesperus. Ann. Entomol. Soc. Am.* 65:625-629.

Reinhard, H. J. 1926. *The Cotton Fleahopper*. Tex. Agric. Exp. Stn. Bull. B-339. 32 pp.

Ridgway, R. L. and S. L. Jones. 1968. Field-cage releases of *Chrysopa carnea* for suppression of populations of the bollworm and tobacco budworm on cotton. *J. Econ. Entomol.* 61:892-898.

Ridgway, R. L. and P. D. Lingren. 1972. Predaceous and parasitic arhropods as regulators of *Heliothis* populations, in *Distribution Abundance and control* of Heliothis *Species in Cotton and Other Host Plants*. South. Coop. Ser. Bull. 169. pp. 48-56.

Ridgway, R. L. and R. K. Morrison. 1985. Worldwide perspective on practical utilization of *Trichogramma* with special reference to control of *Heliothis* on cotton. *Souhtwest.. Entomol. Suppl.* 8:190-198.

Ridgway, R. L. and S. B. Vinson. 1976. *Biological Control by Augmentation of Natrual Enemies*. Plenum Press. New York. 480 pp.

Ridgway, R. L., R .K. Morrison, and R. E. Kinzer. 1973. Programmed releases of parasites and predators for control of *Heliothis* spp. on cotton. *Proc. Beltwide Cotton Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 92-94.

Roach, S. H., J. W. Smith, S. B. vinson, H. M. Graham, and J. A. Harding. 1979. Sampling predators and parasites of *Heliothis* species on crops and native host plants, in W. L. Sterling (ed.), *Economic Thresholds and Sampling of Heliothis Species on Cotton, Corn, Soybeans and Other Host Plants*. South.Coop. Ser. Bull. 231. pp. 133-145.

Roncadori, R. W. and R. S. Hussey. 1980. The role of vesicular-buscular mycorrhizae in rootknot nematode infected cotton. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 26-27.

Royama, T. 1981. Evalution of mortality factors in insect life table analysis. *Ecol. Monogr.* 51:495-505.

Shipton, P. J. 1977. Nonoculture and soilborne plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 15:387-407.

Simmonds, F. J. 1948. Some difficulties in determining by means of field samples the true value of parasitic control. *Bull. Entomol. Res.* 39:435-440.

Smith, R. F. and R. van den Bosch. 1967. Integrated control, in W. W. Kilgore and R. L. Doutt (eds.), *Pest Control: Biological, Physical, and Selected Chemical Mehods.* Academic Press. Inc., New York. pp. 295-340.

Smith, G. S., R. W. Roncadori, and R. S. Hussey. 1986. Interaction of endomy-corrhizal fungi, superphosphate, and *Meloidogyne incongnita* on cotton in microplot and field studies. *J. Nematol.* 18:208-216.

Sterling, W. L. 1978. Fortuitous biological suppression of the boll weevil by the red imported fire ant. *Environ. Entomol.* 7:564-568.

Sterling, W. L. 1982. Predaceous insects and spiders, in Bohmfalk et al. (eds.), *Identification, Biology and Sampling of Cotton Insects.* Tex. Agric. Ext. Serv. Bull. 933. pp. 25-31.

Sterling, W. L. 1984. *Action and Inaction Levels in Pest Manangement.* Tex. Agric. Exp. Stn. Bull. B-1480. 20 pp.

Sterling, W. L., D. A. Dean, D. A. Fillman, and D. Jones. 1984. Naturaly-occurring biological control of the boll weevil (Col.: Curculionidae). *Entomophaga* 29:1-9.

Stimac, J. L. and R. J. O'Neil. 1985. Integrating influences of natural enemies into models of crop/pest systems, in M. A. Hoy and D. C. Herzog (eds.), *Biological Control in Agricultural IPM Systems*. Academic Press. Inc., Orlando, FL.

Stinner, R. E. 1977. Efficacy of inundative release. *Annu. Rev. Entomol.* 22:515-531.

Sturm, M. M. and W. L. Sterling. 1986. Assessement of boll weevil mortality factors within flower buds of cotton. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 32:239-247.

