

Zur Beutetierspezifität des Giftes von *Cupiennius salei* (Araneae: Ctenidae)

par

André Studer & Wolfgang Nentwig

Summary: When the venom of the ctenid spider *Cupiennius salei* is injected into different insect species, the insects show a different sensitivity to the venom which can be measured as LD-50 values. Some flies are 1000 times more sensible than beetles or ants. The more sensitive species are more often accepted as prey by the spider than unsensible ones. The LD-50 values are supported by results which base on a respirometric method. This allows to measure very precisely the time-dependent effect of a venom and shows different recovery possibilities among the insects tested.

1. EINLEITUNG

Bis vor wenigen Jahren beschränkten sich die Arbeiten mit Spinnengift beinahe vollständig auf einige humantoxische Arten. Dabei stand vor allem die Wirkung des Giftes auf Wirbeltiere im Vordergrund. Nahrungsökologische Aspekte in Zusammenhang mit Spinnengift sind bisher nur wenig erforscht. Interessante Gesichtspunkte ergaben sich bei Untersuchungen von HELLER (1974) und COUVREUR (1977) mit Gift von ausschliesslich ameisenfressenden Spinnen, bei denen festgestellt wurde, dass das Gift auf andere Insekten nur sehr schwach oder überhaupt nicht lähmend wirkt. In der folgenden Arbeit soll die Wirkung des Giftes von *Cupiennius salei*, einer polyphagen Ctenide, auf verschiedene Insekten untersucht werden.

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1 Giftgewinnung

Zur Giftgewinnung wurden adulte Weibchen verwendet, die sich seit höchstens 5.5 Monaten das letzte Mal gehäutet hatten. Die Tiere wurden betäubt, fixiert und elektrisch zur Abgabe des Giftes veranlasst (MALLI 1991), wobei Intervalle von mindestens zwei Wochen zwischen den einzelnen Giftentnahmen bei derselben Spinne eingehalten wurden.

2.2 LD-50 Bestimmung

Das gewonnene Gift wurde mit Insektenringer verdünnt und den in Tabelle 1 genannten Arten eingespritzt. So wurde rechnerisch die LD-50, die Giftdosis, die nach 24 h auf 50% der Tiere letal wirkt, ermittelt. Die getesteten Insekten wurden nach Gewicht ausgewählt. Dieses durfte maximal 10% nach oben oder unten variieren. Die Gifteinjektion wurde zwischen Coxa und Trochanter des rechten Hinterbeines vorgenommen. Nur die Ameisen erhielten die Einspritzung wegen ihrer geringen Grösse dorsal zwischen das 2. und 3. Abdominalsegment und die Käfer *Chrysomela menthastri*, *Agelastica alni* und *Poecilus cupreus* dorsal zwischen Thorax und Abdomen. .

Ordnung	Art	Gewicht [mg]	LD50/KG [nl/mg]	Reaktion
Coleoptera	<i>Chrysomela menthastri</i>	62	>>8,06	-
	<i>Agelastica alni</i>	33,5	5,97	-
	<i>Poecilus cupreus</i>	95	3,6	-
	<i>Tenebrio molitor</i>	130	3,85	-
Saltatoria	<i>Acheta domesticus</i> M	300	2,06	+/-
	<i>Gryllus spec.</i>	810	1,61	+
	<i>Grillodes sigillatus</i> M	70,2	0,312	++
	<i>Grillodes sigillatus</i> W	91,4	0,305	++
Hymenoptera	<i>Messor rufitarsis</i>	6,5	11,4	-
	<i>Myrmica spec.</i>	2,4	24,4	-
	<i>Formica rufa</i>	11,5	6,25	-
	<i>Lasius niger</i>	2,16	1,41	+
Diptera	<i>Protophormia spec.</i>	44	0,011	+++
	<i>Drosophila melanogaster</i>	1,96	0,017	+++
Neuroptera	<i>Chrysoperla carnea</i>	13	0,411	++

Tab. 1 - LD-50-Werte der verschiedenen Insektenarten; M Männchen; W Weibchen; KG Körpergewicht; Reaktion auf die Gifteinjektion: - nicht sensibel (>2.5 nl Gift/mg Körpergewicht), +/- kaum sensibel, + sensibel (1-2 nl/mg), ++ sehr sensibel (0.1-1 nl/mg), +++ überaus empfindlich (<0.1 nl/mg).

