

1000 Arten für den Pflanzenschutz – die Vielfalt der Nützlinge schützen, fördern und nutzen!

1000 species for Biological Control – how to protect, enhance and use the diversity of beneficial organisms.

Annette Herz

Julius Kühn-Institut, Institut für Biologischen Pflanzenschutz, Heinrichstr. 243, D-64287 Darmstadt
annette.herz@jki.bund.de, +49(0)6151 407236

DOI: 10.5073/jka.2012.436.007

Zusammenfassung

Nützlinge sind als natürliche Gegenspieler von Schaderregern an Kulturpflanzen unverzichtbare Elemente des integrierten Pflanzenschutzes. Ihre Funktionserhaltung im Agrarökosystem durch den Einsatz selektiver Pflanzenschutzverfahren hat absolute Priorität. Doch Nützlinge können durch geeignete Maßnahmen auch ganz gezielt für den Pflanzenschutz rekrutiert werden, entweder durch ihre besondere Förderung oder durch den aktiven Einsatz. Diese funktionelle Biodiversität sollte durch geeignete Agrarumweltmaßnahmen unterstützt werden. Voraussetzung ist eine Agrarlandschaft, die die notwendigen Ressourcen für das Überleben dieser Arten in ausreichendem Maße bereitstellt. Eine breite Palette verschiedener Nützlingsarten steht für eine Vielzahl von Anwendungen, besonders unter Glas, kommerziell zur Verfügung. Allerdings schaffen Resistenzentwicklungen oder auch die Einschleppung neuartiger Schaderreger immer wieder neue Pflanzenschutzprobleme. Die Vielfalt der Nützlinge, die dem biologischen Pflanzenschutz zur Verfügung stehen, ist aber bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Forschung und Entwicklung können hier neue Lösungen erarbeiten.

Stichwörter: Biologischer Pflanzenschutz, Ökosystemdienstleistung, funktionale Biodiversität, Nützlingseinsatz

Summary

Beneficial macroorganisms belonging to the Arthropoda or Nematoda are key elements of Integrated Pest Management. Whenever plant protection measures have to be taken, selective low-risk pesticides should be given priority in order to minimize any negative side-effects on these beneficials. Natural occurring antagonists should be supported by providing any necessary resources and creating ecological infrastructures in the agricultural landscape. As consequence, suitable agro-environmental schemes are needed to support this functional biodiversity. Today inundative biological control can rely on a plenty of species available for commercial use as essential part of Integrated Production in many crop systems. Nevertheless, increasing insecticide resistance or the occurrence of invasive pests steadily bears new challenges for plant protection. Hence, the huge diversity of beneficial organisms can provide new candidates and new solutions for biological control also in the future.

Keywords: Biological control, ecosystem service, functional biodiversity, augmentative release of beneficials

Einleitung

Nützlinge im Sinne des Pflanzenschutzes sind in der Regel wirbellose Tiere, die als Räuber, Parasitoide oder Parasiten verschiedene Stadien von Schaderregern abtöten oder in ihrer Vitalität schwächen. Sie gehören meistens zu den Arthropoda oder auch zu den Nematoda. Im Biologischen Pflanzenschutz kennt man verschiedene Strategien, Nützlinge als Gegenspieler von Schaderregern zu nutzen. Bei der klassischen biologischen Schädlingsbekämpfung werden eingeschleppte Schädlinge mittels nachgeführten, spezialisierten Antagonisten aus dem ursprünglichen Herkunftsgebiet reguliert. Trotz erfolgreicher Beispiele in der Vergangenheit (z. B. die Zehrwespen *Aphelinus mali* gegen die Blutlaus in 1930er Jahren bzw. *Prospaltella perniciosi* gegen die San-José-Schildlaus in den 1950er Jahren, KRIEG und FRANZ, 1989) spielt diese Form des Nützlingseinsatzes derzeit in Deutschland keine Rolle. Dagegen ist man sich der Bedeutung von Nützlingen im Agrarökosystemen bewusst und sucht durch angepasste Pflanzenschutz- und Agrarumweltmaßnahmen deren natürliche Vielfalt für einen konservativen biologischen Pflanzenschutz zu erhalten und zu fördern. Bei der selektiven

Nützlingsförderung werden dabei für die jeweilige Kultur bzw. Schädlingsfrage geeignete Konzepte entwickelt (LANDIS *et al.*, 2000). Inokulativer bzw. inundativer biologischer Pflanzenschutz nutzt den aktiven Einsatz von in der Regel im Labor produzierten Tieren, die dann präventiv oder beim ersten Auftreten bestimmter Schädlinge in der entsprechenden Kultur ausgesetzt werden. Beim inundativen biologischen Pflanzenschutz geht man davon aus, dass der Nützlichling sich nicht etabliert und daher immer wieder freigelassen werden muss (KRIEG und FRANZ, 1989).

