

Cornel Adler

Biologische Schädlingsbekämpfung im Vorratsschutz: Besonderheiten rund um den Schutz gelagerter Lebensmittel

Biological control in stored product protection:
what to consider around the protection of stored food stuffs

93

Zusammenfassung

Seit über zehn Jahren werden in Deutschland biologische Gegenspieler kommerziell zum Einsatz in Lagerungs- und Verarbeitungsbetrieben pflanzlicher Vorräte angeboten. Dabei hat sich das Angebot verschiedener Parasitoidenarten stetig vergrößert. Im Vergleich zum Feld ist das Vorratslager aber ein künstliches Habitat, das bei geeigneten Bedingungen schnell die Massenvermehrung von Vorratsschädlingen ermöglicht. Werden die geeigneten Nützlinge schon bei geringer Schädlingsdichte freigelassen, ermöglicht die biologische Bekämpfung eine Unterdrückung der Entwicklung einer Schädlingspopulation. Eine Kontamination der Lebensmittel durch Rückstände der Gegenspieler kann verhindert werden, so lange vor der weiteren Verarbeitung ein Reinigungsschritt erfolgt oder wenn die Parasitierung außerhalb des Vorratsgutes stattfindet.

Stichwörter: Vorratsschutz, Parasitoide, biologische Bekämpfung, Kontamination

Abstract

For more than ten years biological control agents for stored product protection in storage rooms and food processing industry have been commercially available in Germany. In this time the number of offered parasitoids increased gradually. Compared to biological control in the field, a storage room is an artificial habitat that may

allow rapid population increase of pests in case of suitable conditions. Provided that suitable beneficials are released at a low host density, a suppression of a pest population can be achieved. A contamination of food stuffs with residues of beneficials can be avoided as long as a cleaning step is possible prior to further food processing or if parasitization takes place outside of the stored product.

Key words: Stored product protection, parasitoids, biological control, contamination

Vorräte, Schädlinge und Integrierter Vorratsschutz

Werden nach der Ernte aus im Feld angebauten Kulturen lagerfähige Pflanzenerzeugnisse, so können diese im Vorratslager, während der Lebensmittelverarbeitung, während des Transports, im Handel oder beim Endkunden von Insekten angegriffen werden. Typische Vorratsgüter sind z.B. Getreide und Getreideerzeugnisse, fetthaltige Samen (Nüsse, Rohkakao, Ölsaaten), Hülsenfrüchte, Tee und teeähnliche Erzeugnisse (Anis, Fenchel, Kümmel, Holunderblüten, Zitronenmelisse, Hibiskus, etc.), Arzneipflanzen, Gewürze, Trockenfrüchte, Rohkaffee oder Tabak. Insekten sind die Hauptschädlinge in diesen lagerfähigen Vorratsgütern, weil die vorratsschädlichen Käfer, Motten und Staubläuse auf das Leben in einem trockenen Biotop spezialisiert sind. Knapp 90 Insektenarten spielen weltweit als Vorratsschädlinge eine wirtschaftlich bedeutsame Rolle in unterschiedlichen

Institution

Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Berlin

Kontaktanschrift

Dr. Cornel Adler, Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin, E-Mail: cornel.adler@jki.bund.de

Zur Veröffentlichung angenommen

Februar 2010

Produkten und sind durch den internationalen Handel weit verbreitet. Ihnen genügt meist die im Lagergut enthaltene Feuchtigkeit, zusätzliches Wasser wird durch den Atemstoffwechsel erzeugt, ein Prozess, der bei schwerem Befall schnell zu Feuchte- und Wärmenestern und zur Schimmelbildung führen kann.

Das Fachgebiet Vorratsschutz erforscht die Biologie vorratsschädlicher Insekten und Verfahren zur Vermeidung oder Minimierung der so möglicherweise entstehenden Schäden. Dabei zielt der Integrierte Vorratsschutz zunächst auf eine Schädlingsvermeidung durch insektendichte Lagerung, Reinigung, Kühlung und Trocknung der Ernteprodukte. Da die meisten Vorratsschädlinge in Mitteleuropa auf dem Feld nicht vorkommen, kann durch gute Vorbeugung ein Befall durch vorratsschädliche Insekten vermieden werden. Allerdings sind viele Erzeugerlager noch nicht insektendicht gestaltet.

Sind Insekten in das Vorratsgut eingewandert, sollte ein Befall so früh wie möglich erkannt werden. Dies kann durch Temperaturüberwachung oder Fallensysteme erleichtert werden. Bei der Bekämpfung ist in den vergangenen Jahren die Anzahl verfügbarer chemischer Mittel stark zurückgegangen (aktuell zugelassene Mittel und Wirkstoffe, siehe Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis Teil 5 Vorratsschutz unter www.bvl.bund.de), dagegen hat sich die Bedeutung physikalischer und biologischer Verfahren zur Schädlingsbekämpfung erhöht.

