

Nachwuchswissenschaftlerforum 2009

**Lorenz, S.; Adler, C.; Reichmuth, Ch.**

Julius Kühn-Institut, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz (ÖPV), Berlin

***Holepyris sylvanidis*, ein natürlicher Gegenspieler des Amerikanischen Reismehlkäfers *Tribolium confusum*; Untersuchungen zur Eindringfähigkeit des Parasitoiden in das Nahrungssubstrat seines Wirtes***Holepyris sylvanidis*, a biological antagonist of the confused flour beetle *Tribolium confusum*; Investigations on the ability of the parasitoid to penetrate into the feeding substrate of its host**Zusammenfassung**

Das Ameisenwespenchen *Holepyris sylvanidis* (Brèthes, 1913) (Hymenoptera, Bethyilidae) ist ein natürlicher Gegenspieler des Amerikanischen Reismehlkäfers *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, 1868 (Coleoptera, Tenebrionidae). *T. confusum* gilt als bedeutender Schädling in der Nahrungsmittel-industrie sowie in gelagerten Getreideprodukten und tritt in Zentraleuropa vorwiegend in Mühlen und Bäckereien auf. Als Ektoparasitoid der *T. confusum*-Larven muss *H. sylvanidis* seine Wirte aufspüren, welche sich in ihren Nahrungssubstraten, wie Mehl und Schrot, in unterschiedlicher Tiefe aufhalten können. Diese Arbeit beschäftigte sich daher mit der Fragestellung, ob der Erfolg von *H. sylvanidis* bei der Wirtssuche von der Lagetiefe der Wirtslarven im Substrat sowie der Art des Substrates abhängig ist. In Laborversuchen wurde jeweils eine mit 10 *T. confusum*-Larven bestückte, nicht vollständig geschlossene Petrischale auf dem Boden eines Versuchsglases platziert und mit einer 1, 2, 4 oder 8 cm hohen Schicht feinem oder grobem Weizenvollkornschrot bedeckt (überwiegende Partikelgröße: feiner Schrot < 0,2 mm; grober Schrot 1,4 - 3,0 mm). An der Substratoberfläche wurden jeweils 10 *H. sylvanidis*-Weibchen und 2 Männchen freigelassen. Je Schrotart und Testtiefe erfolgten 15 Versuchswiederholungen. Die *T. confusum*-Larven waren nicht in der Lage, die Petrischale zu verlassen, konnten aber von den Wespenweibchen heraus transportiert werden. Das Verschleppen der Wirtslarven ist ein für *H. sylvanidis* typisches Verhalten, das der eigentlichen Parasitierung vorausgeht. Zwei Wochen nach Versuchsbeginn wurde die Anzahl der verschleppten Käferlarven ermittelt, um den Wirtsfindungserfolg der Wespen bestimmen zu können. In beiden Schrotarten nahm der Anteil der von *H. sylvanidis* gefundenen Wirtslarven mit zunehmender Tiefe ab. In feinem Schrot fanden die Wespenweibchen ihre Wirtslarven bis zu einer Tiefe von 4 cm, in 8 cm Tiefe platzierte Larven wurden nicht mehr gefunden. Im Gegensatz dazu fanden die Parasitoide in grobem Schrot auch die in 8 cm Tiefe ausgebrachten Wirtslarven. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine geringe Partikelgröße des Substrates den Wirtsfindungserfolg von *H. sylvanidis* verringert. In grobem Schrot sowie in dünnen Schichten eines feinen Substrates erscheint die biologische Bekämpfung von *T. confusum* mit *H. sylvanidis* dagegen vielversprechend.

