

Jacobs, Alexandra¹; Bischoff, Gabriela¹; Büttner, Carmen²; Pestemer, Wilfried²

Julius Kühn-Institut, ¹ Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Berlin; ² Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Institut für Gartenbau, Fachgebiet Phytomedizin, Berlin

Rückstandsverhalten von ausgewählten Pflanzenschutzmitteln in/auf Kartoffelpflanzen und Bienen

Zusammenfassung

Im Kartoffelanbau kann bei einem Massenbefall mit Blattläusen so viel Honigtau produziert werden, dass dieser besonders in Trachtlücken von Bienen gesammelt wird. Werden solche Pflanzenbestände mit einem bienengefährlichen Mittel behandelt, kann das Sammeln des Honigtaus zu Bienenvergiftungen führen. In Käfigversuchen mit Bienenvölkern sollen Fragen zur Wirkung, zum Rückstandsverhalten und zur Lagerstabilität von ausgewählten Pflanzenschutzmitteln auf verschiedenen Kulturen und Bienen beantwortet werden. Die Versuche wurden im Gewächshaus in 1 m x 2 m x 1 m großen Käfigen mit vierfacher Wiederholung je Variante (behandelt/unbehandelt) durchgeführt. In jeden Käfig wurden jeweils 30 Kartoffelpflanzen in Töpfen gestellt. Die Bienen (etwa 1000 Individuen) befanden sich in Minibeuten außerhalb der Käfige und konnten über Plexiglasröhren nur die Käfige befliegen. Der Honigtau wurde mit Zuckerlösung (50%ig) simuliert, die vor der Applikation auf die Pflanzen gespritzt und durch tägliches Befeuchten den Bienen zugänglich gehalten wurde. Es gab zwei Versuchsvarianten. Für die erste Variante wurden die Bienen nach viertägiger Adaptionszeit mit frisch applizierten Kartoffelpflanzen konfrontiert. In einem zweiten Versuch wurden Pflanzen in die Käfige gestellt, deren Behandlung 7 Tage zurückliegt. In den Versuchen des Jahres 2008 wurde das Präparat Dantop® (Wirkstoff Clothianidin) verwendet. Im Jahr 2009 erfolgte aufgrund erster Ergebnisse der chemischen Analyse eine Verfeinerung des Versuchsaufbaus. Außerdem wurde in einem weiteren Versuch das Präparat Plenum 50WG® verwendet. Die Bienenverluste wurden einmal täglich während der gesamten Versuchszeit (einschließlich Adaption) erfasst. Alle Bienen werden rückstandsanalytisch auf Clothianidin bzw. Pymetrozin untersucht. Das gleiche gilt für die Waben. Zu festgelegten Zeitpunkten wurden allen Käfigen frische Kartoffelpflanzen für die Rückstandsanalysen entnommen. Frisch behandelte Pflanzen wurden direkt nach Applikation geerntet und wie auch vergiftete Bienen für einen zuvor definierten Zeitraum im Freien gelagert (nass bzw. trocken), um die Stabilität der Wirkstoffe unter diesen Bedingungen zu ermitteln. Während der Adaptionszeit wurde in beiden Varianten (Kontrolle/Behandlung) ein täglicher Verlust von 11-13 Bienen pro Volk beobachtet. Nach Kontakt mit den frisch behandelten Kartoffelpflanzen stiegen die Verluste am Tag nach Applikation auf durchschnittlich 123 Bienen pro Volk an. Die Verluste in den Kontrollvölkern blieben über den Versuchszeitraum gleich. Die chemische Analyse der Versuche in denen Clothianidin verwendet wurde, zeigte eine durchgehend hohe Lagerstabilität dieses Wirkstoffes.

Krengel, Sandra; Freier, Bernd

Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Kleinmachnow

Die Temperatur - Eine bedeutende Driving variable in Populationen der Marienkäfer *Coccinella septempunctata* und *Harmonia axyridis*

The temperature - an important driving variable in populations of *Coccinella septempunctata* and *Harmonia axyridis*