Die Protagonisten des biologischen Pflanzenschutzes rekrutieren sich aus der verfügbaren Biodiversität nützlicher Organismen. Während der konservative biologische Pflanzenschutz auf die Erhaltung bzw. Optimierung der funktionellen Biodiversität in den betreffenden Agrarökosystemen zielt, schöpft der inundative biologische Pflanzenschutz aus dem Repertoire züchtbarer und im Labor getesteter Arten.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte intensiver Forschung wurde viel erreicht, doch entstehen durch den Klimawandel, durch veränderte Anbaubedingungen und auftretende Insektizidresistenzen, vor allem aber auch durch die Einschleppung invasiver Schaderreger immer wieder neue Problemsituationen im Pflanzenschutz. Innovative Verfahren auf der Basis von Nützlingen sind daher nach wie vor notwendig. Der Beitrag möchte anhand von Fallbeispielen aus der aktuellen Forschung zeigen, welche konkrete Bedeutung dabei die biologische Vielfalt für die Weiterentwicklung des biologischen Pflanzenschutzes mit Nützlingen besitzt.

Vielfalt im Agrarökosystem - oder was brauchen Nützlinge?

Seit mehr als 30 Jahren erkennt das Konzept des Integrierten Pflanzenschutzes die enorme Bedeutung der biologischen Schädlingsregulierung als Ökosystemdienstleistung an (BOLLER *et al.*, 2011). Nützliche Organismen sind von einer Vielzahl verschiedener Taxa der wirbellosen Tiere bekannt (CLAUSEN, 1940). Gerade die parasitoiden Hymenopteren zeichnen sich dabei durch eine besonders hohe Artendiversität aus. So umfassen in Deutschland z. B. die Echten Schlupfwespen (Ichneumonidae) mehr als 3000 nachgewiesene Arten (HORSTMANN, 2001) und viele von ihnen können als wichtige Gegenspieler von Schädlingen gelten. Im Zulassungsverfahren kommt daher der ökotoxikologischen Bewertung von Wirkstoffen bzw. Produkten gegenüber Nichtziorganismen eine entscheidende Bedeutung zu. Es ergeben sich daraus entsprechende Auflagen bzw. Hinweise bei der Anwendung des betreffenden Pflanzenschutzmittels, die auch die Wahl integrierbarer Präparate bei der Kulturführung ermöglichen. Durch vorrangige Berücksichtigung biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen gilt es die Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß zu beschränken (Pflanzenschutzgesetz, Fassung vom 06. Februar 2012).

Vor allem in Freilandkulturen sucht man aber auch durch die gezielte Förderung von Nützlingen Kalamitäten von Schädlingen zu verhindern. Diese Strategie setzt auf die Bereitstellung aller für das Überleben und die Reproduktion dieser Organismen notwendigen Ressourcen in der Agrarlandschaft. Seit den 1980er Jahren wurde die Forschung dazu intensiviert (ALTIERI, 1994; LANDIS *et al.*, 2000). Auch am Institut für Biologischen Pflanzenschutz der damaligen Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (heute Julius Kühn-Institut) in Darmstadt wurde die Bedeutung von ökologischen Strukturelementen in der Agrarlandschaft für verschiedene Nützlingsgruppen (Schwebfliegen, Laufkäfer) erforscht (z. B. RUPPERT, 1993). So konnte vielfach gezeigt werden, dass die Leistungsfähigkeit vieler Nützlinge von der ausreichenden Versorgung der adulten Stadien mit Nektar und Pollen abhängig ist (WÄCKERS *et al.*, 2008; LAUBERTIE *et al.*, 2012). Diese Ressource kann z. B. durch ausreichendes Vorhandensein bestimmter Wildkräuter, aber auch durch gezielt eingebrachte Pflanzen bereitgestellt werden. Agrarumweltmaßnahmen, die dem Landwirt die Schaffung von Ackerrandstreifen, Blühstreifen, Ausgleichsflächen, Hecken und andere Strukturelemente (BOLLER *et al.*, 2004) durch finanzielle Unterstützung von Seiten der Agrarpolitik honorieren, sind bei einer nützlingsgerechten Diversifizierung der Agrarlandschaft ein unverzichtbares Werkzeug (HOLLAND, 2012). Davon profitieren vor allem sehr mobile Organismen, wie Marienkäfer oder Schwebfliegen (HAENKE *et al.*, 2009), die von diesen Bereichen in die Kultur einwandern können. Vor allem bei Dauerkulturen sollte das Begrünungsmanagement aber auch