Stichwörter: *Holepyris sylvanidis*, *Tribolium confusum*, Biologische Bekämpfung, Parasitoid, Eindring-fähigkeit, Wirtsfindung

**Abstract**

The bethylid wasp *Holepyris sylvanidis* (Brèthes, 1913) (Hymenoptera: Bethyilidae) is an antagonist of the confused flour beetle *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, 1868 (Coleoptera: Tenebrionidae). *T. confusum* is a severe pest in the food processing industry and in grain products, in Central Europe primarily in flour mills and bakeries. Females of the larval ectoparasitoid *H. sylvanidis* face the problem to detect hosts that feed in different depths inside a stored product like flour or grist. The study addressed the question whether successful host finding by *H. sylvanidis* is dependent on the location of host larvae inside the substrate. Furthermore, it was studied whether the type of substrate affects host finding. In laboratory experiments, 10 *T. confusum* larvae were placed in a Petri dish accessible to the wasps at a depth of 1, 2, 4 or 8 cm inside either fine or coarse ground wholemeal grist of wheat (main particle size: fine grist < 0.2 mm; coarse grist 1.4 - 3.0 mm). 15 replicates per substrate and depth were performed. 10 female and 2 male parasitoids were released on the surface of the substrate. Host larvae were not able to leave the Petri dish, however, they could be pulled outside the dish by female *H. sylvanidis*. Within the behavioural sequence of parasitisation, pulling away of host larvae is the behaviour typically preceding oviposition. In order to determine the host finding rate by the parasitoid, the number of missing host larvae was counted two weeks after experiments started. In both types of substrates, host finding decreased with increasing depth. In fine grist, larvae were removed from the Petri dish down to 4 cm depth, however, larvae placed at 8 cm depth were not found anymore. In contrast, in coarse grist host larvae were still parasitised at 8 cm depth. The results suggest that decreasing substrate particle size reduces the host finding capability by *H. sylvanidis*. Nevertheless, *H. sylvanidis* may be considered a promising candidate for biological control of *T. confusum* larvae feeding in coarse ground grist and in thin layers of fine ground grist.

Keywords: *Holepyris sylvanidis*, *Tribolium confusum*, biological control, parasitoid, penetration ability, host finding

**Einleitung**

Die Akzeptanz synthetischer, nicht natürlich vorkommender chemischer Stoffe zur Schädlings-bekämpfung nimmt ab. Das Interesse an sogenannten Bio-Lebensmitteln steigt. Daher gewinnt auch die biologische Schädlings-

bekämpfung im Vorratsschutz an Bedeutung. *Holepyris sylvanidis* ist ein Ektoparasitoid an den Larven des in der Getreideverarbeitung häufigen Amerikanischen Reismehlkäfers *Tribolium confusum*. *H. sylvanidis* wurde in seiner Biologie von verschiedenen Autoren beschrieben und kann seit einiger Zeit auch im Labor gezüchtet werden (Abdella 1985, Ahmed & islam 1988, Ahmed et al. 1997). Für die Anwendung des Parasitoiden gegen den Amerikanischen Reismehlkäfer wäre es wünschenswert, dass Schädlinglarven auch in tieferen Schichten von Mahlgut parasitiert werden. Ziel dieser Untersuchungen war es daher zu ermitteln, inwieweit eiablagebereite *H. sylvanidis*-Weibchen in der Lage sind, in Schrote unterschiedlicher Körnungen (Vermahlungsgrad) einzudringen und die darin verborgenen *T. confusum* Larven zu parasitieren.

### Material & Methoden

**Insekten:** Die Versuchstiere entstammten laboreigenen Zuchten, in denen *T. confusum* in feinem Weizenvollkornschrot und *H. sylvanidis* auf *T. confusum*-Larven in hohlen Weizenkörnern (ausgehöhlt von *Sitophilus* spp.) gezogen wurde. Die in den Tests eingesetzten Wirtslarven befanden sich ca. im 4. Larvenstadium, da *H. sylvanidis* bevorzugt Larven dieses Stadiums parasitiert (Ahmed et al. 1997). Die Parasitoide waren zu Versuchsbeginn maximal 10 Tage alt und bereits verpaart.