Tamaki, G., J. U. McGuire, and J. E. Turner. 1974. Predator power and efficacy: a model to evalute their impact. *Environ. Entomol.* 3:625-630.

TeBeest, D. O. 1981. Biological control of weeds in cotton with fungal plant pathogens. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. 36 pp.

Templeton, G. E. 1982. Biological herbicides: discovery, development, deployment. *Weed Sci.* 30:430-433.

Templeton, G. E., D. O. TeBeest, and R. J. Smith, Jr. 1979. Biological weed control with mycoherbicides. *Annu. Rev. Phytopathol.* 17:301-310.

Trichilo, P. 1986. Influence of the host plant on the interaction of spider mites with their natural enemies in a cotton agroecosystem,.Ph. D. dissertation. University of California, Davis, CA.

Tsai, A. H. Y. and L. S. Bird. 1975. Microbiology of host-pathogen interactions for resistance to seedling disease and multiadversity resistance in cotton. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp.39-45.

van den Bosch, R. 1978. *The Pesticide Conspiracy*. Doubleday & Company, Inc., New York. 226 pp.

van den Bosch, R. and K. S. Hagen. 1966. *Predaceous and Parasitic Arthropods in California Cotton Fields*. Calif. Agric. Exp. Stn. Bull. 820. 32 pp.

ven den Bosch, R., T. F. Liegh, D. Gonzalez. and R. E. Stinner. 1969. Cage studies on predators of the bollworm in cotton. *J. Econ. Entomol.* 62:1486-1489.

Van Gundy, S. D. 1972. Nonchemical control of nematodes and root infecting fungi, in *Pest Control Strategies for the Future*, National Academy of Science, Washington, DC. 317 pp.

Walker, H. L. 1980. Spurred anoda (*Anoda cristata* (L) Schelcht) bicontrol with a plant pathogen. *Proc. South. Weed Sci. Soc.* 33:65.

Walker, J. K., G. A. Niles, J. R. Gannaway, R. D. Bradshaw, and R. E. Goldt. 1976. Narrow row planting of cotton genotypes and boll weevil damage. *J. Econ. Entomol.* 69:249-253.

Walker, J. K., J. R. Gannaway, and G. A. Niles. 1977. Age distribution of cotton boll and damage from the boll weevil. *J. Econ. Entomol.* 70:5-8.

Walker, J. K., R. E. Frisbie, and G. A. Niles. 1979. *Heliothis* species in short-season cottons in Texas, In W. L. Sterling (ed.), *Economic Thresholds and Sampling of* Heliothis *Species on Cotton, Corn, Soybeans and Other Host Plants. South. Coop. Ser. Bull.* 231. pp. 31-43.

Watson, T. F. 1980. Methods for reducing winter survival of the pink bollworm, in H.M. Graham (ed.), *Pink Bollworm Control in the Western United States.*USDA-SEA Agric. Reviews and Manuals. Oalkand, CA.

Watson, T. F., F. M. Carasso, D. T. Langston, E. B. Jakson, and D. G. Fullerton. 1978. Pink bollworm supperssion through crop termination. *J. Econ. Entomol.* 71:638-641.

Westphal, D. F., A. P. Gutierrez, and G. D. Bulter, Jr. 1979. Some interactions of the pink bollworm and cotton fruiting structures. *Hilgardia* 47:177-190.

Wheeler. A. G., Jr. 1976. Lygue bugs as facultative predatoes, in D. R. Scott and L. E. O'Keeffee (eds.), *Lygus Bug: Host Plant Interactions*. Proc. Workskop 15th int. Congr. Entomol. University of Idaho Pressm, Moscow, ID. pp. 28-33.

White, J. R. and D. R. Rummel. 1978. Emeregence profile of overwintering boll weevils and entry into cotton. *Environ. Entomol.* 7:7-14.

Whitcomb, W. H. and K. Bell. 1964. *Predacious Insects, Spiders and Mites of Arkansas Cotton Fields.* Ark. Agric. Exp. Stn. Bull. 690. 84 pp.

Whitcomb, W. H. 1967. Field studies on predators of the second-instar bollworm, *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Ga. Entomol.* Soc. 2:113-118.