Zusammenfassung

Marienkäfer stellen eine der wichtigsten Gruppen natürlicher Gegenspieler von Blattläusen in Getreide dar. Derzeit sind in Winterweizenbeständen vorwiegend die beiden einheimischen Arten *Coccinella septempunctata* und *Propylea quatuordecimpunctata* sowie die seit einigen Jahren invasive Art *Harmonia axyridis* vertreten. Es gibt Hinweise, dass sich im Rahmen einer erwarteten globalen Erwärmung das prädatorische Potential und die interspezifischen Beziehungen dieser Arten zueinander verändern werden. Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der genaueren Analyse des derzeit vorhandenen Wissens zu dieser Thematik und der Identifikation existierender Wissenslücken bezüglich des Einflusses der Temperaturveränderungen auf die Coccinelliden und ihre regulativen Effekte. Dabei wurde der kybernetische Ansatz des Compartmentnetzes verwendet. Das heißt, die Populationen der Marienkäfer wurden in Compartments eingeteilt und ihnen die wichtigsten Prozesse (State variables) zugeordnet. Da jeder Prozess unterschiedlich durch die Temperatur als „Driving variable“ beeinflusst wird, ist es notwendig, diesen Zusammenhang für jeden einzelnen Prozess zu ermitteln. Die bisherigen Untersuchungen und Literaturrecherchen ergaben dabei erste Anzeichen einer relativen Ähnlichkeit der Reaktionen der Arten *Coccinella septempunctata* und *Harmonia axyridis* auf eine Erhöhung der Temperatur. Jedoch ist unser Wissen hierzu noch sehr lückenhaft. Es mangelt vor allem an vergleichenden Untersuchungen. Voneinander abweichende Versuchsbedingungen, wie beispielsweise verwendete Temperaturregime, Nahrungsqualität und -quantität sowie Versuchsdauer, erschweren zudem die Sekundärauswertung der Literatur. Ein weiterführendes Versuchsprogramm wird durchgeführt.

Stichwörter: *Coccinella septempunctata*, *Harmonia axyridis*, natürliche Gegenspieler, prädatorisches Potential, globale Erwärmung

Abstract

Ladybirds are one of the most important groups of natural enemies of aphids in cereals. Currently, the endemic species *Coccinella septempunctata* and *Propylea quatuordecimpunctata* as well as the since a couple of years invasive *Harmonia axyridis* colonize wheat fields. There is indication that the expected global warming will change the predatory potential and the intraguild relationships of these species. The present study deals with the analysis of currently existing knowledge on this topic and identification of existing knowledge gaps concerning the influence of elevated temperatures on coccinellids and their regulatory effects. The compartment network approach was used. That means, the population of each coccinellid was divided into different compartments and the most important state variables were determined for each compartment. Because the effect of temperature on each state variable varies, the determination of these relationships is necessary for each state variable separately. Previous investigations and collected data from literature showed indications of a relative similarity of the reactions of the two species *Coccinella septempunctata* and *Harmonia axyridis* to elevated temperature. However, our knowledge about that influence is still very incomplete. In particular, there is a deficiency of comparative investigations. In addition divergent investigation conditions such as temperature regime used, nutrition quality and quantity as well as duration of investigation complicate the secondary analysis of data from literature. A further investigation program is implemented.

Keywords: *Coccinella septempunctata*, *Harmonia axyridis*, natural enemies, predatory potential, global warming

Einleitung

Die Temperatur ist eine bedeutende Einflussgröße (Driving variable) für populationsdynamische Prozesse von Coccinelliden, die bei Blattläusen an Getreide sehr wichtige natürliche Gegenspieler darstellen. Ziel der vorliegenden Studie war es, mithilfe der Aufbereitung existierender Daten aus Publikationen und bisherigen Untersuchungen den derzeitigen Wissenstand zur Wirkung der Temperatur als Driving variable in den Populationen der einheimischen Art *Coccinella septempunctata* und der invasiven Art *Harmonia axyridis* auf steigende Temperaturen zu beleuchten und Wissenslücken, die einem weiteren Forschungsbedarf unterliegen, aufzuzeigen. Die Planung und Durchführung weiterer, auf die Fragestellung und aufeinander abgestimmter, Untersuchungen soll es anschließend ermöglichen, diese Lücken zu schließen. Besondere Beachtung sollen dabei die vergleichenden Betrachtungen der Reaktionen dieser beider Arten bekommen.

Material und Methoden

Als geeigneter methodischer Ansatz, um dieser Fragestellung nachzugehen, erschien der systemanalytische Ansatz. Dieser kybernetische Ansatz findet beispielsweise auch bei der Erstellung von Simulationsmodellen Anwendung (Gosselke et al. 2001). Dazu muss das System, in diesem Falle die Coccinellidenpopulation, zunächst als Compartmentnetz strukturiert werden (Abbildung 1).