**Versuchsaufbau:** Die Untersuchungen erfolgten anhand von Weizenvollkornschrot unterschiedlicher Körnungen – feinem Schrot (Mahlstufe 1) und grobem Schrot (Mahlstufe 7) (Tabelle 1). Der verwendete Weizenvollkornschrot enthielt sämtliche Bestandteile des Korns und wurde jeweils vor Versuchsbeginn mit einer Schrotmühle (Billy 200, hawo's Kornmühlen GmbH) frisch gemahlen. Zur Abtötung aller möglicherweise enthaltenen Arthropoden wurde das benötigte Getreide vorher mindestens zehn Tage bei -18 °C gelagert und nach dem Auftauen durch Zugabe von Wasser auf eine Kornfeuchte von  $14 \pm 1$  % eingestellt.

**Tab. 1** Mahlstufen (Körnungen) und entsprechende Zusammensetzung der für die Versuche verwendeten Schrote (Mahlstufen durch Schrotmühle vorgegeben)

Mahlstufe	prozentualer Anteil an Teilchen der Größe				maximale Partikelgröße [µm]
	≤ 200 µm	201 - 710 µm	711 - 1400 µm	> 1400 µm	
1	64,0	31,7	4,3	0	1400
7	9,4	9,5	17,1	64,0	2800 – 3000

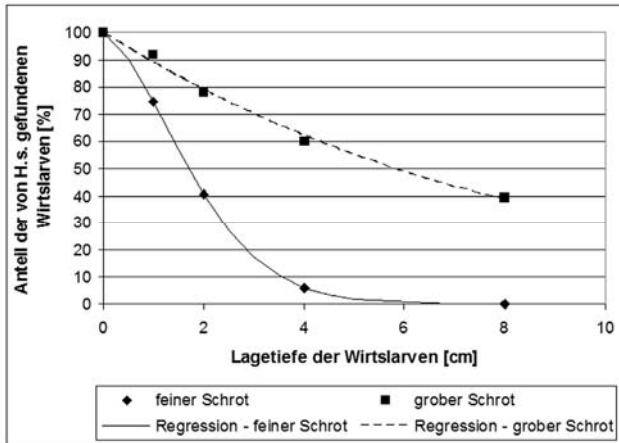
Mit beiden Schrotarten wurde untersucht, ob *H. sylvanidis* in der Lage ist 1, 2, 4 bzw. 8 cm tief in das Wirtssubstrat vorzudringen. Jede Tiefe wurde dabei in einem separaten 2-Liter-Versuchsglas getestet. Auf dem Boden jedes Versuchsglases wurde mittig eine Petrischale mit jeweils zehn *T. confusum*-Larven ausgebracht, die zur Versorgung der Larven 1 g feinen Weizenvollkornschrot enthielt. Das Petrischalen-unterteil (Ø 3,5 cm) wurde mit einem etwas größeren Oberteil (Ø 5,5 cm) bedeckt, das durch ein waagrecht darin platziertes, V-förmig abgeknicktes Holzstäbchen von 3 mm Dicke um diese Höhe angehoben wurde. Durch diesen Spalt hatten die *H. sylvanidis*-Weibchen Zugang zu den Käferlarven. Die Wirtslarven selbst waren nicht in der Lage die Petrischale zu verlassen. Die Petrischale wurde anschließend mit einer 1, 2, 4 oder 8 cm hohen Schicht Schrot bedeckt. Durch vorsichtiges Einrütteln des Schrotes sollte eine möglichst einheitliche Verdichtung erreicht und ein nachträgliches Absinken der Schrotartikel sowie die damit verbundene Veränderung der Füllhöhe vermieden werden. Auf der Substratoberfläche wurden 10 *H. sylvanidis*-Weibchen und 2 Männchen freigelassen. Die Eignung des gesamten Versuchsaufbaus wurde innerhalb eines Vorversuches geprüft. Als Nahrung für *H. sylvanidis* befand sich an der Wand jedes Versuchsglases oberhalb des Schrotes ein Tropfen Honig. Die mit einem Stück Baumwollstoff und Gummibändern verschlossenen Gläser wurden 14 Tage bei  $25 \pm 1$  °C,  $57 \pm 5$  % r.Lf. und kontinuierlicher Dunkelheit in der Klimakammer aufbewahrt. Die Versuche umfassten je Schrotart und Testtiefe (=Lagetiefe der Wirtslarven) 15 Wiederholungen.