Obwohl in Deutschland die Biologie einzelner Parasitoiden vorratsschädlicher Insekten schon um 1920 erforscht wurde (HASE, 1919, 1922), sind biologische Gegenspieler erst seit etwa 1996 zur Bekämpfung vorratsschädlicher Insekten in Deutschland kommerziell erhältlich. Einen ersten Anfang dazu machte die Erforschung und Massenzucht des Eiparasitoiden *Trichogramma evanescens* (HASSAN und PROZELL, 1992; SCHÖLLER, 1996), einer Trichogrammatide, die zunächst im Freiland zur Bekämpfung des Maiszünslers *Ostrinia nubilalis* (Lep., Pyralidae) und des Apfelwicklers *Cydia pomonella* (Lep., Tortricidae) eingesetzt, aber stets auf Eiern der Getreidemotte *Sitotroga cerealella* (Lep., Gelechiidae) gezüchtet wurde.

Im Vorratsschutz setzt man die aus Eikarten schlüpfenden, nur etwa 0,4 mm großen Parasitoiden ein, um in Regalen verpackte Produkte zu schützen gegen den Befall mit vorratsschädlichen Motten. Eier vorratsschädlicher Motten werden meist in der Nähe von Verschlüssen in Schlauchbeuteln und Faltschachteln abgelegt, die nicht gasdicht verschlossen sind und denen daher ein Geruch attraktiver Inhaltstoffe entströmt. Auch Nagekäfer, die als Imagines selbst keine Nahrung mehr zu sich nehmen, drangen bei Versuchen zur Eiablage nicht in Verpackungen ein, sondern legten ihre Eier auf die Verpackungsoberfläche. Bei richtiger Anwendung legt *Trichogramma evanescens* Eier in die Eier seiner Wirte, bevor eine Eilarve entschlüpft und in die Vorräte einwandert. *Trichogramma* ist bei der Wirtswahl ein Generalist und parasitierte in Laborversuchen sogar die Eier des Gemeinen Speckkäfers *Dermestes lardarius* (SÁ FISCHER und SCHÖLLER, 1994).

Unterschiede zwischen biologischer Bekämpfung im Feld und im Vorratsgut

Die biologische Schädlingsbekämpfung im Vorratslager ist von der im Feld durch eine Reihe von Faktoren zu unterscheiden:

Während im Feld ökonomisch unbedeutende Pflanzenteile von Schädlingen befallen sein können, liegen im Vorratslager nur Ernteprodukte. Daher sind hier entstehende Schäden immer auch ökonomische Schäden.

Im Feld kann eine Pflanze durch Wachstum Schäden kompensieren, Vorratsgüter dagegen wachsen nicht und sind Speicherorgane oder Erzeugnisse mit stark reduziertem Stoffwechsel. Schäden können daher durch Wachstum nicht kompensiert werden.

Ungünstige Klimafaktoren oder die Massenvermehrung eines biologischen Gegenspielers (Krankheitserregers, Räubers) können im Feld zum Zusammenbruch bestimmter Schädlingspopulationen führen. Im gegen Klimaschwankungen geschützten Vorratslager sind dagegen auch Schadinsekten geschützt. Andererseits ist im Vorratslager das Risiko der Nützlingsabwanderung geringer.

Im Feld kann eine wirtschaftliche Schadensschwelle definiert werden als der Bereich, in dem die durch einen Schädlingsbefall zu erwartenden Schäden den Kosten für eine Bekämpfung entsprechen. Eine geringe Schädlingsdichte kann gegebenenfalls ohne Gegenmaßnahmen toleriert werden. In lagernden Pflanzenerzeugnissen ist ein im Produkt gefundenes Schadinsekt aber Anzeichen für einen Befall, der sich ohne Gegenmaßnahme schnell zum Massenbefall und Totalverlust entwickeln kann. Außerdem gilt ein Vorratsgut aber nur als gesund und handelsfähig, wenn es frei ist von Vorratsschädlingen und ihren Brutstadien.

