

Dr. Peter

Nachrichtenblatt
für den

Pflanzenschutz

in der DDR

5
1990

Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik



Ökologie
und
Umweltschutz

INHALT

Ökologie und Umweltschutz

Aufsätze	Seite
BINNER, R.; WOLF, N.; SCHMIDT, H.; BEITZ, H.: Das Grundwassermodell TERRA – eine Entscheidungshilfe für den Pflanzenschutzmitteleinsatz in Trinkwasserschutzgebieten	97
GRÜBNER, P.: Simazin-Rückstände in Böden von Obstintensivanlagen	100
BANASIAK, U.; SCHENKE, D.: Rückstandstoxikologische Absicherung des Einsatzes der Fungizide Aliette 80 WP und Previcur N in NFT-Tomaten	102
KOLBE, A.; AUERSWALD, H.; SCHÜTTE, H.-R.: Rückstandsbestimmung von Chlorcholinchlorid (CCC) in Tomatenfrüchten	105
HOERNICKE, E.: Bewertung der durch Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel ausgelösten Tiervergiftungen in der DDR	108
BEITZ, H.; PAULENZ, H.: Zur toxikologischen Bewertung von biologischen Pflanzenschutzmitteln und zu daraus resultierenden Forderungen für ihre Zulassung	110
GEISSLER, K.; BEITZ, H.; FRITZSCHE, R.: Aspekte und Probleme der Prüfung und Zulassung biologischer Pflanzenschutzmittel auf der Basis insektenpathogener Viren	112
Ergebnisse der Forschung	
LÜTH, P.: Zum Erstnachweis von <i>Tylenchorhynchus clarus</i> Allen, 1955, in der DDR	115
MÖGLING, R.; BROSCHEWITZ, B.: Vorschlag zur Bonitur von ausgewählten pilzlichen Krankheitserregern in Futtererbsen	115
Erfahrungen aus der Praxis	
GRÜBNER, P.; JACOBI, K.; MEYER, R.: Insektizid-Rückstände in Kohlgemüse nach Anwendung von Spritzfolgen und Tankmischungen	116
HORN, G.; STOLLE, M.: Anionische Netzmittel vom Alkylbenzensulfonatyp inaktivieren Reglone	116

3. Umschlagseite

GOTTWALD, R.; FREIER, B.:
Heckenwickler (*Archips rosana* L.)

CONTENTS

Ecology and protection of environment

Original papers	Page
BINNER, R.; WOLF, N.; SCHMIDT, H.; BEITZ, H.: Groundwater model TERRA helps to make decisions on the use of pesticides in drinking water protection areas	97
GRÜBNER, P.: Simazine residues in soils under intensive-type fruit plantations	100
BANASIAK, U.; SCHENKE, D.: Safe use of the fungicides Aliette 80 WP and Previcur N in NFT-tomato culture	102
KOLBE, A.; AUERSWALD, H.; SCHÜTTE, H.-R.: Detection of chlorocholine chloride (CCC) residues in tomato fruits	105
HOERNICKE, E.: Animal poisoning with pesticides in the German Democratic Republic	108
BEITZ, H.; PAULENZ, H.: Toxicological assessment of biological plant protectives and resultant demands on registration	110
GEISSLER, K.; BEITZ, H.; FRITZSCHE, R.: Biological plant protection substances based on insect-pathogenic viruses – Aspects and problems of testing and registration	112
Research results	
Notes from practice	

An die Abonnenten der Zeitschrift „Nachrichtenblatt Pflanzenschutz“

Sehr geehrter Leser!

Es ist auch für unseren Verlag zukünftig nicht mehr möglich, die seit Jahren niedrigen und hoch subventionierten Einzelverkaufspreise für Zeitschriften beizubehalten. Sie decken trotz teilweise relativ hoher Auflagen bei weitem nicht die Druck- und Papierkosten.

Ab 1. Juli 1990 wird ein Heft dieser Zeitschrift deshalb 6,40 M kosten (bisher 2,- M).