**Registrierte Daten:** 14 Tage nach Versuchsbeginn erfolgte die Entnahme des Schrotes sowie der Petrischale, in der die 10 *T. confusum*-Larven ausgebracht worden waren. Wenn *H. sylvanidis*-Weibchen eine Wirtslarve finden, paralisieren sie diese und transportieren sie stets vom Fundort zu einem potentiellen Versteck, bevor sie ein Ei an der Larve ablegen (Abdella et al. 1985, Ahmed et al. 1997). Dieses Verhalten wurde in Vorversuchen überprüft und bestätigt. Folglich wurde die Anzahl der in der Petrischale fehlenden Wirtslarven registriert und als Anzahl vom Parasitoiden gefundener Larven gewertet. Zur weiteren Überprüfung erfolgte stichprobenartig die Durchsicht des umliegenden Substrates auf verschleppte und parasitierte Wirtslarven.

**Versuchsauswertung:** Für jede Testtiefe und Schrotart wurde der prozentuale Anteil der von *H. sylvanidis* aus der Petrischale verschleppten Wirtslarven im Verhältnis zur Gesamtanzahl angebotener Larven (10 pro Versuchsglas bzw. 150 pro Versuchsreihe) berechnet. Um die Art der Abhängigkeit der Anzahl gefundener Wirtslarven (y) von deren Lagetiefe (x) zu abzuschätzen, erfolgte eine Regressions-analyse. Hierfür wurde angenommen, dass bei einer Platzierung der *T. confusum*-Larven auf der Substratoberfläche (Lagetiefe = 0 cm), die *H. sylvanidis*-Weibchen alle angebotenen Wirtslarven (100 %) finden würden. Dieser Wert wurde als Referenz mit in die Analyse aufgenommen.

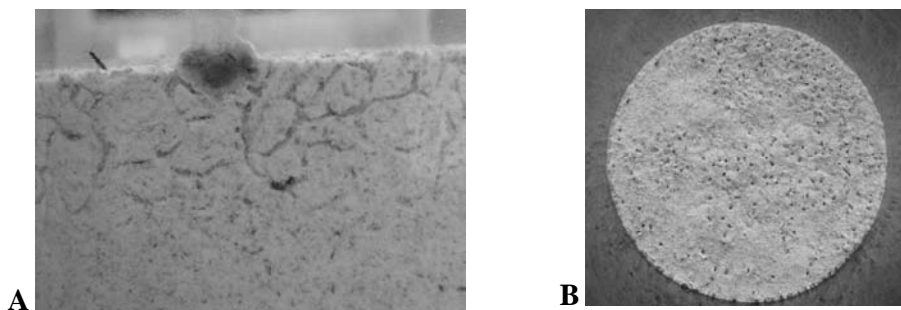
**Ergebnisse**

Bei beiden Schrotarten war deutlich die Tendenz erkennbar, dass der Anteil der von *H. sylvanidis* gefundenen Wirtslarven mit zunehmender Lagetiefe der Larven abnahm. Im Vergleich aller Testtiefen war dabei der Anteil der gefundenen Wirtslarven im groben Schrot höher als im feinen Schrot. Während die *H. sylvanidis*-Weibchen im feinen Schrot in 8 cm Tiefe keine Wirtslarven mehr fanden, lag der Anteil gefundener Larven im groben Schrot in dieser Tiefe noch bei fast 40 % ( Abbildung 1).



**Abb. 1** Prozentualer Anteil der von den *H. sylvanidis*-Weibchen (H.s.) gefundenen *T. confusum*-Larven an der Gesamtanzahl angebotener Wirtslarven (= 150, bei 10 Larven und 15 Wiederholungen je Tiefe und Schrotart); untersuchte Lagetiefen der Wirtslarven: 1, 2, 4 bzw. 8 cm; untersuchte Schrotarten: fein (Mahlstufe 1) bzw. grob (Mahlstufe 7); Regressionsgleichungen: feiner Schrot:  $y = a / ((1 + d * ((x - b) / c)^2)) * \text{EXP}(((1 - d) / 2) * (((x - b) / c)^2))$ , mit  $a = 101,65514$ ;  $b = -0,29416235$ ;  $c = 1,8547399$  und  $d = 0,30759403$ ; grober Schrot:  $y = 100,21e^{-0,1191x}$ , Versuchsdauer: 14 Tage; äußere Bedingungen:  $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ,  $57 \pm 5\%$  r.Lf., kontinuierliche Dunkelheit