2.3 Respirometrie

Für eine respirometrische Erfassung der durch das injizierte Gift verursachten zunehmenden Reduktion der Stoffwechselintensität wurde eine Apparatur entwickelt, bei der ein neues Messverfahren benutzt wurde. Eine opto-akustische Messzelle der Firma Artron wurde zur CO₂-Messung in ein geschlossenes Kreislaufsystem eingebaut (Abbildung 1). Mittels einer Membranpumpe zwischen dem Messgefäß und der Messzelle wird die Luft im Kreis gepumpt. Bei der eigentlichen Messung werden die Ventile vor und nach der Messzelle geschlossen. Nun wird über eine Infrarot-Lichtquelle gepulstes Licht in die Zelle abgegeben. An der Seite, an der dieses in die Zelle gelangt, ist ein Interferenzfilter angebracht. Dieser ist nur für Licht mit einer Wellenlänge von 600 nm durchlässig. Bei dieser Wellenlänge werden spezifisch die CO₂-Moleküle zu Schwingungen angeregt. Die Schwingungen führen zu einer Ausdehnung des Gases und damit zu einer Druckerhöhung innerhalb der Messzelle. Diese wird als Schall mit einer empfindlichen Mikrofonmembran, die der Zelle anliegt, registriert. Die Ventile, die Lichtquelle und das Mikrophon sind an eine zur Messzelle gehörende Steuerung gekoppelt. Die Steuerelektronik ist an eine PC-Interfacekarte angeschlossen, die ihrerseits mit einem PC als Datenlogger verbunden ist.

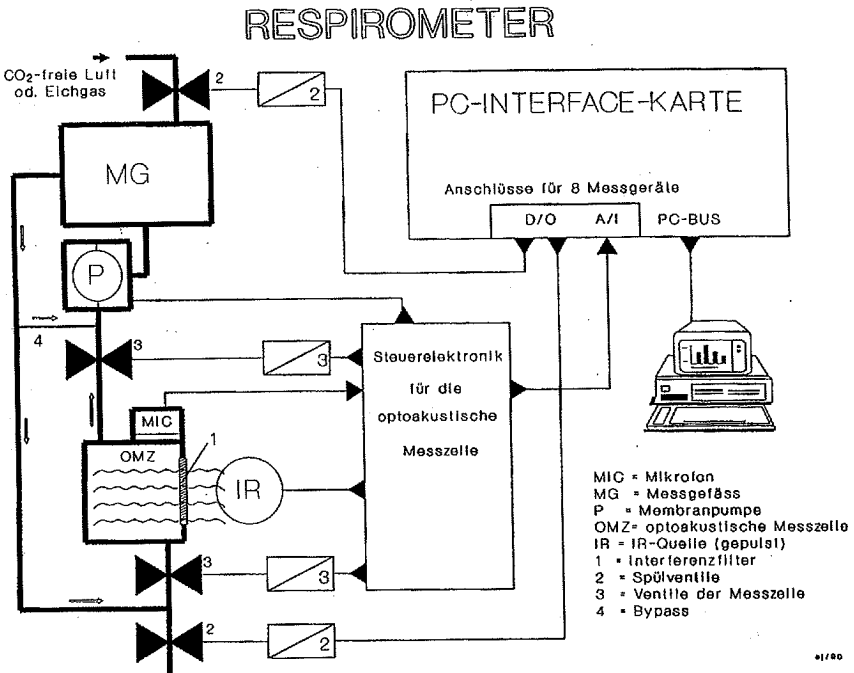


Abb. 1 - Schematische Übersicht eines CO₂-Respirometers nach dem opto-akustischen Messprinzip. Weitere Erläuterungen im Text.

Eine geeignete elektronische Auswertung (Integration und Ausfiltrierung der Druckimpulse) erlaubt Rückschlüsse auf den CO₂-Gehalt in ppm. Insgesamt standen fünf Geräte zur Verfügung, die so geeicht wurden, dass der Messbereich, in dem gearbeitet werden konnte, 0 - 1000 ppm betrug. Zwei weitere Magnetventile ermöglichten eine Spülung des Messgefäßes mit CO₂-freier Luft von aussen.

3. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

3.1 LD-50-Werte

Die LD-50-Werte der einzelnen Insektenarten sind in Tabelle 1 ersichtlich. Dabei zeigt sich, dass die Käfer und Ameisen mit Ausnahme von *Lasius niger* viel höhere LD-50 Werte pro mg Körpergewicht aufweisen als die anderen Insekten. Relativ uneinheitlich und empfindlicher reagieren die Grillen. Weitaus am sensibelsten sind die Fliegen mit einer LD-50 von 0,017 nl Gift für *Drosophila melanogaster* und 0,011 nl für *Protophormia spec.* Erstaunlicherweise sind diese über 1000 mal empfindlicher als die Ameisen. Das lässt vermuten, dass bei den verschiedenen Insekten das Gift auch physiologisch unterschiedlich wirkt.

3.2 Frassversuche

Frassversuche mit 4 Insektenarten ergaben weitere, bemerkenswerte Resultate: Das Heimchen *Acheta domesticus* und die Fliege *Protophormia spec.* wurden zu 98 bzw. 88% gefressen, während der Mehlkäfer *Tenebrio molitor* und die Ameise *Messor rufitarsis* nur zu 11 bzw. 18% als Beute akzeptiert wurden. Die Spinne betastete die Tiere zwar mit den Pedipalpen, liess aber nach 1-2 s meist wieder von der vermeintlichen Beute ab und kümmerte sich in der Folge nicht mehr um diese. Diese Beobachtungen stimmen mit Angaben von BARTH & SEYFARTH (1979) überein, die als natürliche Beutetiere von *Cupiennius salei* in Mittelamerika u.a. Vertreter der Grillen und Fliegen angeben, nicht aber Käfer oder Ameisen. Zudem musste die Spinne, um Arten dieser beiden Insektengruppen schnell zu paralysieren, diesen ein Vielfaches der LD-50 einspritzen, während beispielsweise *Acheta domesticus* schon nach einer Injektion von weniger als 1/5 der LD-50 in 2 min völlig gelähmt war. Dies sind Hinweise, dass die Giftwirkung bei der Beutewahl der Spinne eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen könnte, bzw. das Gift auf häufige Beutetiergruppen besonders schnell wirkt und hier optimiert ist.

3.3 Respirometrische Methode

Eine feinere Methode zur Untersuchung der Wirkung des Giftes gestattet das oben erwähnte Prinzip der Respirometrie. Registriert werden die CO₂-Konzentrationen zu Beginn und am Ende einer bestimmtem Zeitspanne. Durch Subtraktion der beiden Werte erhält man die CO₂-Produktion des Tieres im Messgefäß. Gegenüber der herkömmlichen Warburg-Methode besitzt dieses Verfahren mehrere Vorteile: es kön-

nen Messgefäße von kleinem Volumen gewählt werden, was die Genauigkeit der Resultate entscheidend erhöht und Messungen im Bereiche von wenigen ppm ermöglicht. Der Zeitraum, während dem von einem Organismus CO_2 produziert wird, kann sehr kurz gehalten werden und Langzeitmessungen von mehreren Stunden bei gleichen Druckverhältnissen im Messgefäß sind kein Problem mehr.

