

NEBENWIRKUNGEN VON HERBIZIDEN AUF NUTZINSEKTEN (1)

W. TANKE & J. M. FRANZ

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt, Bundesrepublik Deutschland

An Larven und Imagines von drei Nutzinsektenarten: *Trichogramma cacoeciae* MARCH. [Hym.: *Trichogrammatidae*], *Chrysopa carnea* STEPH. [Planipennia: *Chrysopidae*] und *Epistrophe balteata* DEG. [Dipt.: *Syrphidae*] wurde im Biotest der Einfluss von fünf landwirtschaftlich wichtigen Herbiziden: Lasso, Ramrod, Semeron 25, Betanal und Bidisin forte, vorwiegend im Labor untersucht. Eine toxische Wirkung auf die Nützlinge war abhängig von dem geprüften Mittel sowie der Tierart. Während sich *Chrysopa* als unempfindlich gegenüber den Präparaten erwies, waren bei *Epistrophe* toxische Wirkungen unter dem Einfluss einiger Präparate festzustellen. Auf die hochempfindlichen Trichogrammen wirkten dagegen sämtliche geprüften Herbizide mehr oder weniger schädlich. Somit sind wahrscheinlich auch im Freiland nach Applikation bestimmter Präparate Schädigungen dieser Nützlinge zu erwarten.

Der Gebrauch von Herbiziden führt nur in den wenigsten Fällen allein zu einer Beseitigung von Unkräutern. Schon die physiologischen Veränderungen der Kulturpflanze durch Herbizide können die Vermehrung von Phytophagen fördern, wie es die Untersuchungen von ADAMS & DREW (1969), HINZ (1971), ISHII & HIRANO (1963), und MAXWELL & HARWOOD (1960) deutlich machen. Auch Veränderungen in der Zusammensetzung der Flora behandelter Flächen können direkt oder indirekt zu einem verstärkten Schädlingsbefall von Kulturpflanzen führen, das Auftreten neuer Schädlingsarten provozieren oder das Abwandern solcher Entomophagen bewirken, für die Unkräuter Refugien oder Nahrungsgrundlage ihrer indifferenten Wirte bilden (VAN EMDEN, 1971; HADZISTEVIC, 1973; SMITH, 1969). Über den direkten Einfluss der Mittel auf entomophage Insektenarten, die massgeblich die Populationsdynamik phytophager Insekten beeinflussen, liegen bisher nur wenige Arbeiten vor (ADAMS, 1960; MÜLLER, 1971; STARY & BENES, 1973). Unterschiedliche Versuchsmethoden erlauben jedoch keine Vergleiche der gefundenen Ergebnisse. In der vorliegenden Untersuchung haben wir uns bemüht, zu untereinander vergleichbaren Ergebnissen zu gelangen, indem wir 3 Nutzinsekten in entsprechenden Biotests prüften, die zugleich auch etwas über die Beeinflussung dieser Arten durch fünf landwirtschaftlich wichtige Herbizide im Freiland aussagten. Darüber soll hier zusammenfassend berichtet werden.

METHODEN

Die Untersuchungen wurden an 3 Nutzinsektenarten durchgeführt: dem Eiparasiten *Trichogramma cacoeciae* MARCH (Hym.: *Trichogrammatidae*), der räuberischen Florfliege *Chrysopa carnea* STEPH. (Planipennia: *Chrysopidae*) und der räuberischen Schwebfliege *Epi-*

(1) Gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

strophe balteata DEG. (Dipt.: Syrphidae). Diese Arten werden in Dauerzuchten in unserem Institut gehalten (über die Methoden zur Zucht siehe: HASSAN, 1974; TANKE, 1976). Einer Anregung der IOBC/WPRS-Arbeitsgruppe "Pesticides and Beneficial Arthropods" folgend (FRANZ, 1975), prüften wir neben der Veränderung der Mortalitätsrate auch die Veränderung der Nutzleistung (Parasitierungsleistung, Frassleistung, Fekundität) dieser Entomophagen unter dem Einfluss von Herbiziden.