Wiederholte Beobachtungen der einzelnen Versuchsansätze zeigten, dass *H. sylvanidis*-Weibchen in der Lage waren, Gänge in das verwendete Substrat zu graben, welche sie auch wiederholt benutzten. Besonders auffällig war dies in feinem Weizenvollkornschrot. An den Wänden der Versuchsgläser zeichneten sich regelrechte Gangsysteme ab (Abbildung 2).



**Abb. 2** Von *H. sylvanidis* gegrabene Gänge in feinem Weizenvollkornschrot (Mahlstufe 1), (A) Seitenansicht, (B) Ansicht von oben

## Diskussion

Bei der biologischen Bekämpfung von *T. confusum* ist die Fähigkeit eines geeigneten Gegenspielers, in das Nahrungssubstrat des Schädlings einzudringen, ein wichtiger Teilaspekt für die Bestimmung des optimalen Einsatzbereiches. Die Versuchsergebnisse zeigen, dass die Parasitoidenweibchen in der Lage waren, sowohl in feinen als auch in groben Weizenvollkornschrot einzudringen und die darin verborgenen *T. confusum*-Larven zu finden. Dabei wurde der Erfolg der *H. sylvanidis*-Weibchen bei der Wirtssuche sowohl von der Lagetiefe der ausgebrachten Wirtslarven als auch von der Art des Substrates beeinflusst. Wie ist der Einfluss der Substratstruktur auf das Vordringen von *H. sylvanidis* in das Substrat zu erklären? Ein grobes Material scheint den Wespen ein tieferes Vordringen zu ermöglichen als ein feinkörniges. Erklärbar ist dies anhand der Partikelgröße. Zwischen größeren Partikeln verbleiben größere Hohlräume und das Material ist nicht so stark verdichtet wie ein feinkörniges.

Die überwiegende Partikelgröße des im Versuch verwendeten groben Schrotetes betrug 1,4 mm-3,0 mm (Tabelle 1). *H. sylvanidis*-Weibchen weisen eine Körperlänge von  $2,96 \pm 0,27$  mm auf (Frielitz, Berlin, persönliche Mitteilung). Aufgrund ihrer geringen Größe konnten die Wespen kleine Spalten und Hohlräume nutzen, um sich im Schrot fortzubewegen. Es ist anzunehmen, dass *H. sylvanidis* in groben Schrot noch wesentlich tiefer als 8 cm vordringen kann. Um genaue Aussagen über die maximale Eindringtiefe der Wespen ins Substrat treffen zu können, müssten weitere Versuche durchgeführt werden.

Die Abnahme der Wirtsfindung durch die Parasitoidenweibchen bei zunehmender Lagetiefe der Wirtslarven lag vermutlich auch darin begründet, dass eine längere Wegstrecke einen erhöhten körperlichen Einsatz der Wespen erforderte. Außerdem ist anzunehmen, dass es für die Parasitoide umso schwieriger war, die Wirtslarven wahrzunehmen, je tiefer diese im Schrot lagen. Wie auch Versuche zur olfaktorischen Orientierung von *H. sylvanidis* bei der Wirtssuche zeigten (unveröffentlichte Daten), nutzen die Wespenweibchen dafür offenbar flüchtige Substanzen aus dem Kot der *T. confusum*-Larven. Diese Duftstoffe verteilten sich vermutlich über die Hohlräume im Schrot und konnten nach einer gewissen Zeit von den Wespen an der Substratoberfläche bzw. in den oberen Schichten wahrgenommen werden. Je tiefer die Larven im Substrat platziert waren und je feinkörniger das Material war, umso schwieriger war es offenbar für die Parasitoide, die Duftquelle zu orten. Möglicherweise wird die Schwächung der Geruchsorientierung durch Sorption der flüchtigen Substanzen verstärkt, die an feinem Schrot aufgrund der größeren Oberfläche in höherem Maße erfolgt.

