

Vergleich von Testverfahren zur Feststellung der Sensitivität von Hybridmaissorten bzw. -inzuchtlinien gegenüber Sulfonylharnstoffherbiziden

M. Hilweg, K. Scharsinger und J. Glauninger

Comparison of methods to determine the tolerance of maize cultivars and inbred lines to sulfonylurea herbicides

1. Einleitung

Sulfonylharnstoffherbizide werden seit Ende der 80er Jahre zur Unkrautbekämpfung in Mais eingesetzt (TOMLIN, 1997). In den unterschiedlichsten Maisbaugebieten wurde alsbald über Kulturverträglichkeitsprobleme nach Anwendung verschiedener Sulfonylharnstoffpräparate berichtet (LANDI et al., 1989; GREEN und ULRICH, 1993; KLUG, 1994; MIESNER, 1994; HILWEG et al., 1995; KWON et al., 1995; O'SULLIVAN et al., 1995; WILLIAMS und HARVEY, 1996).

Freilandversuche zur Feststellung der Kulturverträglichkeit zeigten vor allem den Einfluß der Klimafaktoren Temperatur und Niederschlag (HILWEG et al., 1995; O'SULLIVAN et al., 1995), die zu deutlich unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Zur Ausschaltung sekundärer Beeinflussungsfaktoren wurden unter anderem von MEKKI und LEROUX (1994) und O'SULLIVAN et al. (1995) Biotestverfahren mit Maishybridensorten durchgeführt.

Im Rahmen von Arbeiten am Institut für Pflanzenschutz der Universität für Bodenkultur Wien wurden Freilandversuche angelegt und zwei verschiedene Biotestverfahren hinsichtlich ihrer Eignung zur Feststellung der Verträglichkeit von Maishybridensorten bzw. -inzuchtlinien gegenüber Sulfonylharnstoffherbiziden getestet bzw. weiterentwickelt.

Nachfolgend sollen diese Verfahren bzw. einzelne Ergebnisse vorgestellt und miteinander verglichen werden.

2. Material und Methoden

2.1 Freilandversuche

Die Freilandversuche wurden in den Jahren 1994 bis 1996 mit Maishybridensorten bzw. -inzuchtlinien an verschiedenen Standorten durchgeführt (HILWEG, 1998). Der Anbau erfolgte in der Regel zweireihig bei einer Parzellengröße von 7,2 m² bis 10 m². Pro Behandlungsvariante wurden vier

Summary

Over several years field trials have been compared with two different bioassays in order to determine the sensitivity or tolerance of maize hybrids and inbred lines against rimsulfuron and nicosulfuron.

Bioassays proved to be suitable methods to determine the tolerance of maize hybrids and inbred lines against the sulfonylurea herbicides tested. In two different methods either leaf fresh mass (greenhouse) or the sum of shoot and root dry mass (growth chamber) have been assessed. Both bioassays clearly demonstrated differences in tolerance of the hybrids and inbred lines tested. The method in the greenhouse proved to be easy and timesaving. The bioassay conducted in the growth chamber gave consistent results because of the standardised trial design.

Crop tolerance trials in the field gave varying results. Factors with negative influence on the crop tolerance like low temperature after treatment or treatment of already damaged plants gave similar results like in the bioassays. However in field trials with favourable growing conditions sensitive cultivars and inbred lines were not affected by the herbicides tested.

Key words: maize, sulfonylurea herbicides, selectivity, bioassay.

Zusammenfassung

In mehrjährigen Versuchen wurde die Aussagekraft von Freilandversuchen mit jener von zwei Biotestverfahren verglichen, um die Empfindlichkeit bzw. Verträglichkeit von Hybridmaissorten und -inzuchtlinien gegenüber Rimsulfuron und Nicosulfuron zu ermitteln.

Die Biotestverfahren erwiesen sich als sehr geeignet zur Feststellung der Kulturverträglichkeit von Sulfonylharnstoffherbiziden bei Maishybridisorten bzw. -inzuchtlinien. In zwei unterschiedlichen Testverfahren wurden einerseits die Sproßfrischmasse (Glashaus) bzw. andererseits die Summe aus Sproß- und Wurzelrockenmasse (Klimaschrank) als Auswertungskriterien herangezogen. Mit beiden Methoden konnten Unterschiede in der Kulturverträglichkeit gut festgestellt werden. Das Verfahren im Glashaus erwies sich als sehr einfach und zeitsparend, der Biotest im Klimaschrank aufgrund der standardisierten Versuchsanlage als sehr gut reproduzierbar. Sensitivitätsversuche im Freiland brachten schwankende Ergebnisse. Die Kulturverträglichkeit negativ beeinflussende Faktoren wie tiefe Temperaturen nach der Behandlung oder die Behandlung von gestreßten Maisbeständen bewirkten in der Regel ähnliche Ergebnisse wie in den Biotestverfahren, während unter günstigen Wachstumsbedingungen im Freiland auch bei an sich empfindlichen Sorten keine oder nur geringe Schäden auftraten.