Neben einer weiteren inhaltlichen Verbesserung wird unsere Zeitschrift – beginnend mit der Juliausgabe – auf besserem Papier gedruckt, erhält einen farbigen Umschlag und einen mehrfarbigen Kunstdruckteil.

Wir hoffen sehr, daß Sie bei dieser Qualitätsverbesserung die Preiserhöhung akzeptieren können und weiterhin der Zeitschrift die Treue halten, die Ihnen in diesen schwierigen Zeiten gesellschaftlicher Neuorientierung ein verlässlicher Ratgeber sein will.

VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag

Günter HOLLE
Verlagsdirektor

Herausgeber: Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik.
Vorsitzender des Redaktionskollegiums: Prof. Dr. H. J. MÜLLER; Stellvertreter: Prof. Dr. P. SCHWÄHN
verantwortlicher Redakteur: Dr. G. MASURAT.
Anschrift der Redaktion: Stahnsdorfer Damm 81, Kleinmachnow, 1532, Tel.: 22423.
Redaktionskollegium: Dr. H.-G. BECKER, Prof. Dr. H. BEITZ, Dr. M. BORN, Dr. K.-H. FRITZSCHE, Prof. Dr. R. FRITZSCHE, Dr. H. GÖRLITZ, Dr. E. HAHN, Dr. W. HAMANN, Dr. G. LEMBCKE, Dr. G. LUTZE, Dr. H.-J. PLUSCHKELL, Dr. L. WENDHAUS.
Verlag: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Reinhardtstr. 14, Berlin, 1040, Tel.: 28930.
Lizenz-Nr. ZLN 1170. Erscheint monatlich. Bezugspreis: monatlich 2,- M. Auslandspreis siehe Zeitschriftenkatalog des Außenhandelsbetriebes der DDR – BUCHEXPORT. Bestellungen über die Postämter. Bezug für BRD, Westberlin und übriges Ausland über den Buchhandel oder den BUCHEXPORT, VE Außenhandelsbetrieb der DDR, Leninstr. 16, PSF 160, Leipzig, 7010.
Anzeigenannahme: Für Bevölkerungsanzeigen alle Annahmestellen in der DDR, für Wirtschaftsanzeigen der VEB Verlag Technik, Oranienburger Str. 13-14, PSF 293, Berlin, 1020. Es gilt Preiskatalog 286/1.
Nachdruck, Vervielfältigungen und Übersetzung des Inhalts dieser Zeitschrift in fremde Sprachen – auch auszugsweise mit Quellenangaben – bedürfen der schriftlichen Genehmigung des Verlages. – Die Wiedergabe von Namen der Pflanzenschutzmittel in dieser Zeitschrift berechtigen auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichengesetzgebung als frei zu betrachten wären.
Gesamtherstellung: Druckerei „Märkische Volksstimme“ Potsdam, BT-Druckerei „Wilhelm Bahms“, Brandenburg (Havel) I-4-2-51 721
Artikel-Nr. (EDV) 18133 – Printed in GDR

Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR

Rainer BINNER, Norbert WOLF, Heinz SCHMIDT und Horst BEITZ

Das Grundwassermodell TERRA – eine Entscheidungshilfe für den Pflanzenschutzmitteleinsatz in Trinkwasserschutzgebieten

1. Aufgabenstellung der Modellierung

Die Gestaltung der Bodennutzung in den Trinkwasserschutzgebieten (TSG) muß eine toxikologische Belastung der Grundwasserressourcen durch Pflanzenschutzmittel (PSM) ausschließen, zumal in der DDR mehr als 70 % des Trinkwassers aus Grundwasser gewonnen werden. Da andererseits 70 % des Grundwasserangebotes unter landwirtschaftlichen Nutzflächen gebildet werden, ist für die in den Trinkwasserschutzzonen II und III liegenden Flächen ein ansprechendes Ertragsniveau im Pflanzenbau zu gewährleisten, das eine begrenzte Anwendung von PSM erforderlich macht (KÜNKEL, 1989).