innerhalb der Kulturlandschaft zur Erhöhung der pflanzlichen Vielfalt beitragen. Dabei kann der zusätzliche Anbau von Pflanzenarten mit multifunktionalen Eigenschaften, wie Beikrautunterdrückung, Gründüngung, die Förderung von Bestäuberinsekten oder auch Nutzpflanzen (Futter, Kräuter, Ölsaaten), für den Landwirt besonders attraktiv sein (z. B. BUGG und WADDINGTON, 1994; FIEDLER *et al.*, 2008). Bei der selektiven Nützlingsförderung will man durch die angebauten Pflanzen bestimmte Schlüsselantagonisten, nicht aber Schädlinge fördern (LAVANDERO *et al.*, 2006; WINKLER *et al.*, 2010; GÉNEAU *et al.*, 2012). Wichtig sind dabei genaue Kenntnisse der Nahrungsökologie dieser Nützlinge, vor allem der adulten Stadien, die teilweise oder auch ganz auf pflanzliche Nahrungsquellen angewiesen sind. Nicht jede Nektar- und Pollenführende Pflanze, die z. B. von Bestäubern nutzbar ist, kann auch von anderen Insekten, wie z. B. Parasitoiden aus der Gruppe der Hymenoptera oder Diptera mit i.d.R. nicht spezialisierten Mundwerkzeugen genutzt werden (KUGLER, 1970). Am Institut für Biologischen Pflanzenschutz des JKI wird die Bedeutung derartiger Ressourcen (Nektar, Pollen, andere Kohlenhydratlieferanten) für die Leistungsfähigkeit ausgewählter Nützlinge untersucht, wobei hier parasitischen Hymenopteren im Vordergrund stehen. Die Brackwespe *Ascogaster quadridentata* ist ein natürlicher Gegenspieler verschiedener schädlicher Wicklerarten im Obst-, Wein- und Gemüsebau (CAMERON, 1938; HUDDLESTON, 1984; ATHANASSOV *et al.*, 1997; THIÉRY *et al.*, 2011). In ersten Laborversuchen konnten wir zeigen, dass die Lebensdauer dieser Art entscheidend vom Zugang zu Zucker- bzw. Nektarquellen abhängt (Abb. 1).

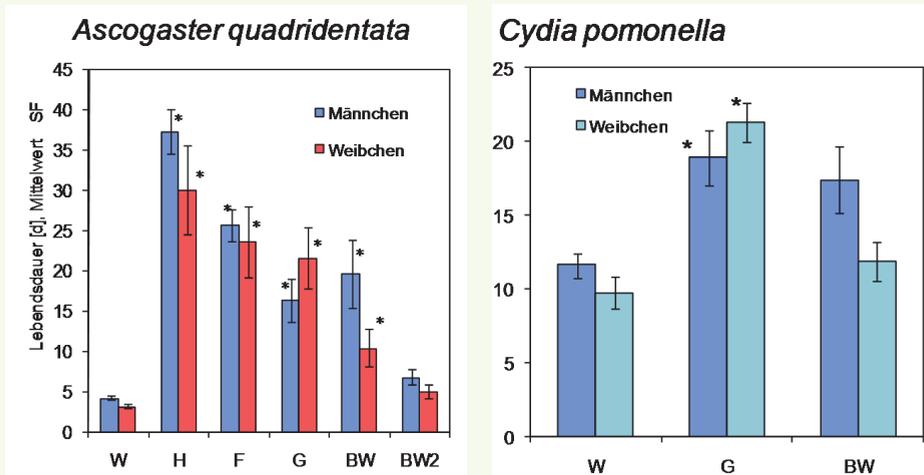


Abb. 1 Einfluss des Nahrungsangebotes (W = Wasser, H = Honig, F = Fructose, G = Glucose, BW = Buchweizen-Blüten täglich frisch, BW2 = Buchweizen-Blüten alle 2 Tage angeboten) auf die Lebensdauer von *A. quadridentata* bzw. *C. pomonella* (*: signifikant unterschiedlich zur reinen Wasserversorgung, $p < 0.05$)

Fig. 1 Longevity of *A. quadridentata* and its host *C. pomonella* when provided with different sugar solutions (F=fructose, G=glucose), honey (H) or buckwheat flowers (BW), offered daily or every second day (BW2) in comparison to water (W) only. (*: significant difference to water control, $p \leq 0.05$)

Doch von mehreren bisher getesteten Pflanzenarten (Büschelschön, Ackersenf, Pastinake, Buchweizen, Rotklee) erwies sich dabei nur Buchweizen als geeignete Nahrungspflanze für diesen Nützling und erhöhte die Lebensdauer beider Geschlechter um das Drei- bis Fünffache im Vergleich zur reinen Wasserversorgung (HERZ *et al.*, 2012). Buchweizen wird bereits im Weinbau zur Begrünung angebaut, hat hervorragende bodenverbessernde Eigenschaften und die Samen dienen auch zur menschlichen Ernährung oder zur Arzneigewinnung (ÖLSCHLÄGER, 2006). Durch ihre reiche Nektarproduktion ist sie für eine Vielzahl von Blütenbesuchern attraktiv. Ob davon auch Schädlinge wie z. B. der Apfelwickler davon profitieren, ist nach unseren bisherigen Ergebnissen nicht ganz

eindeutig. Im Laborversuch waren Lebensdauer und Fertilität des Apfelwicklers tendenziell, nicht aber signifikant zur reinen Wasserversorgung erhöht (Abb. 1).