Schlagerworte: Mais, Sulfonylharnstoffherbizide, Kulturverträglichkeit, Biotest.

Wiederholungen durchgeführt. Die Behandlung der Maishybridisorten erfolgte im Stadium BBCH 16 des Mais mit einem preßluftbetriebenen, tragbaren Parzellenspritzgerät der Marke „Agrotop“ mit Flachstrahldüsen (110-03). Der Spritzdruck betrug 2 bar, die Wasseraufwandmenge 300 l pro Hektar.

Als Versuchsherbizide wurden vor allem SL-950 (40 g/l Nicosulfuron) und Titus (251 g/kg Rimsulfuron) eingesetzt. In dieser Arbeit wird ein Versuch mit dem Präparat Titus mit einer Aufwandmenge von 40 g/ha (in Österreich registrierte Aufwandmenge) dargestellt.

Zu Titus wurde das nichtionische Netzmittel Citowett mit 0,2 l pro Hektar eingesetzt.

Zur Ausschaltung des Unkrauteinflusses wurde eine chemische Unkrautbekämpfung im Vorsaar-/Einarbeitungsverfahren oder im Voraufverfahren durchgeführt. Bei Bedarf erfolgte zusätzlich eine mechanische Unkrautbekämpfung.

Als Auswertungskriterien wurden optische Bonituren (Grad der Blattaufhellung nach der Sulfonylharnstoffbehandlung), die Wuchshöhe, die Seitentriebbildung und der Kornertrag herangezogen.

2.2 Biotest 1

Das im weiteren Text als „Biotest 1“ bezeichnete Testverfahren wurde von SCHARSINGER (1997) bearbeitet.

Der Biotest 1 wird in Klima- bzw. Brutschränken unter definierten Temperatur- bzw. Luftfeuchtigkeitsverhältnissen

durchgeführt. Für die Versuche mit Mais wurde in der Regel eine Standardtemperatur von 25 °C gewählt. Versuche mit niedrigeren Temperaturen oder Wechseltemperaturen zeigten kaum unterschiedliche Ergebnisse. Das Verfahren beruht auf Dosis-Wirkungsbeziehungen einer Konzentrationsreihe. Die Maiskörner der zu testenden Sorten werden in Wasser-Herbizidlösungen unterschiedlicher Konzentration gekeimt.

Zur Anzucht der Maissamen dienen Glaspetrischalen mit einem Durchmesser von 10 cm. Die Petrischalen werden mit Filterpapier ausgelegt und pro Schale werden 10 Samen gleichmäßig verteilt und abschließend 10 ml der Wasser-Herbizidlösung zugegeben.

Anschließend werden die 6 Schalen einer Variante (= 6 Wiederholungen) in einen Klimaschrank gegeben und täglich belüftet.

Als Auswertungskriterien wurden die Keimlingsentwicklung (optische Bonitur), die Sproß- oder Wurzelrockenmasse, die Summe der Trockenmasse von Sproß und Wurzel bzw. die Summe der Trockenmasse von Samen, Sproß und Wurzel untersucht.

Schlußendlich erwies sich die Summe aus Sproß- und Wurzelrockenmasse als ein sehr geeignetes Auswertungskriterium. Die durchschnittliche Versuchsdauer kann mit 3–7 Tagen angegeben werden.

2.3 Biotest 2

Mit diesem Verfahren wurden von HILWEG (1998) unterschiedliche Maishybridisorten bzw. -inzuchtlinien untersucht.

Das Verfahren wird im Glashaus unter den jeweiligen dort herrschenden Temperaturbedingungen durchgeführt. Zur Anzucht des Maises werden Plastiktöpfe mit einem Durchmesser von 8 cm verwendet. Auf die durchlöchernten Böden der Töpfe werden Filterpapierscheiben gegeben und anschließend werden die Töpfe bis ca. 1 cm unter dem Gießrand mit Blähton (Körnung 0-4 mm) befüllt.