Untersucht wurden Herbizide folgender Wirkstoffgruppen (Handelsname in ()): Säureamide: Alachlor (Lasso), Propachlor (Ramrod); Triazine: Desmetryn (Semeron 25); Carbamate: Phenmedipham (Betanal); Fettsäurederivate: Chlorphenprop-methyl (Bidisin forte) und ihre Leerformulierungen. Für die Laborversuche versprühten wir die Präparate in praxisüblicher Konzentration in einem Sprühturm über die zu behandelnden Flächen.

An *Trichogramma* prüften wir zunächst die Wirkung von Herbiziden nach ihrer Wanderung durch den Boden und die Pflanze. Daran schloss sich eine Untersuchung der Kontaktwirkung des Herbizidrückstandes auf behandelten Glasplatten, auf dem Einzelblatt sowie der gesamten Pflanze an (Methoden vgl.: HASSAN, 1974; TANKE, 1977). Abschliessende Versuche im Freiland auf Kleinparzellen sollten zeigen, ob die Ergebnisse der Laborversuche an *Trichogramma* auf das Freiland übertragen werden können.

Die Versuchsmethoden bei *Chrysopa* und *Epistrophe* können gemeinsam beschrieben werden. Der Prüfung eines möglichen Einflusses der Herbizide auf die Larvenformen beider Arten dienen:

— Versuche zur Kontaktwirkung von Herbizidbelägen auf inertem Grund (Aufenthalt der Tiere während der gesamten Larvalentwicklung auf behandelten Glasplatten bzw. Sandboden).

— Wahlversuche zur Ermittlung einer möglichen Repellenswirkung (kreisförmige Versuchsarena mit Aufteilung in vier alternierend behandelte Sektoren; Prüfung ob die Tiere unbehandelte Sektoren bevorzugten).

— Versuche zur Kontaktwirkung der Präparate bei topikaler Applikation (0,3 μ l wässrige Herbizidlösung) auf Thorax und Abdomen von *Chrysopa*-Larven.

Die mögliche Kumulierung von Herbizidrückständen im Verlauf einer Nahrungskette (herbizidbehandelte Pflanze - Phytophage - Entomophage) wurde ebenfalls an beiden Arten untersucht. An den Imagines prüften wir im Wahlversuch (Quadratfläche mit alternierend behandelten Quadranten) die mögliche Repellenswirkung von Herbizidbelägen bei der Eiablage auf behandeltem Substrat (Müllergaze bzw. Bohnenpflanzen). Sprüh- und Tauchversuche mit den Eiern der drei genannten Nutzinsekten (Behandlungsdauer jeweils 5 sec) sollten einen möglichen oviziden Effekt der untersuchten Herbizide demonstrieren.

ERGEBNISSE

Trichogramma reagierte in allen Versuchsreihen empfindlich auf den Kontakt mit den untersuchten Herbiziden (Tab. 1) (TANKE, 1977). In der zunächst untersuchten systemischen Wirkung nach Wanderung der Präparate durch den Boden und die Pflanze liess sich nachweisen, dass die Wirkung der Herbizide auf die Tiere vom Zeitpunkt der Applikation des Mittels, von der Schlüpfzeit der angesetzten Tiere, vom Alter der Pflanze zum Applikationszeitpunkt sowie von der Art des Präparates abhängig war. Die stärkste Wirkung zeigte hier das Herbizid Semeron 25 (48 % Verminderung der Parasitierungsleistung).

Die Untersuchung der Kontaktwirkung von Herbizidbelägen auf Glasplatten führte bei allen geprüften Herbiziden zu einer starken Schädigung der Trichogrammen, teilweise sogar zu einem Totalausfall der Populationen in behandelten Käfigen (Verminderung der Parasitierungsleistung in % (Leerformulierungen in ()): Lasso: 100 % (51 %); Ramrod: 100 %; Semeron 25: 81 % (41 %); Betanal: 34 % (21 %); Bidisin forte: 100 % (55 %).