In den letzten Jahren wurden zunehmend Grundwasserkontaminationen durch Umweltchemikalien, so auch durch PSM, festgestellt, weshalb es dringend erforderlich ist, wissenschaftlich fundierte Regeln für den PSM-Einsatz in TSG zu erarbeiten. Grundlage dafür sind neben dem aus der hygienisch-toxikologischen Bewertung resultierenden Trinkwassergrenzwert vor allem umfassende Untersuchungen zum Abbau- und Sickerverhalten des PSM-Wirkstoffs und seiner relevanten Metabolite unter den spezifischen Boden- und Umweltbedingungen. Da die experimentellen Untersuchungen zu arbeits-, material- und zeitintensiv sind, als daß alle notwendigen hydrogeologischen, klimatischen und landwirtschaftlichen Bedingungen sowie jedes PSM umfassend berücksichtigt werden können, sind seit 10 bis 15 Jahren intensive Bemühungen zu verzeichnen, die mathematische Modellierung und Computersimulation für die Bewertung zu nutzen. Sie kann als Alternative zu den Experimenten, besser aber in Ergänzung zu diesen entwickelt werden (BEITZ, 1989).

Es sind mittlerweile eine Vielzahl umfassender Simulationsmodelle bekannt – in der DDR das von SCHMALAND (1986) entwickelte Modell PEPE – die auf unterschiedlichen Annahmen und mathematischen Lösungsansätzen beruhen. Mit ihnen kann qualitativ und quantitativ das natürliche Abbau- und Sickerverhalten einzelner PSM mehr oder weniger gut beschrieben werden, aber ihre erfolgreiche Anwendung setzt die präzise Kenntnis einer sehr großen Vielzahl von Boden-, Umwelt-, Bodenbewirtschaftungs- und Wirkstoffparametern voraus, die in den meisten Fällen nicht oder nur ungenau verfügbar sind.

Die Alternative zum Modell mit einer exakten Beschreibung des PSM-Verhaltens im Boden und Grundwasser ist die Einschätzung seines Gefährdungspotentials über screening- oder Entscheidungsmodelle, für die auf Grund mehrerer fundierter Annahmen nur relativ wenige signifikante und leichter zugängliche Parameter notwendig sind. Aus der Fülle der vorgeschlagenen Näherungen seien hier nur einige wenige genannt:

ALLER u. a. (1985) erarbeiteten das numerische Verfahren DRATIC auf Basis hydrogeologischer Parameter, allerdings ohne Berücksichtigung der PSM-Eigenschaften. RAO u. a. (1985) schlagen die Ermittlung von Indizes vor, die auf der Basis der Abschätzung der Aufenthaltszeit im Boden und der biochemischen Halbwertszeit des Wirkstoffs das Grundwassergefährdungspotential

charakterisieren. BLUME und BRÜMMER (1982) ordnen den verschiedenen Einflußgrößen, wie PSM-Eigenschaften, Bindungsverhältnisse im Boden, Bodenart usw., numerische Werte zu, um damit die Grundwassergefährdungstufe qualitativ abzuschätzen. Eine sowohl qualitative als auch quantitative Bewertung der potentiellen Grundwasserkontamination unter Berücksichtigung eines nicht zu überschreitenden Grenzwertes, z. B. Trinkwassergrenzwert, gestattet das screening-Modell von JURY u. a. (1987 a). Es diene als Basis für die Erarbeitung des Programms TERRA, um beginnend für die am meisten gefährdeten leichten D-Standorte der TSG vorwiegend für die in der Getreideproduktion eingesetzten PSM-Wirkstoffe Nitrofen, 2,4-D, Mecoprop und MCPA eine Abschätzung des Grundwassergefährdungspotentials vorzunehmen.