Kommerziell erhältliche Nützlinge

Biologische Gegenspieler für den Vorratsschutz im deutschsprachigen Raum werden derzeit hauptsächlich von zwei Produzenten angeboten, der Biologischen Beratung in Berlin (www.biologische-beratung.de) und in der Schweiz von Andermatt Biocontrol (www.biocontrol.ch). Bei den angebotenen Nützlingen handelt es sich einerseits um Parasitoide gegen vorratsschädliche Motten, nämlich den schon erwähnten Eiparasitoiden *T. evanescens*, den Larvalparasitoiden *Habrobracon hebetor* (Hym., Braconidae) und *Venturia canescens* (Hym., Ichneumonidae), einen Parasitoiden von Larven und Puppen. Andererseits werden auch Nützlinge angeboten, die als Parasitoide Larven vorratsschädlicher Käfer angreifen: *Lariophagus distinguendus* (Hym., Pteromalidae), *Anisopteromalus calandrae* (Hym., Pteromalidae), *Theocolax elegans* (Hym., Pteromalidae) werden gegen Rüsselkäfer in Getreide, Brot- und Tabakkäfer und Getreidekapuziner eingesetzt, und *Cephalonomia tarsalis* (Hym., Bethyliidae) ist Gegenspieler des Getreideplattkäfers *Oryzaephilus surinamensis*. Eine genauere Beschreibung der

Biologie dieser Arten findet sich in SCHÖLLER (1998) und REICHMUTH et al. (2007).

Diese Gegenspieler können auch natürlicherweise in befallenen Vorratslagern gefunden werden. Zur biologischen Bekämpfung lassen sie sich aber nur einsetzen, wenn man bei geringer Wirtsdichte ein Vorratslager mit Gegenspielern überschwemmt. Nur wenn die von den Nützlingen abgelegte Anzahl an Eiern der der Wirte entspricht oder diese übertrifft, kann die Schädlingsmassenentwicklung wirksam unterbunden werden. Bei schwerem Befall oder der Entstehung von Befallsnestern („hot spots“) wird dieses Verfahren schnell unwirtschaftlich und unwirksam. Denn einerseits müssten der Schädlingspopulation entsprechende Anzahlen an Gegenspielern bereitgestellt werden. Außerdem ist bei schwerem Befall die Erreichbarkeit der Wirtstiere durch Fraßmehl, Gespinste, Kot, Wärme, Feuchtigkeit und gegebenenfalls Schimmelbildung deutlich reduziert. Deshalb hat die biologische Bekämpfung im Vorratslager einen eher vorbeugenden Charakter.

Holepyris sylvanidis gegen den Reismehlkäfer in Mühlen

Gegen den in Mühlen und Bäckereien häufigen Reismehlkäfer *Tribolium confusum* gibt es derzeit noch keinen kommerziell erhältlichen Gegenspieler. Die Bethylide *Holepyris sylvanidis* wird seit einiger Zeit gezüchtet und auf ihre Eignung als Gegenspieler untersucht. Dabei sind Massenvermehrung, Wirtsfindung, Sexualdimorphismus und andere Fragen Gegenstand der Untersuchung. Zu den Ergebnissen einer Diplomarbeit von Cornelia FRIELITZ gehörte, dass unbegattete Weibchen männliche Nachkommen hervorbringen, dass männliche Tiere ein vergleichsweise kleineres Abdomen, längere Flügel und längere Antennen haben, und dass Honig die Lebensdauer der Weibchen verlängert. Sobald das Weibchen eine Wirtslarve paralyisiert hat, sucht es eine geeignete Versteckmöglichkeit und zieht den Wirt in dieses Versteck, bevor ein Ei vorzugsweise ventral hinter das letzte Beinpaar der Reismehlkäferlarve abgelegt wird. Bei Versuchen in Petrischalen wurden von einzelnen Weibchen im Laufe ihres Lebens bis zu 52 Eier abgelegt

(ADLER und FRIELITZ, 2008). Untersuchungen zur Diplomarbeit von Sandra LORENZ zeigten, dass Parasitoiden-Weibchen auf der Suche nach Wirten auch mehrere Zentimeter tief in Weizenschrot eindringen, wobei Reismehlkäfer-Larven in grobem Schrot auch noch in 8 cm Tiefe gefunden wurden. Versuche zur Prüfung der praktischen Einsetzbarkeit dieses Parasitoiden sollen folgen.

Vor- und Nachteile der biologischen Bekämpfung im Vorratsschutz sind in Tab. 1 dargestellt.

Risiko der Kontamination der Lebensmittel

Obwohl die biologische Bekämpfung mit dem Ziel erfolgt, eine Kontamination mit Rückständen vorratsschädlicher Arthropoden zu reduzieren, ist aus juristischer Sicht das gezielte Einbringen biologischer Gegenspieler ebenfalls problematisch. Eine gewisse Unsicherheit besteht derzeit bei der Frage, in welchen Produkten oder Prozessen der Lebensmittelproduktion sich ein Einsatz der Nützlinge wegen des Risikos der Kontamination der Endprodukte verbietet.