TABELLE 1

Nebenwirkungen der Herbizide Lasso, Ramrod, Semeron 25, Betanal, Bidisin forte und ihrer Leerformulierungen auf Trichogramma cacoeciae in Labor- und Freilandversuchen, gemessen an der Verminderung der Parasitierungsleistung [Verminderung durch die Leerformulierung in ()]

Herbizid	Prüfmethode	Kontaktwirkung über:			
	system. Wirkung	behandelte Glasplatten	das Einzelblatt	die gesamte Pflanze	Freilandversuche
Lasso	28	100 (51)	86 (16)	48 (0)	51
Ramrod	—	100	100	83	65
Semeron	48	81 (41)	51 (0)	33	—
Betanal	—	34 (21)	31 (0)	33	—
Bidisin forte	—	100 (51)	100 (30)	91 (26)	—

Verminderung der Parasitierungsleistung in %, bezogen auf die Leistung unbehandelter Kontrolltiere; — = nicht geprüft. Für Ramrod war keine Leerformulierung verfügbar.

In der Prüfung der Kontaktwirkung von Herbizidbelägen auf dem Blatt liessen sich toxische Wirkungen der oben genannten Präparate, wenn auch etwas schwächer, ebenfalls nachweisen (Verminderung der Parasitierungsleistung unter dem Einfluss der Herbizide (Leerformulierungen in ()): Lasso: 86 % (15 %); Ramrod: 100 %; Semeron 25: 51 %; Betanal: 31 %; Bidisin forte: 100 % (30 %). Hier bewirkte die mituntersuchte Leerformulierung von Bidisin forte also ebenfalls eine mittelstarke Schädigung der Trichogrammen. — In der Prüfung der Herbizidwirkung auf der gesamten Pflanze konnten, wenn auch in abgeschwächter Form, die Ergebnisse der Versuche am Einzelblatt bestätigt werden (Verminderung der Parasitierungsleistung bei: Lasso: 48 %; Ramrod: 83 %; Semeron 25: 33 %; Betanal: 33 %; Bidisin forte: 91 %). Die Leerformulierung von Bidisin forte hatte mit 26 % Leistungsminderung immer noch einen deutlichen Einfluss auf die Tiere. Im abschliessenden Freilandversuch verringerten die beiden geprüften Präparate Lasso und Ramrod die Nutzleistung der Tiere ebenfalls bedeutend (Lasso: 51 % und Ramrod: 65 % Leistungsminderung).

Die Versuche mit *Chrysopa* und *Epistrophe* ergaben ein sehr unterschiedliches Bild der Herbizidnebenwirkungen. Bei den geprüften *Chrysopa*-Larven (ab L₁) liess der Kontakt mit behandeltem Untergrund keine messbaren Schädigungen erkennen. Ebenso konnten wir auch bei topikaler Applikation einer wässrigen Herbizidlösung keine Einflüsse der Herbizide nachweisen. Eine Repellenswirkung der Präparate auf die Larven (L₁ — und L₃ — Stadium) war in Wahlversuchen ebenfalls nicht zu beobachten. Bei peroralem Kontakt mit Herbizidrückständen im Verlauf einer Nahrungskette (herbizid-behandelte Kohlpflanzen — *Plutella*-Larven (L₃) — *Chrysopa*-Larven) konnten wir keinen Einfluss der geprüften Präparate Lasso und Ramrod (bei praxisüblicher Dosis) feststellen. Erst die Verdoppelung der Konzentration des Präparates Lasso führte zu einer um 55 % erhöhten Mortalitätsrate behandelter *Chrysopa*-Larven. Eine Vermehrung der aufgenommenen Nahrungsmenge bei Phytophagen wie bei Prädatoren durch Haltung der Tiere bei erhöhter Temperatur und längerer Frasszeit der Raupen ergab ebenfalls

keine messbare Schädigung der Versuchstiere. Ähnlich unempfindlich wie die Larven verhielten sich auch die weiblichen Imagines von *Chrysopa*. In Wahlversuchen zur Repellenswirkung von Herbizidrückständen auf eiablagebereite Weibchen war kein Unterschied in der Eiablage auf behandelten Flächen gegenüber derjenigen auf unbehandelten festzustellen.