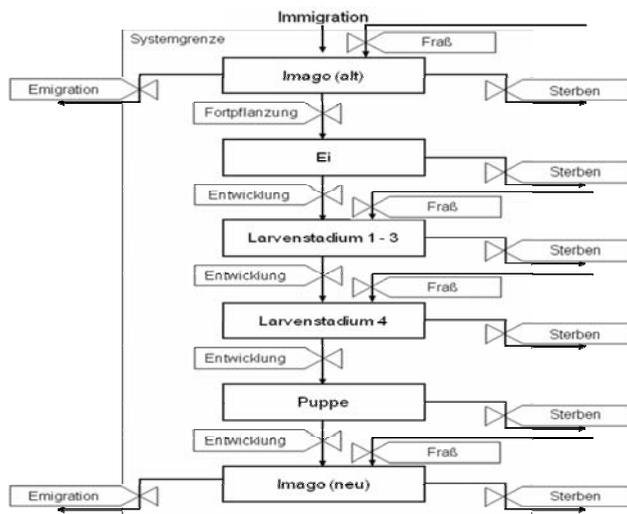


Abb. 1 Compartmentnetz einer univoltinen Coccinellidenpopulation

Dieses Netz besteht in den kleinsten Einheiten aus den Compartments. Das sind Elemente dieses Systems mit einer bestimmten ökologischen Funktion und biotischen Präsenz (Freier & Rossberg 2001). Individuen eines Compartments müssen also eine relative Ähnlichkeit zueinander besitzen. In einer Coccinellidenpopulation lassen sich die Compartments wie folgt einteilen: Imagines (alte und neue), Eier, Larven des ersten bis dritten Entwicklungsstadiums, Larven des vierten Stadiums und Puppen.

In den meisten Fällen ist eine weitere Unterteilung der Compartments in Altersklassen notwendig. Jedes Compartment unterliegt laufenden Zustandsänderungen, die in Raten angegeben werden. Diese State variables werden in ihrer Ausprägung von Einflussgrößen, den Driving variables, bestimmt. Wichtige State variables sind unter anderem die Immigration, das Überleben, die Entwicklung, der Fraß und die Reproduktion. Wobei zu beachten ist, dass jedem Compartment bestimmte Prozesse zugeordnet werden müssen. Die Temperatur stellt eine der maßgeblichen Einflussgrößen dieser Prozesse dar.

Ergebnisse und Diskussion

Mithilfe dieses Compartmentnetzes und der dadurch entstandenen Struktur konnten nun existierende Daten zum Einfluss der Temperatur auf Prozesse innerhalb von Coccinellidenpopulationen aus Publikationen und vergangenen Untersuchungen systematisch aufbereitet werden.

Die Immigration beispielsweise beginnt erst ab einer bestimmten Temperatursumme über einer für die Aktivität der Käfer notwendigen Temperatur, die nach der Winterruhe der Käfer erreicht werden muss. Diese Temperatur liegt für *Coccinella septempunctata* circa bei 9 °C und ab etwa 60 Taggraden über diesem Nullpunkt beginnen die adulten Käfer dieser Art nach Freier (1983) mit der Immigration in neue Habitate. Die Entwicklung von Eiern und Larven ist ebenso von einem Entwicklungsnullpunkt abhängig, der je nach Art verschieden sein kann. Für den Nullpunkt der präimaginalen Entwicklung von *Coccinella septempunctata* findet man beispielsweise folgende Angaben: 10,7 °C (Katsarou et al. 2004) und 11,9 °C (Obrycki & Tauber 1981). Nach LaMana & Miller (1998) liegt dieser für *Harmonia axyridis* mit 11,2 °C und nach Schanderl et al. (1985) mit 10,5 °C in sehr ähnlichen Bereichen. Es bedarf einer bestimmten Temperatursumme, um die Entwicklung vom Ei bis zum adulten Käfer abzuschließen. Diese liegt für *Coccinella septempunctata* nach Katsarou et al. (2005) bei 281,5 Taggraden und nach Obrycki & Tauber (1981) bei 269 Taggraden. Im Vergleich benötigt *Harmonia axyridis* nach LaMana & Miller (1998) 267,3 Taggrade und nach Schanderl et al. (1985) 231,3 Taggrade, um die Entwicklung vom Ei bis zum adulten Käfer abzuschließen.