Nach der Europäischen Lebensmittelhygiene-Verordnung (258/2004 EG) und entsprechend dem Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch muss ein Lebensmittelerzeuger sicherstellen, dass eine Kontamination der Lebensmittel so weit wie möglich vermieden wird. Daher erscheint derzeit ein Einsatz nützlicher Arthropoden in trockenen Pflanzenerzeugnissen überall da möglich, wo nach Ende der biologischen Schädlingsbekämpfung und vor der Weiterverarbeitung noch ein Reinigungsschritt erfolgt. Die Anwendung von Trichogrammatiden rund um verpackte Produkte erscheint unter diesem Gesichtspunkt unproblematisch, da in Laborstudien nur bei ausreichend großen Öffnungen zufällig eine Einwanderung erfolgte (AMBROSIOUS et al., 2006). Bei dem Einsatz in Verarbeitungsräumen, wie z.B. in Mühlen rund um die Maschinen, könnte die biologische Bekämpfung ebenfalls noch möglich sein, wenn verhindert werden kann, dass Organismen im Endprodukt erscheinen. Hier sollte im Einzelfall das jeweilige Kontaminationsrisiko und seine Minimierung abgewogen werden.

Tab. 1. Vor- und Nachteile der biologischen Schädlingsbekämpfung mit Parasitoiden im Vorratsschutz

Vorteile	Nachteile
Nützlinge finden wenige Wirte im Substrat	Nützlinge sind meist art- und stadienspezifisch
Zulassung einheimischer Arten für Pflanzenschutz Zwecke nicht erforderlich	Zucht ist aufwändig
Arbeit um behandelte Objekte kann weiter laufen	Kaum lagerfähig
Kein Risiko für Arbeitssicherheit	Bei schwerem Befall nicht wirksam
Geringe Biomasse	Risiko der Kontamination der Lebensmittel

Literatur

- ADLER, C., 1998: What is integrated stored product protection? In: ADLER, C., M. SCHÖLLER (eds.): Proceedings of the meeting of the IOBC-WPRS study group 'Integrated Protection of Stored Products', Zurich, 31 August - 2 September 1997, IOBC-Bulletin **21** (3), 1-8.
- ADLER, C., C. FRIELTZ, 2008: Zur Eibablage und Parasitierungsleistung von *Holepyris sylvanidis* (Hym. Bethyridae) einem Larvalparasitoiden des Amerikanischen Reismehlkäfers *Tribolium confusum*. In: 56. Deutsche Pflanzenschutztagung, Kiel, 22.-25.09.08, Mitt. Julius Kühn-Institut **417**, 141.
- AMBROSIUS, F., C. ADLER, Ch. REICHMUTH, J.L.M. STEIDLE, 2006: Invasion of *Trichogramma evanescens* into food packages and the risk of food contamination. In: Implementation of Biocontrol in Practice in temperate regions - present and near future. Proc. International Workshop, Flakkebjerg, Denmark, Nov. 1-3, 2005, DIAS Report **119**, 109-117.
- HASE, A., 1919: Beiträge zur morphologischen und biologischen Kenntnis der Schlupfwespe *Lariophagus distinguendus* (FÖRSTER) Kurdj. Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde Berlin **10**, 402-432.
- HASE, A., 1922: Biologie der Schlupfwespe *Habrobracon brevicornis* WESMAEL (Braconidae), zugleich ein Beitrag zur Frage der biologischen Bekämpfung von Schadinsekten. Arb. Biol. Reichsanst. Land- Forstwirtschaft. **11**, 95-168.
- HASSAN, S.A., S. PROZELL, 1992: Einsatz von *Trichogramma sp.* gegen Vorratsschädlinge. Phytomedizin **22**, 16.
- REICHMUTH, Ch., M. SCHÖLLER, C. ULRICHS, 2007: Stored Product Pests in Grain. Morphology - Biology - Damage - Control. Bonn, Agro-Concept Verlagsges., 170 S.
- SÄ FISCHER, A., M. SCHÖLLER, 1994: Nachweis der Parasitierung von *Dermestes maculatus* DE GEER (Coleoptera: Dermestidae) durch *Trichogramma evanescens* WESTWOOD (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie **9**, 161-164.
- SCHÖLLER, M., 1996: Laborversuche zum Einsatz von Eiparasitoiden der Gattung *Trichogramma* WESTWOOD gegen vorratsschädigende Motten in geschüttetem Getreide. Berlin, Dröge, 122 S.
- SCHÖLLER, M., 1998: Biologische Bekämpfung vorratsschädlicher Arthropoden mit Räubern und Parasitoiden - Sammelbericht und Bibliographie. In: REICHMUTH, Ch. (Hrsg.): 100 Jahre Pflanzenschutzforschung, Wichtige Arbeitsschwerpunkte im Vorratsschutz. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft. **342**, 85-189.