TABELLE 2

Nebenwirkungen der Herbizide Lasso, Ramrod, Semeron 25, Betanal und Bidisin forte auf Epistrophe balteata

Herbizid	Prüfmethode Kontaktwirkung über behand. Glasplatten (a, b)	Wahlversuche mit Larven (d)	Imagines (e)	perorale Wirkung (a, b)	ovizide Wirkung (c)
Lasso	0	0	32	—	0
Ramrod	0	0	55	—	0
Semeron	0	0	54	—	0
Betanal	0	65	55	—	0
Bidisin forte	80/50	75	33	40/22	90

Prozentuale Veränderungen der: a = Mortalitätsrate

b = Frassleistung

c = Eischlüpftrate

d = % Präferenz der unbehandelten Fläche; e = % Anteil Eier auf behandelter Fläche; 0 = keine Wirkung; — = nicht geprüft.

Empfindlicher reagierten Larven und Imagines der Syrphidenart *E. balteata* (Tab. 2). Bidisin forte erhöhte in Versuchen zur Kontaktwirkung die Mortalitätsrate der Larven (L₁-L₃) auf behandeltem Untergrund um 80%. In Wahlversuchen mit Larven des 1. und 3. Stadiums konnten wir für die Herbizide Betanal und Bidisin forte eine Repellenswirkung frischer Herbizidbeläge feststellen. Die Untersuchung der peroralen Wirkung von Herbiziden im Verlauf einer Nahrungskette (herbizidbehandelte Bohnenpflanze — Erbsenblattläuse (*Acyrtosiphon pisum* HARRIS) — *Epistrophe*-Larven) führte zu unterschiedlichen Ergebnissen. Applizierten wir das Herbizid systemisch, so zeigte sich bei den Syrphidenlarven kein Einfluss des Präparates. Applizierten wir es direkt auf die Pflanzen, so erhöhte sich die Mortalitätsrate behandelter Larven um 40%, wobei es keinen Unterschied machte, ob man die Beutetiere vor oder nach der Applikation des Mittels auf die Pflanzensetzte. Auch bei den Imagines konnten wir eine Repellenswirkung einzelner Herbizide beobachten. Weibliche Imagines legten signifikant weniger Eier auf Pflanzen ab, die mit Lasso behandelt worden waren. Bei Bidisin forte war dagegen nur die Tendenz zur Meidung behandelter Pflanzen festzustellen.

Die Prüfung einer möglichen oviziden Wirkung der fünf Präparate auf die Eier der drei Nützlinge führte ebenfalls zu unterschiedlichen Ergebnissen. Während sich die Schlüpftrate behandelter Eier von *Chrysopa* und behandelter, von *Trichogramma* parasitierter, Noctuideneier (*Mamestra brassicae* L.) nicht signifikant von derjenigen unbehandelter Eier unterschied, reduzierte Bidisin forte die Schlüpftrate von *Epistrophe*-Eiern bis um 90%.

DISKUSSION

Die Ergebnisse der Versuche mit den drei Nützlingsarten zeigen deutlich die unterschiedliche Empfindlichkeit der Tiere gegenüber den geprüften Herbiziden in der üblichen Konzentration (Tab. 3). Während *Chrysopa* vollkommen unempfindlich gegenüber den