Die Mortalität der Coccinelliden hängt ebenso maßgeblich von Umweltvariablen (Driving variables) ab. Langfristige Temperaturen oberhalb von 40 °C und unterhalb von 9 °C wirken beispielsweise auf *Coccinella septempunctata* letal (Freier 1983). Wohingegen Temperaturen etwa zwischen 21 °C und 24 °C für *Coccinella septempunctata* den optimalen Temperaturbereich für das Überleben darstellen und die geringsten Sterberaten (zwischen 8,09 % und 8,86 %) hervorrufen. In den Jahren 2008/09 wurden am Julius Kühn-Institut Kleinmachnow vergleichende Laboruntersuchungen zur Mortalität der beiden Arten *Coccinella septempunctata* und *Harmonia axyridis* in verschiedenen Temperaturstufen durchgeführt. Dabei deuteten sich Unterschiede zwischen den beiden Arten an, die derzeit durch erneute Untersuchungen überprüft werden.

Auch der Fraßbedarf dieser beiden Arten in Abhängigkeit zur Temperatur wurde in den letzten Jahrzehnten in zahlreichen Untersuchungen näher betrachtet (Asgari 1966, Hukusima & Kamei 1970, Wetzal et al. 1981, Ghanim et al. 1984, Wetzal 1995, Lucas et al. 1997, Yasuda & Ishikawa 1999, Lucas et al. 2002, Lee & Kang 2004, Soares et al. 2005, Tsaganou et al. 2004, Katsarou et al. 2005, Labrie et al. 2006, Agarwala et al. 2008, Kregel & Freier 2009 u.a.). Der Vergleich dieser Untersuchungen gestaltet sich jedoch schwierig, da die Versuchsbedingungen teilweise erheblich, zum Beispiel durch die Verwendung verschiedener Blattlausarten als Futter und Temperaturregime, voneinander abweichen. Der Sättigungsstatus, die Nahrungsqualität und das Geschlecht der Käfer beeinflussen die verzehrte Menge an Nahrung zudem erheblich. Der Fraßbedarf von *Coccinella septempunctata*-Männchen entspricht zum Beispiel etwa 89 % des Fraßbedarfes der Weibchen dieser Art. Haben die Weibchen entsprechend viele Blattläuse zur Verfügung, legen sie in Perioden je nach Art, Individuum und Temperatur unterschiedliche Mengen an Eiern ab. Nach Literaturangaben (Hukusima & Kamei 1970; Srivastava & Omkar 2003; HongPing et al. 2009) liegen die maximalen, abgelegten Eimengen pro Weibchen für *Coccinella septempunctata* bei 1312,4 Eiern (30 °C) und für *Harmonia axyridis* bei 2310,1 Eiern (25 °C). Die Dauer der Eiablageperiode ist nach Srivastava & Omkar (2003) bei *Coccinella septempunctata* und Temperaturen um 30 °C mit knapp 50 Tagen am längsten.

Die bisherigen Untersuchungen und Literaturrecherchen ergaben erste Anzeichen einer relativen Ähnlichkeit in einigen wichtigen Reaktionen der Arten *Coccinella septempunctata* und *Harmonia axyridis* auf eine Erhöhung der Temperatur gegenüber den derzeit normalen Temperaturen. Andere Prozesse, wie beispielsweise die Eiablage unterscheiden sich hingegen erheblich. Jedoch ist das Wissen hierzu noch sehr lückenhaft. Es mangelt vor allem an vergleichenden Untersuchungen. Voneinander abweichende Versuchsbedingungen, zum Beispiel verwendete Temperaturregime, Nahrungsqualität und -quantität sowie die Versuchsdauer, erschweren zudem die Sekundärauswertung der Literatur.

Am Julius Kühn-Institut Kleinmachnow sind weiterführende Versuchsprogramme konzipiert, die aufeinander abgestimmt sind und vergleichend mit mehreren Arten durchgeführt werden, um zu eindeutigeren Aussagen bezüglich der artspezifischen Unterschiede in den Reaktionen der Coccinelliden auf die Temperatur als Driving variable zu gelangen.