2. Beschreibung des Modells TERRA

Grundgedanke des von JURY u. a. (1987 a) erarbeiteten PSM-Transport-Modells ist die Unterteilung der Aerationzone in Schichten unterschiedlicher mikrobieller Aktivität, unter den Annahmen, daß jeder Wirkstoff in jeder Bodentiefe bei gleichförmiger Versickerungsgeschwindigkeit einer linearen, reversiblen Gleichgewichtsadsorption und einem biochemischen Abbau 1. Ordnung unterliegt. Im Gegensatz zu den bisher bekannten Modellansätzen, die eine kontinuierliche exponentielle Abnahme der Wirkstoffkonzentration (Abbau 1. Ordnung) von Bodenoberfläche bis Sättigungszone postulieren, wird durch diese Unterteilung in verschiedene Aktivitätszonen dem Einfluß der mit zunehmender Bodentiefe abnehmenden organischen Materie und Bodentemperatur auf die mikrobielle Populationsdichte unter Berücksichtigung der örtlichen Boden- und Umweltbedingungen (organische Materie, Tiefe des Grundwasserleiters, Versickerungsgeschwindigkeit u. a.) besser Rechnung getragen. Zur Einschätzung einer möglichen Grundwasserkontamination durch PSM sind für die Anwendung dieses einfachen steady-state-Modells nach JURY u. a. (1987 a) nur folgende Boden-, Umwelt- und Wirkstoffparameter notwendig:

- Verteilungskoeffizient der Substanz zwischen organisch gebundenem Kohlenstoff und Wasser (K_{OC} -Wert),
- biochemische Halbwertszeit,
- Änderung der mikrobiellen Populationsdichte mit der Bodentiefe (Tiefenkonstante $K_t = 3 \text{ m}^{-1}$),
- Oberflächzone (Wurzelzone) mit konstantem biologischen Abbau,
- Übergangszone mit exponentiell abnehmendem biologischen Abbau,
- Bodenfeuchte,
- Bodendichte,
- Gehalt an organischem Kohlenstoff,
- mittlere Sickergeschwindigkeit,
- Grenzwert (z. B. TWG).

Tabelle 1

Menü des Programms TERRA

Einschätzung ----->

1. Grundwassergefährdungspotential - numerisch
2. anteiliger Rückstand und Einwaschungszeit zum Horizont H
3. zeitabhängige Restaktivität in der Tiefenzone $z > H$

Dateien

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| 4. Wirkstoff | 8. Literatur |
| 5. Bodenparameter | 9. Abkürzungsverzeichnis |
| 6. KOC-Wert | 10. Info |
| 7. Halbwertszeit | |

E N D E -----> Return, Enter oder ET!

Wirkstoff: Simazin Umweltszenarium: 0011
 KOC-Wert: 140 Halbwertszeit: 75
 Trinkwassergrenzwert (mg/l): 0,0200
 Geben Sie den Literaturcode ein (0-1000):

Sinnvolle Aussagen werden mit diesem Modellansatz natürlich nur dann möglich sein, wenn die vereinfachenden Annahmen auch in der Praxis erfüllt sind und die experimentell zu bestimmenden Wirkstoffparameter K_{OC} -Wert und Halbwertszeit für das entsprechende Boden- und Umweltszenarium vorliegen bzw. unter vergleichbaren Bedingungen gewonnen wurden. Insbesondere für ionogene Verbindungen, deren Sorption im Boden vor allem auch durch Ionenaustausch an mineralischen Bodenbestandteilen sowie den pH-Wert bestimmt wird, sind diese Modellannahmen nicht erfüllt, so daß es zu Fehleinschätzungen kommen kann bzw. größere Abweichungen von den experimentellen Ergebnissen nicht ausgeschlossen sind. Auf der Basis dieses Modellansatzes wurde das Programm TERRA erarbeitet. Die notwendigen Inputparameter für den Wirkstoff und das Boden-Umweltszenarium sowie Literaturzitate sind auf dBase-II-Dateien zusammengestellt.