Zur Aussaat gelangen 5 Samen pro Topf; anschließend wird mit einer Schicht von ca. 1 cm Blähton abgedeckt. Die Töpfe werden in Unterschalen mit einem Durchmesser von 12 cm gestellt und bis zum Auflaufen des Maises abgedeckt. Die Herbizidzugabe in unterschiedlichen Konzentrationen erfolgt in Kombination mit Nährlösung (Startmenge 150 ml).

Die verbrauchte Flüssigkeit wird mit reiner Nährlösung ersetzt. Pro Variante werden 5 Wiederholungen angelegt. Die Auswertung erfolgt im Stadium BBCH 12-13 des Maises. In Abhängigkeit der im Glashaus herrschenden Temperaturen beträgt die durchschnittliche Versuchsdauer 5-10 Tage.

Als Auswertungskriterium wurde nach entsprechenden Vorversuchen die sehr einfach zu handhabende Sproßfrischmasse pro Topf (Wiederholung) herangezogen.

3. Ergebnisse

Die in den Freilandversuchen mit 40 g Titus + 0,2 l Netzmittel pro Hektar (Abb. 1) behandelten Maishybridsorten zeigten bereits bei der optischen Bonitur sechs Tage nach der Behandlung deutlich unterschiedliche Reaktionen. Deutliche Blattaufhellungen wurden vor allem bei der Sorte Melina aber auch bei Fanion und Pactol beobachtet. Die Sorten LG 23.10 und DK 250 zeigten kaum Blattaufhellungen. Bei der Ermittlung der Sproßlänge konnten nur bei der Sorte Melina signifikante negative Wuchsbeeinflussungen durch den Herbizideinsatz festgestellt werden.

In den beiden Biotestverfahren zeigte sich eine deutliche Dosis-Wirkungsbeziehung, d. h. mit steigenden Aufwandmengen stieg in der Regel auch der Grad der Schädigung. In den niedrigen Konzentrationsbereichen zeigte sich vor allem bei den unempfindlicheren Sorten eine Erhöhung der Wurzel- und Sproßtrockenmasse (Tab. 1 - Biotest 1) bzw. der Sproßfrischmasse (Tab. 2 - Biotest 2). Die in beiden Verfahren verwendete Sorte Melina, die als empfindlicher Standard eingesetzt worden war, zeigte in beiden Biotestverfahren eine im Vergleich zu den Sorten Fanion und Pactol stärkere Beeinflussung durch das Versuchsherbizid Titus.

Wesentliche Unterschiede waren hauptsächlich im oberen Konzentrationsbereich zu beobachten.

Die in Freilandversuchen in der Regel durch Sulfonylharnstoffherbizide zu 100 % geschädigte Inzuchtlinie X (HILWEG, 1998) zeigte auch im Biotestverfahren 1 eine ent-

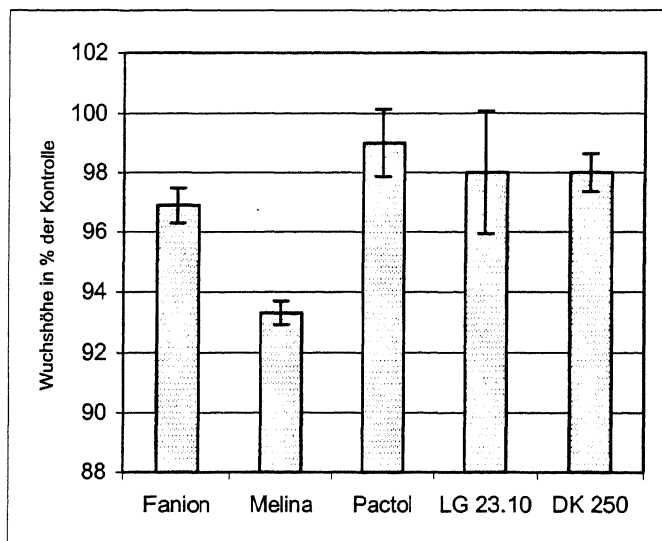
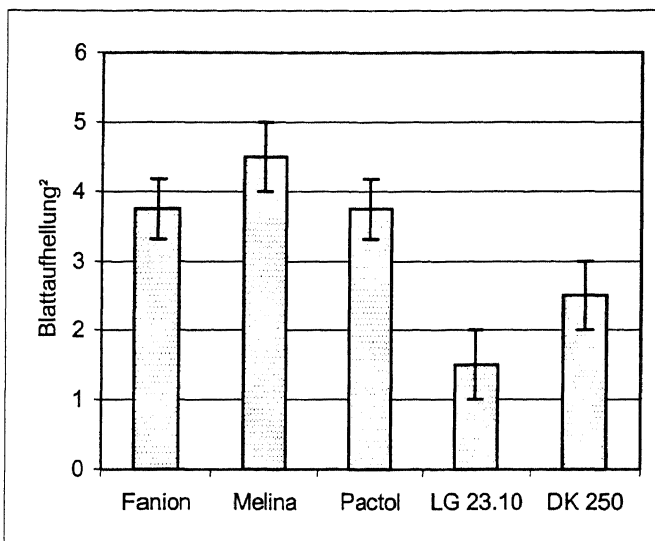


