

GROWERTALKS

Pest Management

2/27/2013

Fungus Gnats & Insecticide Resistance

Raymond A. Cloyd & Troy D. Anderson

Insecticides are still the primary means of regulating insect pest populations in greenhouse production systems. However, continual reliance on insecticides or not rotating insecticides with different modes of action may lead to problems associated with resistance. Insecticide resistance refers to the genetic ability of some individuals in an insect pest population to survive an application or applications of insecticides. In short, the insecticide no longer effectively kills a substantial number of individuals in an insect pest population.

pict



ured: Biological controls, like this predatory rove beetle, can help regulate fungus gnat populations, which relaxes “selection pressure” and possibly delay the onset of resistance in fungus gnats.

Resistance occurs at the population level and is an inherited trait. Also, any surviving insect or mite pests may pass traits (genetically) onto their offspring or next generation, thus enriching the gene pool with resistant genes. The amount of “selection pressure,” or frequency of applying insecticides, is the primary factor that influences the ability of an insect pest population to develop and sustain resistance to insecticides. In addition, rapid uniformity and development of resistance may be associated with short generation time of the insect or mite pest and frequency of applications performed by the grower.

Discussions of insecticide resistance are generally focused on the major aboveground insect (and mite) pests of greenhouse-grown horticultural crops, including aphids, thrips, spider mites and whiteflies. However, hardly, if ever, are there discussions involving belowground insect pests such as fungus gnats becoming resistant to insecticides. In fact, little attention has been paid to fungus gnats. This is likely because minimal research has been conducted in determining whether fungus gnat adult and larval populations can become resistant to insecticides. However, there's documented evidence that certain fungus gnat species can develop resistance if exposed to continuous “selection pressure.”

Although insecticide resistance has not been documented in populations of the common fungus gnat species encountered in greenhouses—including *Bradysia impatiens* and *B. coprophila* (which needs to be done)—resistance has been demonstrated for fungus gnat species that attack mushrooms, including *Lycoriella*

castanescens and *L. mali*. These fungus gnat species have developed resistance to diazinon (Knox OUT, which is no longer commercially available for use in greenhouses), permethrin (Astro) and dichlorvos (Vapona). Adults evolved resistance to permethrin due to continuous exposure to the same product.

The resistance mechanism, which was involved in promoting insecticide resistance in fungus gnat populations, was cytochrome P450 mono-oxygenase or P450-mediated oxidative metabolism (an important metabolic enzyme complex responsible for enhancing the development of resistance). In addition, control failures associated with permethrin may have been due to the presence of multiple resistance genes (polygenic). Resistance of *L. mali* adults to both permethrin and dichlorvos, primarily associated with P450-mediated oxidative metabolism, developed over a five to six-year period. Also, the enhancement of MFOs (mixed function oxidases), another complex of enzymes, may have contributed to permethrin and dichlorvos resistance. It's been proposed that a reduction in insecticide applications during the winter months may allow for an increase in the frequency of susceptible genes (alleles), thus enhancing the effectiveness of insecticide applications.

Typically, when growers encounter less-than-adequate regulation with an insecticide, they'll increase the concentration and/or increase the frequency of application. Both instances may exacerbate the potential for resistance developing in not only fungus gnats, but all insect and/or mite pest populations. Therefore, it's imperative to practice proper stewardship of existing insecticides in order to mitigate resistance developing in insect and/or mite pest populations. It's also important to incorporate biological controls, such as predatory mites (*Stratiolaelaps scimitus*), predatory beetles (*Atheta coriaria*) and entomopathogenic nematodes (*Steinernema feltiae*) into management programs designed to regulate fungus gnat populations, which will relax "selection pressure" and possibly delay the onset of resistance in fungus gnat populations.

When using insecticides to regulate fungus gnat populations, especially the larvae, it's important to rotate different insecticide modes of action. Finally, studies are needed to determine the extent of insecticide resistance in fungus gnat populations in greenhouse production systems. **GT**

Raymond A. Cloyd is a Professor and Extension Specialist in Horticultural and Entomology/Integrated Pest Management for Kansas State University in Manhattan, Kansas. He can be reached at rcloyd@ksu.edu.

Troy D. Anderson is an Assistant Professor in Insect Toxicology and Pharmacology for Virginia Tech University in Blacksburg, Virginia. He can be reached at anderst@vt.edu.

Moscas de los Hongos y Resistencia a los Insecticidas

Los insecticidas continúan siendo la principal opción para regular las poblaciones de insectos en los sistemas de producción bajo invernadero. Sin embargo, la dependencia continua sobre estos productos, o el no rotarlos con otros insecticidas de diferente modo de acción puede conducir a problemas asociados al desarrollo de resistencia a ellos. La resistencia a los insecticidas se refiere a la capacidad genética de algunos individuos dentro de una población de insectos para sobrevivir a una o varias aplicaciones de insecticidas. En resumen, el insecticida en cuestión ya no es capaz de eliminar eficientemente un número sustancial de individuos de una población plaga.