Weitere Untersuchungen werden abklären, ob Buchweizen selektiv nützlingsfördernde Eigenschaften besitzt und daher für den Anbau in Dauerkulturen empfohlen werden kann. Auch Wildkräuter und Pflanzenarten, die sich für eine Baumstreifenbegrünung eignen (KORTE und POREMBSKI, 2010), werden in die weiteren Versuche miteinbezogen. Die gewählte Zielart *A. quadridentata* gilt dabei als Stellvertreter der Parasitoidengemeinschaft der Tortricidae. Ziel ist, durch die bewusste Gestaltung einer geeigneten pflanzlichen Diversität in der Kultur die Leistungsfähigkeit dieser funktionellen Gruppe zu sichern.

Nützlinge im Einsatz - oder wie können wir ihre Vielfalt nutzen?

Der inundative Einsatz von Nützlingen erfordert in der Regel die Verfügbarkeit von in Massenzucht produzierten Organismen, die in ausreichender Zahl und zum richtigen Zeitpunkt auf die sich entwickelnde Population des Schaderregers angesetzt werden. Neben der Spezifität des Nützlings sind daher auch andere Faktoren für die Eignung wesentlich: vor allem die Produzierbarkeit unter kostengünstigen Bedingungen, die Eignung für bestimmte Applikationstechniken und schließlich die Integrierbarkeit in das gesamte Pflanzenschutzprogramm einer bestimmten Kultur, also z. B. die bewusste Abstimmung notwendiger Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln mit der Nützlingsfreilassung. Der gewerbliche Einsatz von Nützlingen begann in systematischer Weise in Deutschland vor etwa 30 Jahren. Zu diesem Zeitpunkt standen kommerziell zwei Nützlinge in größerem Maßstab zur Verfügung: die Raubmilbe *Phytoseilus persimilis* gegen Spinnmilben und die Erzwespe *Encarsia formosa* zur Bekämpfung der Weißen Fliege *Trialeurodes vaporariorum* (FRANZ, 1984). Dabei hatte *E. formosa* bereits eine erfolgreiche Einsatzgeschichte in den 1930er Jahren erlebt, die aber 20 Jahre später durch den weltweiten Siegeszug synthetischer Insektizide ein jähes Ende fand. Erst Ende der 1960er Jahre wurde dieser Nützing für den biologischen Pflanzenschutz wieder entdeckt (HUSSEY, 1985). G. DOSSE erkannte das große Potential der Raubmilbe *P. persimilis*, die in einer Lieferung von Orchideen aus Chile nach Deutschland eingeführt wurde (BRAVENBOER und DOSSE, 1962). In beiden Fällen half auch das Interesse von engagierten Gemüseproduzenten den Nützlingen zum Durchbruch (HUSSEY, 1985). In den folgenden Jahrzehnten zeichnete sich eine stete Zunahme verfügbarer Arten ab, meist Ergebnis systematischer Suche und sicherlich auch ein Verdienst der an der Produktion und Vermarktung beteiligten Unternehmen (Abb. 2).

Auch deren Zahl stieg seit den 1990er Jahren stetig an und ging oftmals aus einer vorherigen engen Verbindung der Firmengründer mit Wissenschaft und Forschung hervor (EHLERS, 2007). Derzeit stehen mehr als 80 Arten zur Verfügung (JKI, 2011). Darunter sind monophage Arten, meist Parasitoide, die nur bestimmte Wirtsarten befallen und deren sinnvoller Einsatz die genaue Kenntnis des Schädlings voraussetzt. Auf Grund ihrer Spezialisierung können sie aber besonders effektiv sein, da sie in der Regel über eine gute Suchleistung verfügen und bereits bei geringen Wirtsdichten aktiv sind. Generalisten, wie die Larven der Florfliege *Chrysoperla carnea* oder die Raubmilbe *Amblyseius swirskii*, bewähren sich auch bei multiplen Schädlingsproblemen.

Die Mehrzahl der käuflichen Nützlinge wird unter Glas eingesetzt (Gemüsebau, Zierpflanzenbau) und bietet bei Pflanzenschutzproblemen in der Innenraumdekoration oder Schaugewächshäusern die bevorzugte, aber auch oftmals die einzig machbare Option (Abb. 3). Bei Freilandkulturen (Obstbau, Ackerbau, Freilandgemüse) dagegen ist der Nützlingseinsatz teilweise zu teuer oder auch nicht ausreichend wirksam. Wenige Verfahren haben sich hier langfristig durchgesetzt, wie z. B. die Anwendung von entomopathogenen Nematoden zur Kontrolle von Dickmaulrüsslerbefall oder die Freilassung des Eiparasitoiden *Trichogramma brassicae* gegen den Maiszünsler auf mittlerweile nahezu 20.000 ha Fläche (ALBERT *et al.*, 2008).