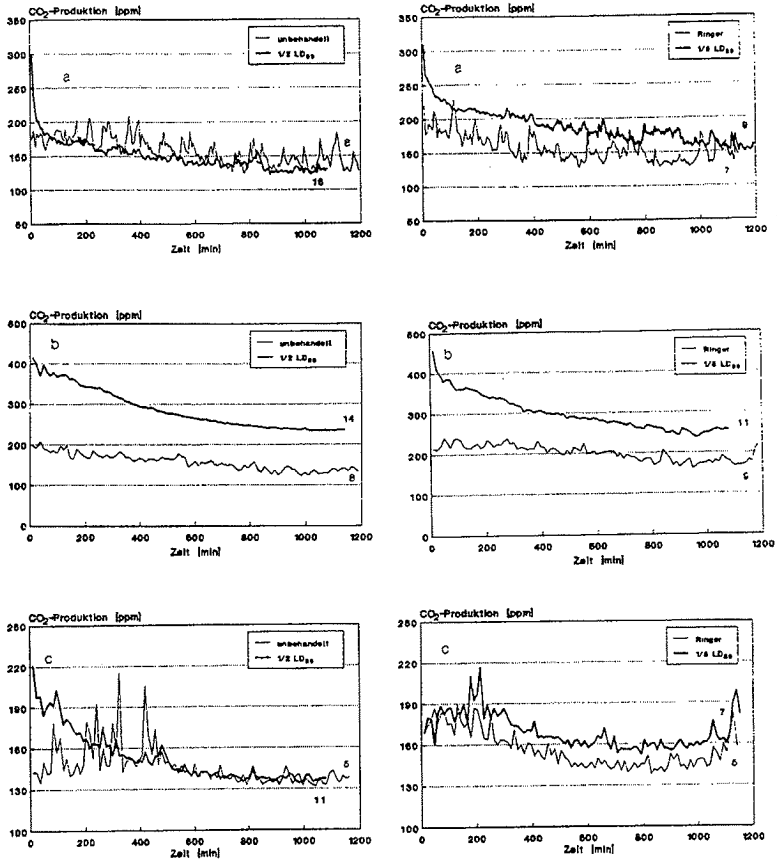


Abb. 2- CO_2 -Produktion von: a. *Acheta domestica* (Messintervalle 3 min); b. *Tenebrio molitor* (Messintervalle 5 min); c. *Protophormia spec.* (Messintervalle 5 min). Die Zahlen ober- und unterhalb der Mittelwertkurven entsprechen der Anzahl der getesteten Tiere.

3.4 Respirometrisch gemessene Giftwirkung

In unseren Versuchen messen wir die CO₂-Abgabe einiger Insekten nach dem Einspritzen von Ringer und von zwei subletalen Giftdosen von 1/2 und 1/5 LD-50. Allen drei Insektenarten ist die unmittelbare Erhöhung der CO₂-Produktion nach der Giftinjektion bis z.T. über 100 % gemeinsam (Abbildung 3). Sie ist deutlich abhängig von der verabreichten Giftmenge. Das rasche Absinken der beiden CO₂-Verläufe bei *Acheta domestica* zeigt, dass beide Giftdosen einen ähnlich starken Effekt haben. Bei *Tenebrio molitor* wirkt das Gift auf eine andere Weise als bei dem Heimchen. Der Käfer weist bei beiden Giftdosen gegen Ende des Versuchs eine immer noch stark erhöhte Atmung auf, was einerseits auf eine schwächere Giftwirkung zurückzuführen ist und andererseits als Erholungserscheinung aufgefasst werden kann. Das würde mit den Beobachtungen übereinstimmen, dass sich die Käfer nach den ca. 20 h dauernden Versuchen oft tatsächlich von der Giftwirkung erholt hatten. Die Fliege *Protophormia spec.* reagiert auf beide injizierten Giftdosen am wenigsten. Bei 1/5 LD-50 ist eine nur geringfügige Erhöhung der Atmung während des ganzen Experimentes zu sehen, was aber auch auf die geringe Anzahl der getesteten Tiere zurückführbar sein kann. Bei der stärkeren Dosis ist zwar eine klar erhöhte CO₂-Produktion sichtbar, sie erreicht aber nach etwa 400 min wieder das Niveau der Kontrollversuche mit Ringer. Eine ausführlichere Darstellung der statistischen Regressionsanalysen der respirometrisch erhaltenen Kurvenverläufe findet sich bei STUDER (1991).

Danksagung: Wir danken für vielfältige Unterstützung unserer Arbeit J.-L. Boevé, E. Jutzi, S. Keller, L. Kuhn-Nentwig, H. Malli, B. Neuenschwander und R. Riechsteiner.

LITERATUR

- BARTH, F.G. & SEYFARTH, E.A. - (1979). *Cupiennius salei* Keys. (Araneae) in the highlands of central Guatemala. *J. Arachn.*, 7: 255-263.
- COUVREUR, J.M. - (1977). Quelques aspects de la biologie d'une araignée myrmécophage: *Zodarion rubidum* SIMON, 1918. *Dissertation, Université de Bruxelles.*
- HELLER, G.- (1974). Zur Biologie der ameisenfressenden Spinne *Callilepis nocturna* Linnaeus 1758 (Araneae; Drassodidae). *Dissertation Universität Mainz.*
- MALLI, H. - (1991). Ontogenetische Untersuchungen am Gift von *Cupiennius salei* Keyserling, einer mittelamerikanischen Ctenide (Araneae). *Diplomarbeit, Zoologisches Institut, Universität Bern.*
- STUDER, A. - (1991). Auswirkungen des Giftes von *Cupiennius salei* Keys. (Araneae, Ctenidae) auf verschiedene Insektenarten. *Diplomarbeit, Zoologisches Institut, Universität Bern.*