Die Eindringfähigkeit anderer parasitoider Wespen in das Nahrungssubstrat ihrer vorratsschädlichen Wirte zeigt eine große Bandbreite. Laborexperimente von Schöller et al. (1996) ergaben, dass *Trichogramma embryophagum* und *T. evanescens* 1, 2 bzw. 5 cm tief in geschüttetem Weizen ausgebrachte Eier von *Ephestia* spp. erreichen und parasitieren. *T. evanescens* parasitierte sogar Wirtseier in 55 cm Tiefe (Schöller et al. 1994). Schöller (2000) ermittelte für *Habrobracon hebetor* eine maximale Eindringtiefe von 30 cm in geschütteten Roggen. Al-Kirshi et al. (1997) untersuchte die Eindringfähigkeit von *Laelius pedatus* in geschütteten Weizen. Diese Wespen fanden und parasitierten die Larven von *Trogoderma granarium* noch in 90 cm Tiefe. Unter Bedingungen, wie sie in Getreidelagern herrschen sowie mit praxisentsprechenden Mengen konnten Steidle & Schöller (2000) zeigen, dass *Lariophagus distinguendus* in der Lage ist, Larven von *Sitophilus granarius* in einer Tiefe von 4 m zu parasitieren. Im Vergleich dazu wurde für *H. sylvanidis* im Rahmen dieser Arbeit eine wesentlich geringere Eindringfähigkeit nachgewiesen. Allerdings ist der bevorzugte Wirt dieser Wespe, *T. confusum*, überwiegend ein Schädling in verarbeiteten Getreideprodukten (Reichmuth et al. 2007), wie z.B. Mehl und Schrot. Diese sind aufgrund ihrer feineren und dichteren Struktur schwerer zu durchdringen als ganze Körner. Die Fähigkeit, bis zu einer gewissen Tiefe in Schrot oder ähnliche Materialien einzudringen sowie Gänge in feine Materialien zu graben, ist für die *H. sylvanidis*-Weibchen von Bedeutung, da sich ihre Wirte in der Regel nicht an der Substratoberfläche, sondern im Material verborgen aufhalten. Zur Aufenthaltstiefe der *T. confusum*-Larven im Substrat wurden bereits verschiedene Studien durchgeführt, unter anderem von Ghent (1966), Wool (1969) und Bond (1961, zit. in Sokoloff 1974).

In Mühlen und Bäckereien sammeln sich oft Mehlereste in kleinen Spalten und Nischen, Abzugssystemen, in oder unter Maschinen, Silos oder anderen schwierig zu reinigenden Bereichen an. Dort kann sich *T. confusum* entwickeln und ausgehend von diesen Befallsherden immer wieder in frische Produkte einwandern. Am Beispiel der beiden untersuchten Weizenvollkornschrote konnte gezeigt werden, dass *H. sylvanidis* in der Lage ist, in derartige Substrate einzudringen, ihre Wirtslarven zu finden und zu parasitieren. Somit ist in Bezug auf diesen Aspekt ein Einsatz in der biologischen Bekämpfung von *T. confusum* denkbar, wobei die Wespe besonders für Bereiche dünner Substratschichten geeignet scheint.

Zur Überlebensstrategie der beschriebenen Wespe gehört ihre nun erstmals nachgewiesene Fähigkeit, Wirtslarven aktiv aufzusuchen, dabei auch in tiefere Schichten befallenen Mahlgutes einzudringen und darin verborgene Schädlinglarven aufzuspüren.