Präparaten war, reagierte *Epistrophe* wesentlich empfindlicher auf Herbizideinflüsse. Auf *Trichogramma* wirkten dagegen Herbizide noch nach Wanderung toxischer Bestandteile der betreffenden Präparate durch den Boden und die Pflanze schädigend. Vergleicht man die Präparate hinsichtlich ihrer chemischen Struktur und ihrer Wirkung auf die Versuchstiere, so zeigt es sich, dass alle stark wirksamen Präparate Chlor im Molekül enthalten. Über die Wirkungsweise von Herbiziden im Insektenorganismus liegen bis jetzt jedoch noch keine Arbeiten vor, so dass über den möglichen Einfluss dieser Chlor enthaltenden Herbizide nichts gesagt werden kann. Beurteilt man die Präparate nach ihrer Toxizität gegenüber den geprüften Tierarten, so dürfte der Gebrauch von Betanal und Semeron 25 im Freiland unbedenklich sein, da ihre abschliessende Laborbzw. Freilandprüfung bei den hochempfindlichen *Trichogrammen* keine allzu grossen Schäden ergaben. Wesentlich bedenklicher erscheint der Gebrauch von Lasso, Ramrod und Bidisin forte, da schon eine 50 % ige Leistungsminderung im Freiland eine starke Einbusse der Nützlichkeit dieser Hymenopteren darstellt.

TABELLE 3

Schädliche Nebenwirkungen der Herbizide Lasso, Ramrod, Semeron 25, Betanal und Bidisin forte auf Trichogramma, Chrysopa und Epistrophe

Herbizid Versuchstier	Herbizid				
	Lasso	Semeron	Ramrod	Betanal	Bidisin forte
<i>T. cacoeciae</i>	++	+	++	+	++
<i>C. carnea</i>	0	0	0	0	0
<i>E. balteata</i>	+	0	0	(+)	++

++ = starke Wirkung; + = mittlere Wirkung; (+) = schwache Wirkung
0 = keine Wirkung.

Ebenson bedeutsam scheinen auch die Repellenswirkungen einiger Präparate auf die Entomophagen zu sein. Zwar verhindert dieser Effekt den Kontakt des Insekts mit dem toxischen Spritzbelag; er kann aber auch zu einer Abwanderung von Nützlingen von behandelten Feldern führen oder die Eiablage auf so behandelten Pflanzen verringern und dadurch den Aufbau einer Nützlingspopulation erschweren. Die beiden zuletzt genannten Effekte können also in Verbindung mit einer möglichen oviziden Wirkung des benutzten Präparates auf Nützlinge die Vermehrung von Schädlingspopulationen begünstigen. Alle Faktoren, die die Fertilität und Mortalität sowie die Zu- und Abwanderung einer Population beeinflussen, sind potentielle Ursachen von Fluktuationen. Da drei der untersuchten Herbizide, nämlich: Lasso, Ramrod und Bidisin forte, zwei der drei Nützlingsarten in der genannten Weise beeinflussen, muss nach ihrem Einsatz im Freiland mit Änderungen in der Fauna gerechnet werden.

SUMMARY

Side-effects of herbicides and their metabolites on beneficial insects

The effect of 5 herbicides widely used in agriculture (active ingredients: alachlor, chlorfenprop-methyl, desmetryne, phenmedipham, propachlor) were studied, mainly in the laboratory, by measuring the reduction of beneficial capacity of three entomophagous insects showing quite different behaviour.

The egg parasite *Trichogramma cacoeciae* MARCH. reacted very strongly in laboratory tests as well as in the field under the influence of the herbicides. Contact toxicity tested on residues on glass plates caused a reduction of the degree of parasitization leading to total mortality of the population, in contaminated cages for some preparations. Part of this effect was caused by the zero formulation examined simultaneously. In the study of the contact toxicity of the spray deposit on single leaves

as well as on whole plants the strong effect on *Trichogramma* by some of the preparations was shown. This direct toxic effect should be discerned from a repellent effect which was probably more important in the field. In addition to this direct contact effect of spray deposits also systemic application caused an effect after transportation of herbicides through the soil and the plant. This was clearly demonstrated by a reduction of the degree of parasitization in comparison to untreated controls.

The herbicides studied do not seem to have any influence on *Chrysopa carnea* STEPH. larvae. No effect was visible, neither in tests of contact toxicity or contaminated sandy soil nor in choice experiments on a repellent action of the residue or after topical application of the preparations. — Also after peroral application through an artificial food chain no influence of the preparations could be demonstrated. Only the overdosage of one herbicide increased the mortality rate of the test larvae. The adults showed also no repellent reaction against the herbicides tested in choice experiments.