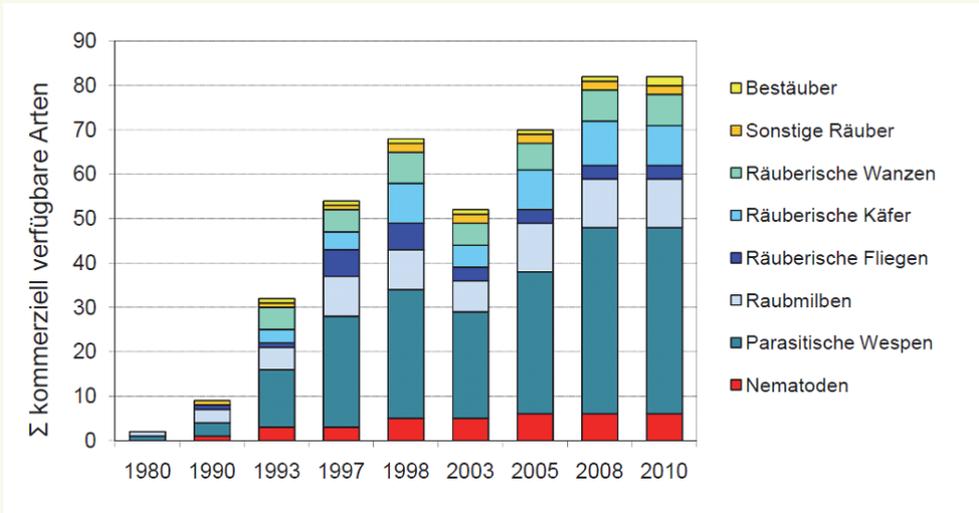


Abb. 2 Anzahl kommerziell erhältlicher Nützlinge in Deutschland in den letzten 30 Jahren (zusammengestellt nach FRANZ, 1984; ALBERT *et al.*, 1997 und BATHON, 1999, Nützlingslisten der BBA bzw. des JKI)

Fig. 2 *Number of species of beneficial arthropods commercially available in Germany since 1980. Data compiled according to FRANZ, 1984; ALBERT et al., 1997 and BATHON, 1999 and producer questionnaires*

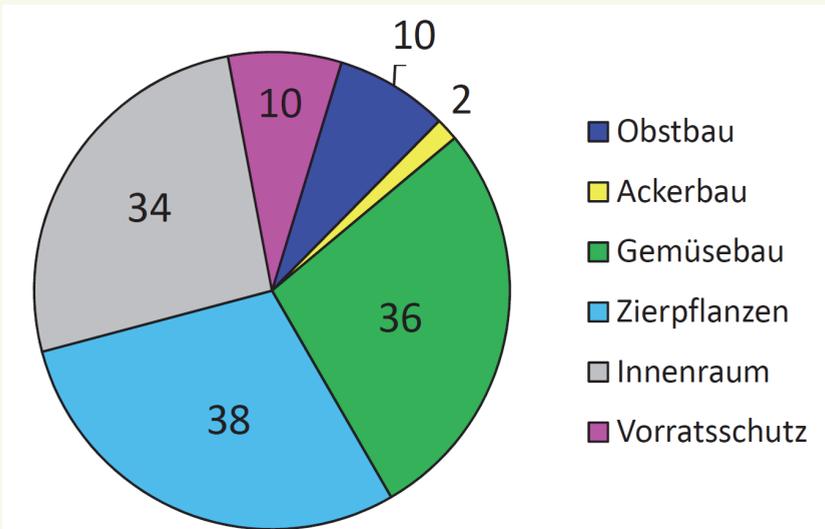


Abb. 3 Anzahl der im Jahr 2010 verfügbaren Nützlingsarten für den biologischen Pflanzenschutz in verschiedenen Anwendungsbereichen

Fig. 3 *Number of species of beneficial arthropods commercially available on the German market for application in different crop systems in 2010*

Mehr als 60 % der verfügbaren kommerziellen Nützlinge rekrutieren sich aus der in Deutschland natürlicherweise vorhandenen Fauna. Mitunter können heimische Arten auch eingeschleppte Schädlinge, die zunächst große Probleme bereiten, nach einer gewissen Zeit sehr gut regulieren. So parasitieren die heimischen Schlupfwespen *Dacnusa sibirica* und *Diglyphus isaea* die Ende der 1980er Jahre aus den USA eingeschleppten Minierfliegen *Liriomyza trifolii* und *L. huidobrensis* so erfolgreich, dass deren Auftreten in den Gewächshäusern gut kontrollierbar ist (LEUPRECHT, 1992). Beide Parasitoide sind auch kommerziell zu erwerben und können bei rechtzeitigem Einsatz einen Befall weitgehend verhindern. Die natürliche Vielfalt der in Europa vorkommenden Räuber und Parasitoide bietet ein längst noch nicht ausgeschöpftes Repertoire an Nützlingen. Am Institut für Biologischen Pflanzenschutz werden verschiedene Arten auf ihre Eignung hin geprüft (Tab. 1). Dabei steht nicht nur die Frage der Effizienz dieser Nützlinge, sondern auch die Praktikabilität ihrer Anwendung im Fokus dieser Untersuchungen. D. h. auch das Vorhandensein eines Massenzuchtverfahrens und ein wenig aufwändiges Ausbringungsverfahren entscheiden über die Tauglichkeit eines bestimmten Nützlings und die Perspektiven für seine erfolgreiche Anwendung.