Whitcomb, W. H. and K. Bell. 1964. *Predaceous Insects, Spiders and Mites of Arkansas Cotton Fields*. Ark. Agric. Exp. Stn. Bull. 690. 84 pp.

Wiggins, E. A. and E. A. Curl. 1979. Interactions of collembola and microflora of cotton rhizosphere. *Phytopathology* 69:244-249.

Wilson, J. A. G. L., R.D. Hughes, and Gilbert. 1972. The responseal cottonto pest attack. *Bull Entomol.* 11 : 301 - 305.

Wilson, L. T. 1982. Growth and development of normal and terminal-damaged cotton plants. *Environ. Entomol.* 11:301-305.

Wilson, L. T. 1985. Estimating the abundance and impact of arthropod natural enemies in IPM systems, in M. A. Hoy and D. C. Herzog (es.), *Biological Control in Agricultural Integrated Pest Management Systems*. Academic Press, Inc., Orlando, FL. pp. 303-322.

Wilson, L. T. 1986. Developing economic thresholds in cotton, in R. Frisbie and P. L. Adkisson (eds.), *CIPM, Integrated Pest Management on Major Agricultural Systems*. Tex. Agric. Exp. Stn. MP 1616. pp. 308-344.

Wilson, L. T. and A. L. Bishop. 1982. Responses of Deltapine 16 cotton, *Gossypium hirsutum* L. to simulated attack by known populations of *Heliohtis* larvae (Lepidoptera: Noctuidae) in a field experiment in Queensland, Australia. *Prot. Ecol.* 4:371-380.

Wilson, L. T. and A. P. Gutierrez. 1980. Within-plant distribution of predators on cotton: comments on sampling and predator efficiencies. *Hilgardia* 48:3-11.

Wilson, L. T. and A. P. Gutierrez, and T, F, Liegh. 1980. Within-plant distribution of the immature of *Heliothis zea* (Boddie) on cotton. *Hilgardia* 48:12-32.

Wilson, L. T., D. Gonzalez. T. F. Leigh, V. Maggi, C. Foristiere, and P. Goodell. 1983. The within-plant distribution of spider mites (Acari :Tetranychidae) on cotton: a developing implementable monitoring program. *Environ. Entomol.* 12: 128-134.

Wilson, L. T., D. Gonzalez, and R. Plant. 1985. Predicting sampling frequency and economic status of spider mites on cotton. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp.168-170.

Wilson, L. T. and A. P. Gutierrez. 1980. Fruit predation submoderl: Heliothis larvae feeding densities on cotton fruiting structures. Hilgardia 48:24-36.

Wilson, L. T. 1986. The compensatory response of crotton to leaf and fruit damage. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 149-153.

Wilson, L. T.,T. F. Liegh, and V. Maggi. 1981. Presence-absence sampling of spider mite densities on cotton. *Calif. Agric.* 35:10.

Wilson, L. T. and P. M. Room. 1983. Clumping patterns of fruit and arthropods in cotton with implications for binomial sampling. *Environ. Entomol.* 12:50-54.

Wilson, L. T. and G. K. Waite. 1982. Feeding pattern of Australian *Heliothis* on cotton. *Environ. Entomol.* 11297-300.

Wilson, L. T. and F. D. Wilson. 1975. Comparison of an x-ray and a green boll technique for screening cotton for resistance of pink bollworm. *J. Econ. Entomol.* 68:636-638.

Wilson, L. T., F. D. Wilson, and B. W. George. 1979. Mutants of Gossypium hirsutum: effect on pink bollworm in Arizona. *J. Econ. Entomol.* 72:216-219.

Windels, C. E. and S. E. Lindow. 1985. *Biological Control on the Phylloplane*. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN. 169 pp.

Yin, S. Y., D. C. Keng, K. Y. Yang, and D. Cheu. 1957. A further study on the biological control of verticillium wilt of cotton. *Acta Phytopathol. Sin.* 3:55-16.

Yin. S. Y., J. K. Ghange, and P. C. Xun. 1965. Studies in machanisms of antagnistic fertilizer "5406". IV. The distribution of the antagonist in siol and its influence on the rhizosphere. *Acta Microbiol. Sin.* 11:259-288.

obeikandl.com