Als Grenzwert wurde im Programm der Trinkwassergrenzwert gemäß Rückstandsmengen-Anordnung (o. V., 1988 a) berücksichtigt. Für alle Wirkstoffe, die bisher nicht eingestuft sind, wird entsprechend dieser Anordnung ein Wert von 0,0001 mg/l festgelegt. Alle weiteren Wirkstoff- und Boden-Umwelt-Parameter sind frei wählbar und können somit entsprechend den zu untersuchenden Boden- und Umweltbedingungen angepaßt werden. Für die in der Datei aufgeführten Wirkstoffe werden zusätzlich mehrere K_{OC} -Werte und Halbwertszeiten zur Auswahl angeboten, die größtenteils der Literatur entnommen sind und bei unterschiedlichen experimentellen Bedingungen gewonnen wurden. Soweit verfügbar, wurden die letztgenannten kurz charakterisiert, um die richtige Auswahl treffen zu können. Außerdem wird auf die Literatur hingewiesen, die über eine Option des Menüs eingesehen werden kann.

Analog der Werkstoffdatei werden mit der Bodendatei die in der DDR typischen praxisrelevanten Boden- und Umweltszenarien angeboten, die gegenwärtig von einer Forschungsgruppe des Forschungszentrums für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg, Bereich Eberswalde, erarbeitet werden.

Jedes Szenarium kann an sich entsprechend den konkreten Bedingungen modifiziert werden. Nach Eingabe aller Parameter sind über das Menü (Tab. 1) drei unterschiedliche Optionen wählbar,

Tabelle 2

Ergebnisdarstellung der Option 1

Einschätzung des Grundwassergefährdungspotentials von -----> Simazin

Die Abschätzung erfolgte mit den Parametern:

- Verteilungskoeffizient zwischen organisch gebundenem Kohlenstoff und Wasser: $K_{OC} = 140.0000 \text{ cm Exp. } 3/g$
- Halbwertszeit: $t_h = 75,00 \text{ d}$
- Trinkwassergrenzwert: $TWG = 0.0200 \text{ mg/l}$
- Bodenfeuchte: $W = 0.20$
- Bodendichte: $D = 1.50 \text{ g/cm Exp. } 3$
- OC-Gehalt: $OC = 0.005$
- mittlere Sickereschwindigkeit: $J_w = 0.0028 \text{ m/d}$
- Oberflächzone (Wurzelzone) mit konstantem biologischen Abbau: $L = 0.5 \text{ m}$
- Übergangszone mit exponentiell abnehmendem biologischen Abbau: $H = 3.0 \text{ m}$

Unter diesem Boden- und Umweltszenarium ist

-----> eine GEFÄHRDUNG !!!
 des Grundwasserleiters bei einer Bodentiefe $H = 3,0 \text{ m}$ durch Simazin-Rückstände zu erwarten.

Metabolit(e): Hydroxy-Simazin

Tabelle 3

Ergebnisdarstellung der Option 2

Einschätzung des Grundwassergefährdungspotentials von -----> Simazin unter Berücksichtigung eines Trinkwassergrenzwertes

Die Abschätzung erfolgte mit den Parametern:

- Verteilungskoeffizient zwischen organisch gebundenem Kohlenstoff und Wasser: $K_{OC} = 140.0000 \text{ cm Exp. } 3/g$
- Halbwertszeit: $t_h = 75,00 \text{ d}$
- Trinkwassergrenzwert: $TWG = 0.0200 \text{ mg/l}$
- Bodenfeuchte: $W = 0.50$
- Bodendichte: $D = 1.20 \text{ g/cm Exp. } 3$
- OC-Gehalt: $OC = 0.030$
- mittlere Sickereschwindigkeit: $J_w = 0.0014 \text{ m/d}$
- Oberflächzone (Wurzelzone) mit konstantem biologischen Abbau: $L = 1.0 \text{ m}$
- Übergangszone mit exponentiell abnehmendem biologischen Abbau: $H = 3.0 \text{ m}$

Unter diesem Boden- und Umweltszenarium ist

-----> keine Gefährdung

des Grundwasserleiters bei einer Bodentiefe $H = 3,0 \text{ m}$ durch Simazin-Rückstände zu erwarten.

Folgende Metabolite sind dabei nicht berücksichtigt:

- Hydroxy-Simazin

auf denen die im Abschnitt 4 dargestellten Nutzungsmöglichkeiten aufbauen.