Tab. 1 Prüfung verschiedener Nützlinge für eine Anwendung im biologischen Pflanzenschutz in einem mehrstufigen System seit 2009. Biotests dienen zur Festlegung des Grundpotentials im Labor, Versuche unter Halbfreilandbedingungen testen die Eignung auf der Pflanze oder im Boden. Praktikabilität bewertet Züchtbarkeit und Ausbringungsverfahren. k. T.: kein Test durchgeführt. +, ++, +++: mäßige, gute, sehr gute Wirkung. -: keine Wirkung

Tab. 1 *Assessment of several beneficial arthropods for potential use in biological control at the Institute for Biological Control (JKI) since 2009. Testing is performed in a stepwise manner from laboratory, semi-field to field testing. In addition, prospects for efficient mass production and application methods are evaluated for practicability. k. T.: no test performed. +, ++, +++: effect moderate, good, very good, -: no effect*

Nützling	Schädling	Labor	Halbfreiland	Praxis	Praktikabilität
<i>Forficula auricularia</i> (Dermaptera: Forficulidae)	<i>Eriosoma lanigerum</i>	k.T.	k.T.	+*	+
<i>Encarsia tricolor</i> (Hymenoptera: Aphelinidae)	<i>Aleyrodes proletella</i>	++	k.T.	+*	++
<i>Muscidifurax raptor</i> (Hymenoptera: Pteromalidae)	<i>Rhagoletis spec.</i>	+++	-	k.T.	++
<i>Platynaspis luteorubra</i> (Coleoptera: Coccinellidae)	<i>Aphis fabae</i>	++	++	k.T.	-
<i>Trichogramma dendrolimi</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae)	<i>Cydalima perspectalis</i>	++	+	k.T.	+++
<i>Steinernema carpocapsae</i> (Nematoda: Steinernematidae)	<i>Cydalima perspectalis</i>	+++	+++	+	+++

*: Versuche in Zusammenarbeit mit verschiedenen Projektpartnern.

*: trials were done in cooperation with different project partners

Ein großes Hindernis bei der Suche nach geeigneten Arten ist allerdings die Unkenntnis über die hiesige Diversität, vor allem bei den schwierig anzusprechenden parasitoiden Hymenoptera und Diptera. Ein gutes Beispiel sind die Arten der Trichogrammatidae, die zu den Erzwespen gehören und

nur sehr schwierig bis zum Artniveau zu bestimmen sind. Auf Grund der günstigen biologischen Eigenschaften (Kontrolle des Wirtes im Eistadium, relative Polyphagie, Eignung zur Massenzucht) stellen aber diese Eiparasitoide bei neuen Problemschädlingen immer wieder eine Option für die Entwicklung eines biologischen Verfahrens dar. Sowohl eingeschleppte Schädlinge (z. B. Buchsbaumzünsler, Baumwollkapselwurm, Tomatenminiermotte) als auch Schädlinge, die auf Grund der Klimaveränderung eine Ausweitung ihres Ausbreitungsareals oder Veränderung ihres Voltinismus erfahren (z. B. Maiszünsler, Wicklerarten, bestimmte Noctuiden (Gammaeule, Saateule), sind Zielorganismen für diese Nützlinge. Aktuelle Übersichten über die europäischen Arten geben PINTUREAU (2008) und darauf aufbauend POLASZEK (2010). Es werden für Deutschland 11 Arten genannt (*T. aurosum*, *T. brassicae*, *T. cacoeciae*, *T. cephalciae*, *T. dendrolimi*, *T. embryophagum*, *T. evanescens*, *T. piniperda*, *T. pinto* [nur bei Pintureau, 2008], *T. semblidis*, *T. zeirapherae*), doch sind diese Nachweise z. T. nicht unter Kenntnis der aktuell geltenden Systematik dieser Gruppe entstanden. Vier der genannten Arten sind für den biologischen Pflanzenschutz in Deutschland verfügbar (*T. brassicae*, *T. cacoeciae*, *T. dendrolimi*, *T. evanescens*). Faunistische Erhebungen zu dieser Gattung beschränken sich auf regionale Nachweise in bestimmten Kulturen, so dass das Wissen über die geographische Verbreitung und Artendiversität dieser Gruppe in Deutschland bzw. Mitteleuropa eher lückenhaft ist. Neben der geographischen Verbreitung unterscheiden sich *Trichogramma*-Arten vor allem in ihrer Lebensstrategie. Dies betrifft vor allem ihren speziellen Reproduktionsmodus, ihre Lebensdauer, ihr Suchvermögen bei der Wirtslokalisierung und ihr Eiablageverhalten. Sie scheinen daher unterschiedliche ökologische Nischen zu besetzen, allerdings ist über eine Diversifizierung in verschiedenen Lebensräumen nur wenig bekannt. Auch die Existenz von an bestimmte Habitate angepasste "Ökotypen" innerhalb einer Art wird postuliert, doch letztendlich fehlen hinreichende Beweise über ihr tatsächliches Auftreten. Eine Charakterisierung der biologischen und genetischen Diversität dieser Nützlinge in Agrarhabitaten und naturräumlichen Regionen Deutschlands sowie letztendlich auch ihre Erhaltung in Form einer „Biobank“, d. h. der Etablierung ausgewählter, lebender Stammzuchtlinien in zugänglichen Sammlungen, wie sie z. B. am Institut für Biologischen Pflanzenschutz des JKI gepflegt wird, ist aber notwendig, um das Potential dieser Arten auch auf Dauer für den biologischen Pflanzenschutz nutzbar zu machen.