Abbildung 1: Einfluß von Titus (Rimsulfuron) – 40 g + 0,2 l Netzmittel pro Hektar – auf die Blattaufhellung² (6 TNB*) und die Sproßlänge (33 TNB*) ausgewählter Maishybridsorten
 Figure 1: Influence of Titus (rimsulfuron) – 40 g + 0,2 l adjuvant per hectare – on yellowing of leaves² (6 DAT*) and length of plants (33 DAT*) of selected maize cultivars

* TNB = Tage nach der Behandlung

² 1: keine Blattaufhellung; 3: leichte Blattaufhellung (einzelne Flecken); 5: mittelstarke Aufhellung (flächig; bis 25 % der obersten zwei Blätter umfassend); 9: gesamte Pflanze aufgehellt.

Tabelle 1: Einfluß von Titus (Rimsulfuron) auf die Sproß- und Wurzelrockenmasse bei ausgewählten Maishybridensorten – Biotest 1
 Table 1: Influence of Titus (rimsulfuron) on shoot and root dry mass of selected maize cultivars – bioassay 1

Sorte	Sproß+Wurzel TM in % der Kontrolle						Standardabweichung (%)					
	0	0,01	0,1	1,0	10	100	0	0,01	0,1	1,0	10	100
Fanion	100,0	112,0	113,8	98,6	72,8	37,7	10,8	13,0	14,7	18,0	11,9	19,7
Melina	100,0	123,7	119,5	79,5	38,4	27,9	28,6	31,7	20,8	24,0	34,5	21,3
Inzuchtlinie X	100,0	88,6	80,0	40,0	19,0	18,1	27,2	22,4	26,0	31,4	7,5	22,6
Pactol	100,0	80,6	73,7	59,4	45,1	27,4	13,8	20,4	10,9	25,7	26,8	25,4
Clarisia	100,0	100,4	111,2	104,7	81,0	58,2	8,6	19,3	22,7	10,9	20,3	8,4

Tabelle 2: Einfluß von Titus (Rimsulfuron) auf die Sproßfrischmasse bei ausgewählten Maishybridensorten – Biotest 2
 Table 2: Influence of Titus (rimsulfuron) on shoot fresh mass of selected maize cultivars – bioassay 2

Sorte	Sproß+Wurzel TM in % der Kontrolle					Standardabweichung (%)				
	0	1,0	10	100	200	0	1,0	10	100	200
Fanion	100,0	102,7	101,4	70,3	50,5	13,5	8,8	22,2	25,6	26,8
Melina	100,0	97,7	89,8	48,9	25,0	17,0	17,4	25,3	81,4	45,5
Pactol	100,0	105,7	102,3	71,3	27,6	23,0	10,9	11,2	8,1	20,8
LG 23.10	100,0	116,8	93,1	93,1	74,8	11,5	13,1	12,3	8,2	10,2
DK 250	100,0	111,7	103,6	89,2	68,5	13,5	12,1	17,4	20,2	26,3

sprechende Wirkung Im Biotest 2 wurde auch die unter Freilandbedingungen sehr unempfindliche Sorte LG 23.10 weniger als die Vergleichssorten geschädigt.