## Literatur

- Abdella, M.M.H., Tawfik, M.F.S., Awadallah, K.T., 1985: Biological studies on the bethylid parasitism *Holepyris sylvanidis* Brèthes. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor* **23**, 1355-1363.
- Ahmed, K.N., Islam, W., 1988: A new record of the parasite *Rhabdopyris zaeae* Waterston (Hymenoptera: Bethyilidae) from Bangladesh and some aspects of its biology. – *Bangladesh Journal of Zoology* **16** (2): 137-141.
- Ahmed, K.N., Khatun, M., Nargis, A., Dey, N.C., 1997: Mating, egg-laying and host feeding behaviour of *Rhabdopyris zaeae* Waterston (Hymenoptera: Bethyilidae) parasitizing *Tribolium confusum* larvae. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research* **4**, 633-637.
- Al-Kirshi, A.G., Reichmuth, Ch., Bochow, H., 1997: Eignung des Larvalparasitoiden *Laelius pedatus* (Say) (Hymenoptera, Bethyilidae) zur Bekämpfung des Khaprakäfers *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera, Dermestidae) in Getreide. – *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie* **11**: 367-372.
- Ghent, A.W., 1966: Studies of behavior of *Tribolium* flour beetles 2. Distributions in depth of *T. castaneum* and *T. confusum* in fractionable shell vials. – *Ecology* **47** (3): 355-367.
- Reichmuth, Ch., Schöller, M., Ulrichs, C., 2007: *Stored Product Pests in Grain: Morphology - Biology - Damage - Control*. AgroConcept Verlagsgesellschaft, Bonn: 170 Seiten.
- Schöller, M., 2000: Forager in the rye: biological control of *Ephesia elutella* in bulk grain. – In: Adler, C. & Schöller, M. (Hrsg.), *Integrated Protection of Stored Products*, IOBC-WPRS Bulletin **23** (10), 149-159.
- Schöller, M., Hassan, S.A., Reichmuth, Ch., 1996: Efficacy assessment of *Trichogramma evanescens* and *T. embryophagum* (Hym.: Trichogrammatidae) for control of stored products moth pests in bulk wheat. – *Entomophaga* **41** (1), 125-132.
- Schöller, M., Reichmuth, Ch., Hassan, S.A., 1994: Studies on biological control of *Ephesia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) with *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym.: Trichogrammatidae) - host-finding ability in wheat under laboratory conditions. – *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Working Conference on Stored-product Protection*, 17-23 April 1994, Canberra, Australia, Vol. **2**, 1142-1146.
- Sokoloff, A. 1972/1974: *The Biology of Tribolium*, with Special Emphasis on Genetic Aspects. – Oxford University Press, London, Volume 1/2, 300/610 S.
- Steidle, J., Schöller, M., 2000: Host finding of the granary weevil parasitoid *Lariophagus distinguendus* (Hymenoptera: Pteromalidae) in a storage environment. – *Integrated Protection of Stored Products*, IOBC-WPRS Bulletin **23** (10), 135-141.
- Wool, D., 1969: Depth distribution of adults and immatures of two *Tribolium castaneum* strains in pure and mixed cultures. – *Researches on Population Ecology* **11**, 137-149.

## Hassoun, Rula; Schnug, Ewald

Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Braunschweig

### A statistical evaluation of the contribution of mineral and tap water to the dietary intake of AS, B, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, U and Zn by humans

#### Abstract

Agriculture is a main contributor to environmental loads of nearly all elements of the periodic table. Mineral fertilizers, especially mineral phosphorus fertilizers, contain significant amounts of elements which affect the environment. The annual average loads of the elements arsenic (As), boron (B), copper (Cu), lithium (Li), molybdenum (Mo), nickel (Ni), lead (Pb), uranium (U) and zinc (Zn) to the entire agricultural land in Germany by the application of phosphorus fertilizers correspond to 38, 1575, 170, 10, 71, 50, 14, 239 and 604 tons, respectively. Some of these elements are essential for plants and higher organisms, for example B, Cu and Mo; others show a significant toxicity for life processes such as As, Pb and U. However, also essential elements such as Cu and Zn are toxic in higher concentrations. There are two major pathways by which elements enter the food chain: either by the uptake into food and forage plants or by leaching in potable ground and surface water bodies. As data on the contribution of drinking water to the total daily intake of these elements are scarce a study was conducted to evaluate the relative significance of mineral and tap waters to the total daily intake of the elements As, B, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, U and Zn by humans. Preliminary results of this study are presented.