Ausblick

Die Biodiversität nützlicher Organismen bietet ein nahezu unerschöpfliches Reservoir an Arten, die für den Biologischen Pflanzenschutz zur Verfügung stehen. Entwicklung von Konzepten für eine spezielle Nützlingsförderung in der Agrarlandschaft als auch die Gewinnung neuer effizienter Kandidaten aus der heimischen Fauna, aber auch aus dem Ursprungsgebiet eingeschleppter Schädlinge sind auch in Zukunft unverzichtbare Strategien bei der Bewältigung von Pflanzenschutzproblemen. Der biologische Pflanzenschutz mit Nützlingen bietet aber keine *ad hoc*-Lösungen. Vielmehr benötigt er auf Grund seiner Komplexität ein besonderes Verständnis des Anwenders, das ihm für die umweltfreundliche Erzeugung von Kulturpflanzen von der Gesellschaft honoriert werden sollte.

Literatur

ALBERT, R., S.A. HASSAN und G.A. LANGENBRUCH, 1997: Biologische Schädlingsbekämpfung. AID Infodienst Nr. 1030/1997, Bonn.

ALBERT, R., G. MAIER und K. DANNEMANN, 2008: Maiszünslerbekämpfung – Bekämpfung und neue Entwicklungen beim *Trichogramma brassicae*-Einsatz. Gesunde Pflanzen. **60**, 51-54.

ALTIERI, M. A., 1994: Biodiversity and pest management in agroecosystems. New York, Haworth Press.

ATHANASSOV, A., P. CHARMILLOT, P. JEANNERET und D. RENARD, 1997: Les parasitoides des larves et des chrysalides du carpocapsae *Cydia pomonella* L. Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture **29**, 100-106.

BATHON, H., 1999: Biologischer Pflanzenschutz mit Nützlingen. 1. In Deutschland angebotene Nützlingsarten. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **51**, 25-31.