4. Diskussion

4.1 Vergleich Freiland- und Biotestverfahren

Bei den im Rahmen einer Dissertation von HILWEG (1998) durchgeführten Freilandversuchen zeigte sich der starke Einfluß von Umweltfaktoren auf das Ergebnis der Verträglichkeitsversuche. Vor allem tiefe Temperaturen unmittelbar nach der Behandlung und Behandlungen von gestreuten Maispflanzen (z. B. Hagelschäden) bewirkten ein verstärktes Auftreten von Schadsymptomen nach Sulfonylharnstoffanwendungen. Behandlungen zum gleichen Zeitpunkt und bei denselben Sorten führten an unterschiedlichen Standorten zu stark divergierenden Resultaten (Ergebnisse nicht gezeigt). Als weitere die Kulturverträglichkeit von Sulfonylharnstoffherbiziden beeinflussende Faktoren werden niedrige Temperaturen nach der Behandlung (FERREIRA et al., 1990), hohe Temperaturen verbunden mit Trockenheit (SWANTON et al., 1996) sowie weitere Streßfaktoren wie z. B. Staunässe, Nährstoffmangel und Krankheits- oder Schädlingsbefall (MIESNER, 1994) genannt. In allen Fällen wird die Metabolisierungsgeschwindigkeit verringert. Durch die Vielzahl an möglichen Einflußfaktoren ist die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse bei Freilandversuchen stark einge-

schränkt. Bei idealen Wachstumsbedingungen können an sich gegenüber Sulfonylharnstoffherbiziden sensitive Sorten auch keine Schädigung zeigen. Durch das hohe Maß an Standardisierbarkeit werden in Biotestverfahren besser reproduzierbare Ergebnisse erzielt. Zur Feststellung der Kulturverträglichkeit von Maishybridensorten bzw. -inzuchtlinien sind daher besonders auch Biotestverfahren – allein oder in Kombination mit Freilandversuchen – gut geeignet.

4.2 Vergleich der Biotestverfahren

Die in den beiden Biotestverfahren erzielten Ergebnisse stimmten in der Regel sehr gut überein. Die besonders bei der Maishybridensorte Melina, aber auch bei der Sorte Pactol in Freilandversuchen gegenüber Rimsulfuron festgestellte Empfindlichkeit (HILWEG et al., 1995), konnte in den Biotestverfahren sehr gut reproduziert werden.

Neben der sehr guten Vergleichbarkeit der Resultate haben die beiden Biotestverfahren vor allem auch die Art der Herbizidapplikation – Zugabe zur Nährlösung – gemein. Bei den meisten bisherigen publizierten Biotestverfahren zur Feststellung der Selektivität von Maishybridensorten bzw. -inzuchtlinien gegenüber Sulfonylharnstoffherbiziden wurde eine Nachauflaufbehandlung – Aufnahme der Wirkstoffe über das Blatt – durchgeführt (MEKKI und LEROUX, 1994; O'SULLIVAN et al., 1995).

Die Aufnahme über die Wurzel zur Feststellung der Sensitivität von Maishybriden konnte bei Nicosulfuron und

Rimsulfuron (Biotest 1) bzw. bei Nicosulfuron, Rimsulfuron und Thifensulfuron (Biotest 2) erfolgreich praktiziert werden.

Hinsichtlich der notwendigen Arbeitsplatzausstattung stellt das Biotestverfahren 2 geringere Ansprüche als das Verfahren 1. Diesbezüglich von großem Vorteil ist die Durchführbarkeit in praktisch jedem Glashaus, weil auch eine Steuerung der Temperatur-, Luftfeuchtigkeits- und Lichtverhältnisse nicht notwendig ist. Das Biotestverfahren 1 ist in Klima- bzw. Brutschränken durchzuführen, wobei eine exakte Steuerung von Klimafaktoren nicht unbedingt notwendig erscheint, jedoch die Möglichkeit einer weitestgehenden Standardisierbarkeit des Verfahrens und somit auch eine gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit sich bringt. Die geringere Standardisierbarkeit des Biotestes 2 muß als Nachteil dieses Verfahrens angesehen werden.

Die durchschnittliche Versuchsdauer ist bei beiden Verfahren – Biotest 1 ca. 3-7, Biotest 2 ca. 5-10 Tage – vergleichsweise gering. Bei den Verfahren mit einer Nachaufbehandlung werden die Herbizidbehandlungen zumeist im 4 – 6 Blattstadium des Mais (BBCH 14-16) durchgeführt. Durch die notwendige Vorkultivierung beträgt die gesamte Versuchsdauer für diese Verfahren in der Regel mehr als drei Wochen (MEKKI und LEROUX, 1994; KWON und PENNER, 1995; O'SULLIVAN et al., 1995). Wesentlich in diesem Zusammenhang sind auch die Auswertungskriterien.