Die Tabellen 2 und 3 zeigen die Ergebnisdarstellungen der ersten Option. In allen Fällen werden die eingegebenen Wirkstoffparameter und das Umweltszenarium mit dargestellt. Auf bekannte und toxikologisch relevante Metabolite wird hingewiesen. Diese müssen als eigenständige Substanzen charakterisiert und bewertet werden.

3. Ergebnis und Diskussion

Die in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse wurden mit einem Boden- und Umweltszenarium erhalten, das fiktiv den ungünstigsten Fall mit dem höchsten Grundwasser-Gefährdungspotential (worst case) charakterisiert und durchaus für die D1/D2-Standorte der DDR Relevanz besitzt. Neben Simazin wurden unter gleichen Bedingungen zunächst weitere Herbizide anderer Substanzklassen mit unterschiedlichster Struktur auf ihr Einwaschungsverhalten untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Naturgemäß nimmt das Einwaschungsvermögen mit fallender Sorption (kleiner K_{OC} -Wert) und steigender Persistenz (hohe Halbwertszeit) zu. Insbesondere bei stark polaren und ionogenen Verbindungen bestimmen die Umweltbedingungen, vor allem der pH-Wert des Bodens über seinen Einfluß auf die Wasserlöslichkeit und demzufolge über die Sorption, in entscheidendem Maße das Einwaschungsvermögen.

Bei Nitrofen ist selbst unter diesen extremen Bodenbedingungen und trotz seiner hohen Persistenz das Kontaminationsrisiko des Grundwassers im Lockergesteinsbereich sehr gering. Diese Aussagen stimmen mit den Ergebnissen von Einwaschungsversuchen überein, bei denen der Wirkstoff in den obersten Bodenschichten verblieb (REIFENSTEIN u. a., 1973). Nicht zuletzt auf Grund seiner geringen Halbwertszeit ist Buminafos kein potentieller Grundwasserkontaminant. Auch hier bestätigt das Modell die experimentellen Ergebnisse (BINNER u. a., 1989).

Tabelle 4

Abschätzung des Einwaschungsverhaltens ausgewählter Herbizide (Boden-Umwelt-Szenarium siehe Tab. 2)

Wirkstoff	KOC-Wert (cm^3/g)	Halbwertszeit (d)	Wirkstoffanteil, der $H = 3 \text{ m}$ erreicht (%)	Einwaschungszeit (a)
Atrazin	170	88	3,15	4,3
Simazin	140	75	3,21	3,7
Prometryn	610	112	0,02	14,0
Nitrofen	3 864	250	< 0,01	85,7
Isoproturon	88	20	0,02	2,5
Buminafos	441	9,2	< 0,01	5,0
Dalapon	1,2	28	21,44	0,6
2,4-D	20	7	< 0,01	1,0
Dichlorprop	31	8	< 0,01	1,3
MCPA	102	5	< 0,01	2,7
Mecoprop	95	6	< 0,01	2,7

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß bisher nur die inaktiven Wirkstoffe betrachtet wurden. Nicht nur für Buminafos, sondern auch für andere Wirkstoffgruppen, wie z. B. die Triazin-Herbizide, sind hydrophilere Metaboliten bekannt, deren Einwaschungsverhalten künftig in die Bewertung einbezogen werden muß. Das setzt aber die experimentelle Ermittlung obengenannter Wirkstoffparameter voraus. Die bereits als Grundwasserkontaminanten nachgewiesenen Wirkstoffe Atrazin und Simazin (HOLDEN, 1986; COHEN u. a., 1987; HURLE u. a., 1987; LOCH und HOEKSTRA, 1987; MILDE und FRIESEL, 1987) wurden auch über dieses screening-Modell unter den extremen Bedingungen als solche eingeschätzt. Lysimeterversuche mit diesen Triazinderivaten zeigten allerdings widersprüchliche Resultate unter relativ ähnlichen Bedingungen, die sowohl auf ein merkliches (JURY u. a., 1987 b; LEH, 1968; KAVOLJUNAJTE und MELAMED, 1982) als auch auf ein geringes (WEBER, 1987; MAIER-BODE, 1971) Einwaschungsvermögen hindeuten.