La resistencia se presenta a nivel de la población y es un carácter hereditario. Adicionalmente, cualquier

insecto o ácaro sobreviviente puede pasar (genéticamente) estos rasgos a su progenie o siguiente generación, enriqueciendo así el banco genético con genes resistentes. La magnitud de la “presión de selección” o frecuencia de aplicación de insecticidas es el principal factor que influye sobre la capacidad de una población de insectos plaga para desarrollar y sostener Resistencia a los insecticidas. Adicionalmente, el desarrollo rápido y uniforme de dicha resistencia puede asociarse con un ciclo de vida corto y con la frecuencia de las aplicaciones de insecticidas.

La discusión en torno a la resistencia a los insecticidas con frecuencia se centra sobre los insectos (y ácaros) plaga que atacan las partes aéreas de las plantas cultivadas bajo invernadero, como son áfidos, trips, arañas y moscas blancas. Sin embargo, es muy rara la consideración de resistencia en plagas asociadas al suelo como las moscas de los hongos. De hecho, en general se ha dedicado poca atención a las moscas de los hongos, posiblemente porque se ha llevado a cabo muy poca investigación para establecer si las poblaciones de este insecto, bien sean larvas o adultos pueden tornarse resistentes a los insecticidas. Sin embargo, existe evidencia documentada de que algunas especies de moscas de los hongos pueden desarrollar resistencia si son expuestas a una “presión de selección” continua.

Aunque la resistencia a los insecticidas no ha sido documentada en poblaciones de las especies de moscas de los hongos comúnmente presentes en los invernaderos—incluyendo *Bradysia impatiens* y *B. coprophila* (y es necesario hacerlo)—sí se ha demostrado en especies que atacan champiñones incluyendo *Lycoriella castanescens* y *L. mali*. Estas especies de moscas de los hongos muestran resistencia al diazinon (Knox OUT, que ya no se encuentra disponible en el mercado para uso en invernadero), la permetrina (Astro) y el dichlorvos (Vapona). Los adultos desarrollaron resistencia a la permetrina como consecuencia de la exposición continua al mismo producto.

El mecanismo de resistencia implicado en las poblaciones de moscas de los hongos es el metabolismo oxidativo de la citocromo P450 mono-oxigenasa o mediado por la P450 (un importante complejo enzimático responsable de fomentar el desarrollo de resistencia). Adicionalmente, la falta de control evidente en la permetrina puede deberse a la presencia de múltiples genes de resistencia (poligénica). La resistencia de los *L. mali* adultos tanto a la permetrina como al dichlorvos, principalmente se asocia al metabolismo oxidativo mediado por la P450, y su desarrollo tomó entre cinco y seis años. Adicionalmente, la promoción de oxidasas de función mixta (MFOs por sus siglas en inglés), otro complejo de enzimas, puede haber contribuido al desarrollo de resistencia a la permetrina y el dichlorvos. Se ha sugerido que la reducción en el número de aplicaciones de insecticidas durante los meses de invierno puede conducir a un incremento en la frecuencia de los genes susceptibles (alelos), lo que mejora la efectividad de los insecticidas.

Cuando los productores se encuentran con que un insecticida ejerce un control menos que óptimo, típicamente aumentan la concentración y/o la frecuencia de las aplicaciones. Ambas instancias pueden exacerbar la potencial aparición de resistencia no solamente en las moscas de los hongos sino en todas las poblaciones de insectos o ácaros. Por lo tanto, resulta imperativo realizar un buen manejo de los insecticidas existentes para mitigar el desarrollo de resistencia en las poblaciones de insectos/ ácaros plaga. También es interesante incorporar controles biológicos como ácaros depredadores (*Stratiolaelaps scimitus*), escarabajos depredadores (*Atheta coriaria*) y nematodos entomopatógenos (*Steinernema feltiae*) a los programas de manejo encaminados a regular las poblaciones de moscas de los hongos, lo que relajará la “presión de selección” y posiblemente demorará la aparición de resistencia en las poblaciones de

moscas.

Al usar insecticidas para regular poblaciones de moscas de los hongos, especialmente larvas, es importante rotar insecticidas con diferente modo de acción. Finalmente, se requieren estudios para determinar la dimensión de la resistencia presente en las poblaciones de moscas de los hongos en cultivos bajo invernadero. **GT**

Raymond A. Cloyd es Profesor y Especialista en Extensión en Manejo Integrado de Plagas y Entomología aplicados a la Horticultura en la Universidad Estatal de Kansas en Manhattan, Kansas, Estados Unidos. Puede ser contactado en el correo rcloyd@ksu.edu. Troy D. Anderson es Profesor Asistente en Toxicología y Farmacología de Insectos de Virginia Tech University en Blacksburg, Virginia, Estados Unidos. Puede ser contactado en anderst@vt.edu.