Beim Biotest 1 wird standardmäßig die Summe aus Sproß- und Wurzelrockenmasse verwendet. Eine getrennte Auswertung der Sproß- und Wurzelrockenmasse brachte ähnliche Ergebnisse aber auch einen zusätzlichen Arbeitsaufwand. Bisher wurde hauptsächlich die Wurzellänge bzw. -rockenmasse als Auswertungskriterium in Biotestverfahren zur Feststellung von Sulfonylharnstoffrückständen im Boden verwendet (LANDI et al., 1989; OPPONG und SAGAR, 1992).

Beim Biotest 2 wurde nach Vorversuchen die Sproßfrischmasse als Auswertungskriterium herangezogen. Die Auswertung der Wurzelrockenmasse brachte ähnliche Ergebnisse bei einem ungleich höheren Zeitaufwand. Die Einfachheit und Schnelligkeit der Auswertung kann als wesentlicher Vorteil gegenüber dem Biotest 1 angesehen werden.

Literatur

- FERREIRA, K. L., T. K. BAER and T. F. PEPPER (1990): Factors influencing winter wheat (*Triticum aestivum*) injury from sulfonylurea herbicides. *Weed Tech.* 4, 724–730.
- GREEN, J. M. and J. F. ULRICH (1993): Response of maize (*Zea mays*) inbreds and hybrids to sulfonylurea herbicides. *Weed Sci.* 41, 508–516.
- HILWEG, M., J. GLAUNINGER, J. PLIENEGGER und J. ROSNER (1995): Sortenverträglichkeit von gräserwirksamen Sulfonylharnstoffherbiziden in Mais. *Der Pflanzenarzt* 48(5), 8–10.
- HILWEG, M. (1998): Aktuelle Probleme mit Sulfonylharnstoffherbiziden in Österreich. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.
- KLUG, P. (1994): Erfahrungen mit Titus 1993 im steirischen Maisbau. *Der Pflanzenarzt* 47(5), 6–8.
- KWON, C. S., J. J. KELLS and D. PENNER (1995): Combined effects of acetolactate synthase-inhibiting herbicides with terbufos and piperonyl butoxide on corn (*Zea mays*) and soybean (*Glycine max*). *Weed Tech.* 9, 696–702.
- KWON, C. S. and D. PENNER (1996): The interaction of insecticides with herbicide activity. *Weed Tech.* 10, 119–124.
- LANDI, P., A. VICARI and P. CATICONE (1989): Response of maize (*Zea mays* L.) inbred lines and hybrids to chlorsulfuron. *Weed Res.* 29, 265–271.
- MEKKI, M. and G. D. LEROUX (1994): Activity of nicosulfuron, rimsulfuron and their mixture on fieldcorn (*Zea mays*), soybean (*Glycine max*) and seven weed species. *Weed Tech.* 8, 436–440.
- MIESNER, H. (1994): Cato in Mais: Erfahrungen im ersten Jahr. *Der Pflanzenarzt* 47(3) – Sonderteil Pflanzenschutzpraxis, 38–40.
- O'SULLIVAN, J., R. A. BRAMMALL and W. J. BOUW (1995): Response of sweetcorn (*Zea mays*) cultivars to nicosulfuron plus rimsulfuron. *Weed Tech.* 9, 58–62.
- OPPONG, F. K. and G. R. SAGAR (1992): Degradation of triasulfuron in soil under laboratory conditions. *Weed Res.* 32, 167–173.
- SCHARSINGER, K. (1997): Entwicklung eines Biotests zum Vergleich der Empfindlichkeit zwischen und innerhalb von Pflanzenarten gegenüber Sulfonylharnstoffherbiziden. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.
- SWANTON, C. J., K. CHANDLER, M. J. ELMES, S. D. MURPHY and G. W. ANDERSON (1996): Postemergence control of annual grasses and corn (*Zea mays*) tolerance using DPX-79406. *Weed Tech.* 10, 288–294.

TOMLIN C. (ed.) (1997): The Pesticide Manual. British Crop Protection Council.

WILLIAMS, B. J. and R. G. HARVEY (1996): Nicosulfuron tolerance in sweetcorn (*Zea mays*) as affected by hybrid, rootworm insecticide and nicosulfuron treatment. *Weed Tech.* 10, 488–494.

Anschrift der Verfasser

Dr. Manfred Hilweg, D.I. Klaudia Scharsinger und ao. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Johann Glauninger, Institut für Pflanzenschutz, Universität für Bodenkultur Wien, Peter Jordanstraße 82, A-1190 Wien;
e-mail: incom335@edv1.boku.ac.at

Eingelangt am 15. April 1999

Angenommen am 24. Juni 1999