Literatur

- Agarwala, B.K.; Yasuda, A.; Sato, S. (2008): Life history of a predatory ladybird, *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) to food stress. *Applied Entomology and Zoology* 43 (2): 183-189.
- Asgari, A. (1966): Untersuchungen über die im Raum Stuttgart – Hohenheim als wichtigste Prädatoren der Grünen Apfelblattlaus (*Aphidula pomi* DEG.) auftretenden Arthropoden. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 93: 51 – 60.
- Freier, B. (1983): Untersuchungen zur Struktur von Populationen und zum Massenwechsel von Schadinsekten des Getreides als Grundlage für ihre Überwachung, Prognose und gezielten Bekämpfung sowie für die Entwicklung von Simulationsmodellen. Dissertationsschrift. Halle: Martin-Luther-Universität.
- Freier, B.; Rossberg, D. (2001): Simulationsmodelle als Erkenntnismittel in der Agrarökologie. *IANUS* 1/2001.
- Ghanim, A.E.-B., B. Freier, Wetzel, T. (1984): Zur Nahrungsaufnahme und Eiablage von *Coccinella septempunctata* L. bei unterschiedlichem Angebot von Aphiden der Arten *Macrosiphum avenae* (Fabr.) und *Rhopalosiphum padi* (L.). *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz* 20: 117–125.
- Gosselke, U.; Triltsch, H.; Rossberg, D.; Freier, B. (2001): Getlaus01—the latest version of a model simulating aphid population dynamics in dependence on antagonists in wheat. *Ecological Modelling* 145:143-157.
- Hukushima, S., Kamei, M. (1970): Effects of various species of aphids as food on development, fecundity and longevity of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). *Research Bulletin of the Faculty of Agriculture, Gifu University* 29: 53–66.
- HongPing, W.; ShuKai, J.; WenBo, Z. (2009): Effect of temperature on survival, development and fecundity of *Harmonia axyridis*. *Chinese Bulletin of Entomology* 46 (3): 449-452.
- Katsarou, I, Margaritopoulos, J.T., Tsitsipis, J.A., Perdakis, D.Ch., Zarpas, K.D. (2005): Effect of temperature on development, growth and feeding of *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia convergens* reared on the tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae*. *BioControl* 50:565–588.
- Koch, R. L. (2003): The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: a review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts.- *Journal of Insect Science*, 3 (32): 1-16. [online] URL: <http://insectscience.org/3.32/>.
- Krengel, S.; Freier, B. (2009): Effekte einer Temperaturerhöhung auf die natürliche Regulation durch die Marienkäfer *Coccinella septempunctata* und *Harmonia axyridis* bei Blattläusen an Weizen. *Mitteilungen aus dem Julius Kühn-Institut* 419: 47-51.
- Labrie, G.; Lucas, E.; Coderre, D. (2006): Can developmental and behavioral characteristics of the multicolored Asian lady beetle *Harmonia axyridis* explain its invasive success? *Biological Invasions* (2006) 8, S.743 – 754.
- LaMana, M.L., Miller, J.C. (1998): Temperature-Dependent Development in an Oregon Population of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology* 27(4): 1001-1005.
- Lee, J-H.; Kang, T-J. (2004): Functional response of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) to *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) in the laboratory. *Biological Control* 31 (3): 306-310.
- Lucas, E.; Coderre, D.; Brodeur, J. (1998): Intraguild predation among aphid predators: Characterization and Influence of extraguild prey density. *Ecology* 79 (3):1084-1092.
- Lucas, E.; Gagne, I.; Coderre, D. (2002): Impact of the arrival of *Harmonia axyridis* on adults of *Coccinella septempunctata* and *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology* 99: 457-463.
- Obrycki, J.J., Tauber, M.J. (1981): Phenology of three coccinellid species: thermal requirements for development. *Annals of the Entomological Society of America* 74: 31–36.
- Omkar and Srivastava, S. (2003): Influence of six aphid prey species on development and reproduction of a ladybird beetle, *Coccinella septempunctat*. *BioControl* 48: 379–393.
- Schanderl, H., Ferran, A., Larroque, M.-M. (1985): Les besoins trophiques et thermiques des larves de la coccinelle *Harmonia axyridis* Pallas. *Agronomie* 5 (5): 417-421.
- Soares, A.O.; Coderre, D.; Schanderl, H. (2005): Influence of prey quality on the fitness of two phenotypes of *Harmonia axyridis* adults. *Entomologica Experimentalis et Applicata* 114 (3): 227-232.
- Tsaganou, F.C.; Hodgson, C.J.; Athanassiou, C.G.; Kavallieratos, N.G.; Tomanovic, Z. (2004): Effect of *Aphis gossypii* Glover, *Brevicoryne brassicae* (L.), and *Megoura viciae* Buckton (Hemiptera: Aphidoidea) on the development of the predator *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control* 31:138–144.
- Wetzel, T. (1995): Getreideblattläuse im Pflanzenschutz und im Agroökosystem (Übersichtsbeitrag). *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz* 29: 437-469.
- Wetzel, T.; Ghanim, A.E.-B., Freier, B. (1981): Zur Bedeutung von Prädatoren und Parasiten für die Überwachung von Blattläusen in Getreide. *Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes* 35: 239-244.
- Yasuda, H., Ishikawa, H. (1999): Effects of prey density and spatial distribution on prey consumption of the adult predatory ladybird beetle. *Journal of Applied Entomology* 123: 585-589.