The syrphid *Epistrophe balteata* DEG., however, reacted in a more sensitive manner on the influence of herbicides. Both, in contact experiments of toxicity as well as in choice experiments for a possible repellent effect an influence on the larval stages of the herbicides examined was shown. The peroral intake over an artificial food chain had no effect on the larvae after systemic application of the herbicide. If, however, the same herbicide was sprayed directly on the plant, an increase of larval mortality was observed. Adults of this syrphid showed also reactions on herbicide residues. Females during egg deposition avoided surfaces previously treated by the herbicide (phenmedipham).

In tests on a possible ovicidal effect of herbicides on the eggs of all 3 entomophagous species only one herbicide (chlorfenpropmethyl) reduced the rate of egg-hatching of syrphids quite clearly.

In summing up it can be said that damages as observed depend on the species as well as on the herbicide applied and the type of application. Losses of sensitive entomophagous species in the field might well be possible according to the results obtained in experiments using certain herbicides.

LITERATUR

- ADAMS, J. B. — 1960. Effects of spraying 2, 4-D amine on coccinellid larvae. — *Can. J. Zool.*, 28, 285-288.
- ADAMS, J. B. & DREW, M. E. — 1969. Grain aphids in New Brunswick. 4. Effects of malathion and 2,4-D-amine on aphid populations and on yields of oat and barley. — *Can. J. Zool.*, 47, 244-303.
- EMDEN, H. F. VAN. — 1971. Insects, weeds and plant health. — *Proc. 10th British Weed Control Conf.*, 1970, 942-952.
- FRANZ, J. M. — 1975. Pesticides and beneficial arthropods. — *I.O.B.C./W.P.R.S. Bull.*, 1975 (1), 147-152.
- HADZISTEVIC, D. — 1973. Some formerly unknown pests in our country. — *Zast. Bilja*, 24, 89-95 (serbo-kroat).
- HASSAN, S. A. — 1974. Eine Methode zur Prüfung der Einwirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Eiparasiten der Gattung *Trichogramma* [Hymenoptera: Trichogrammatidae]. — Ergebnisse einer Versuchsreihe mit Fungiziden. — *Z. Angew. Entomol.*, 76, 120-134.
- 1975. Über die Massenzucht von *Chrysopa carnea* STEPH. [Neuroptera: Chrysopidae]. — *Z. Angew. Entomol.*, 79, 310-315.
- HINZ, S. D. — 1971. Herbicidal influence on cereal grain aphids in North Dakota. — *Diss. North Dakota State Univ. Agric. Appl. Sc.*, Fargo, 62 pp.
- ISHII, S. & HIRANO, C. — 1963. Growth responses of the rice stem borer to rice plants treated with 2,4-D. — *Entomol. Exp. Appl.*, 6, 257-262.
- MAXWELL, R. C. & HARWOOD, R. F. — 1960. Increased reproduction of pea aphids on broad beans treated with 2,4-D. — *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 53, 199-205.
- MÜLLER, G. — 1971. Laboruntersuchungen zur Wirkung von Herbiziden auf Carabiden. — *Arch. Pfl. Schutz*, 7, 351-364.
- SMITH, J. G. — 1969. Some effects of crop background on populations of aphids and their natural enemies on brussel sprouts. — *Ann. Appl. Biol.*, 63, 326-330.
- STARY, P. & BENES, V. — 1973. Effects of aretit, a herbicide and insecticide compound, on the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*, and associated parasites. — *Acta Entomol. Bohemoslov.*, 70, 168-173.
- TANKE, W. — 1976. Bemerkungen zur Dauerzucht von *Epistrophe balteata* DEG. [Diptera: Syrphidae]. — *Nachrbl. Dtsch. Pflanzenschutzg.* Braunschweig, 28, 55-56.
- 1977. Nebenwirkungen einiger Herbizide auf den Eiparasiten *Trichogramma cacoeciae* MARCH. — *Z. Angew. Entomol.*, 82, 288-293.