- BOLLER, E. F., F. HÄNI und H.-M. POEHLING (Eds.), 2004: Ecological Infrastructures: Ideabook on Functional Biodiversity at the Farm Level Temperate Zones of Europe. IOBC-WPRS. Lindau, Switzerland. Swiss Centre for Agricultural Extension and Rural Development.
- BOLLER, E. F., J. AVILLA, E. JOERG, C. MALAVOLTA, F. G. WIJNANDS und P. ESBJERG, 2011: IOBC Integrated production: Objectives, principles and technical guidelines. In: *Integrated production – Objectives, Principles and Technical Guidelines*. Eds.: BAUR R., F. WIJNANDS und C. MALAVOLTA, 2011: IOBC-WPRS Bulletin, Special Issue. IOBC-WPRS, Darmstadt, 1-23.
- BRAVENBOER, L. und G. DOSSE, 1962: *Phytoseiulus riegei* Dosse als Prädator einiger Schadmilben aus der *Tetranychus urticae* Gruppe. Entomologia Exp. Appl. **5**, 291-304.
- BUGG, R. L. und R. WADDINGTON, 1994: Using cover crops to manage arthropod pests of orchards: a review. Agriculture, Ecosystems and Environment **50**, 11-28.
- CAMERON, E., 1938: A study of the natural control of the pea moth, *Cydia nigricana* Steph. Bull. Ent. Res. **29**, 277-313.
- CLAUSEN, C. P., 1940: Entomophagous insects. McGraw-Hill Book Company, New York.
- EHLERS, R. U., 2007: Entomopathogenic nematodes: from science to commercial use. In: Biological Control: a Global Perspective. Eds.: VIENCENT, C., M.S. GOETTEL und G. LAZAROVITS. CAB Internationa. Cromwell Press, Trowbridge, 136-151.
- FIEDLER, A. K., D. A. LANDIS und S. D. WRATTEN, 2008: Maximizing ecosystem services from conservation biological control: the role of habitat management. Biological Control **45**, 254-271.
- FRANZ, J. M., 1984: Welche Nutzorganismen sind in Europa für den biologischen Pflanzen- und Gesundheitsschutz verfügbar? Anz. Schädlingskde, Pflanzenschutz, Umweltschutz **57**, 105-111.
- GÉNEAU, C. E., F. L. WÄCKERS, H. LUKA, C. DANIEL und O. BALMER, 2012: Selective flowers to enhance biological control of cabbage pests by parasitoids. Basic and Applied Ecology **13**, 85-93.
- HAENKE, S., B. SCHEID, M. SCHAEFER, T. TSCHARNTKE und C. THIES, 2009: Increasing syrphid fly diversity and density in sown flower strips within simple vs. complex landscapes. Journal of Applied Ecology **46**, 1106-1114.
- HERZ, A., G. EDER, S. FEIERTAG und S. WITTLICH, 2012: Use of nectar resources by *Ascogaster quadridentata* WESMAEL (Hymenoptera, Braconidae), an important egg-larval parasitoid of the codling moth: first evidence from laboratory studies. Proceedings of the 15th International Conference on Organic Fruit-Growing. 20th to 22nd February 2012, University of Hohenheim, Germany.
- HOLLAND, J., 2012: Promoting agri-environment schemes for conservation biocontrol. IOBC-WPRS Bulletin **75**, 99-103.
- HORSTMANN, K., 2001: Ichneumonidae. In: *Verzeichnis der Hautflügler Deutschlands (Entomofauna Germanica 4)*. Hrsg: DATHE, H. H., A. TAEGER und S. M. BLANK, Dresden. Entomologische Nachrichten und Berichte, Beiheft **7**, 69-103.
- HUDDLESTON, T., 1984: The Palearctic species of *Ascogaster* (Hymenoptera: Braconidae). Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent.) **49** (5), 341-392.
- HUSSEY, N.W., 1985: History of Biological Control in protected culture: Western Europe. In: *Biological Pest Control: the glasshouse experience*. Eds.: HUSSEY, N.W. und N. SCOPTERS, Blandford Press, Dorset, 11-22.
- JKI (JULIUS KÜHN-INSTITUT), 2011: Nützlinge zu Kaufen - Liste der in Deutschland kommerziell erhältlichen Nützlinge mit Anwendungsmöglichkeiten und Bezugsquellen auch für Hobby- und Kleingärtner. Faltblatt zum Download, <http://www.jki.bund.de/de/startseite/veroeffentlichungen/broschueren-und-faltblaetter/n-bis-s.html> Download am 10.05.12
- KORTE, N. und S. POREMBSKI, 2010: Suitability of different cover crop mixtures and seedlings for a new tree row management in an organic orchard. Gesunde Pflanzen **62**, 45-52.
- KRIEG, A. und J. M. FRANZ, 1989: Lehrbuch der biologischen Schädlingsbekämpfung. Berlin und Hamburg, Paul Parey.
- KUGLER, H., 1970: Blütenbiologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- LANDIS, D. A., S. D. WRATTEN und G. M. GURR, 2000: Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Ann. Rev. Entomol. **45**, 175 – 201.
- LAVANDERO, B., S. D. WRATTEN, R. K. DIDHAM und G. GURR, 2006: Increasing floral diversity for selective enhancement of biological control agents: A double-edged sword? Basic and Applied Ecology **7**, 236-243.
- LAUBERTIE, E. A., S. D. WRATTEN, J.-L. HEMPTINNE, 2012: The contribution of potential beneficial insectary plant species to adult hoverfly (Diptera: Syrphidae) fitness. Biological Control **61**, 1-6.
- LEUPRECHT, B., 1992: Biologische Bekämpfung von *Liriomyza huidobrensis* in Gemüsekulturen im Gewächshaus. Gesunde Pflanzen **44**, 222-229.
- ÖLSCHLÄGER, C., 2006: Charakterisierung des Phenolstoffwechsels von Buchweizensamen (*Fagopyrum esculentum* Moench) als Grundlage für die Züchtung von flavonoidreichen Genotypen. Dissertation, Technische Universität München.
- PINTUREAU, B., 2008: Les espèces européennes de Trichogrammes. In Libro Veritas. 95 pp.
- POLASZEK, A., 2010: Species diversity and host associations of *Trichogramma* in Eurasia. In: *Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma*. Eds.: CONSOLI F.L., J.R.P. PARRA. und R.A. ZUCCHI, Springer Dordrecht, 237-265.
- RUPPERT, V., 1993: Einfluss blütenreicher Feldrandstrukturen auf die Dichte blütenbesuchender Nutzinsekten insbesondere der Syrphinae (Diptera: Syrphidae). Agrarökologie **8**. Haupt-Verlag, Bern
- THIÉRY, D., L. DELBAC, C. VILLEMANT und J. MOREAU, 2011: Control of grape berry moth larvae using parasitoids: should it be developed? IOBC/wprs Bulletin **67**, 189-196.
- WÄCKERS, F. L., P. C. J. VAN RIJN und G. E. HEIMPEL, 2008: Honeydew as a food source: making the best of a bad meal? Biological Control **45**, 176–184.
- WINKLER, K., F. L. WÄCKERS, A. J. THERMORSHUIZEN, J. C. VAN LENTEREN, 2010: Assessing risks and benefits of floral supplements in conservation biological control. BioControl **55**, 719-72.