Die ionogenen Phenoxyalkansäurederivate 2,4-D, Dichlorprop, MCPA und Mecoprop wurden bei Penetrationsversuchen auf Grund ihrer relativ geringen Sorption und pH-Wert-abhängigen Wasserlöslichkeit gut in verschiedene Böden eingewaschen (BEITZ u. a., 1976; SCHMIDT und BEITZ, 1980). Nicht zuletzt auf Grund ihrer geringen Halbwertszeit wurden sie aber bisher in der Praxis nicht als Grundwasserkontaminanten nachgewiesen und spielen auch unter diesem Boden- und Umweltszenarium bei der Modellierung keine Rolle. Ein hohes Grundwassergefährdungspotential besitzt in diesem Modell Dalapon als sehr gut wasserlösliche und ionische Verbindung, und das nicht nur bei Sandstandorten (o. V., 1976; LEH, 1968).

Insgesamt konnte mit diesen ersten computergestützten Abschätzungen des Grundwassergefährdungspotentials von ausgewählten und häufig eingesetzten Herbiziden eine gute Übereinstimmung mit den aus Labor-, Feld- und Monitoring-Untersuchungen gewonnenen Ergebnissen erreicht werden, und das selbst für ionogene Verbindungen, für die der Modellansatz insbesondere bezüglich Sorptionsverhalten vordergründig nicht ausgelegt ist.

Problematisch – und das trifft für alle computergestützten Risikoabschätzungen zu – ist die richtige Auswahl der Wirkstoffdaten K_{OC} -Wert und Halbwertszeit für die zu untersuchenden konkreten Boden- und Umweltbedingungen. Hier gibt es in der Literatur für die meisten Wirkstoffe oft eine Vielzahl und z. T. widersprüchliche Angaben mit großer Spannweite, für einige Substanzen aber auch nur unzureichende Informationen und Daten. Einige K_{OC} -Werte wurden deshalb z. B. näherungsweise über die Wasserlöslichkeit der Wirkstoffe nach BRIGGS (1981) oder KOOPER u. a. (1987) abgeschätzt. Da die sinnvolle Abschätzung des Grundwassergefährdungspotentials natürlich nur bei Eingabe der den Bedingungen entsprechenden Wirkstoffdaten möglich ist, müssen zukünftig solche Teilprozesse wie Sorption und Persistenz in Abhängigkeit von Boden, Umwelt und Klima experimentell und über Modellierung systematisch untersucht werden.

4. Nutzungsmöglichkeiten

Mit dem Modell TERRA können verschiedene Szenarien gewählt werden, die das Verhalten von Wirkstoffen in der Aerationzone eines Grundwasserleiters und damit ihr unmittelbares oder zeitlich verzögertes Eindringen in den Grundwasserleiter beschreiben. Unter der Voraussetzung, daß alle geforderten Wirkstoff- und Boden-Umwelt-Parameter in den Dateien enthalten sind, lassen sich folgende Optionen wählen:

- A Einschätzung des Grundwasser-Gefährdungspotentials auf der Grundlage des Trinkwassergrenzwertes,
- B Quantitative Abschätzung der einen bestimmten Bodenhorizont erreichenden Wirkstoffmenge und die dazu benötigte Einwaschungszeit,
- C Einschätzung des zeitabhängigen Abbauverhaltens der restlichen Wirkstoffmenge in tieferen Bodenschichten, allerdings ohne Berücksichtigung der dynamischen Transportprozesse, ohne Diffusion und Dispersion.

Daraus ergeben sich Nutzungsmöglichkeiten sowohl für die Forschung als auch für die landwirtschaftliche Praxis, das Gesundheitswesen, den Umweltschutz und die Wasserwirtschaft. Im Rahmen der Umweltschutzforschung sind alle PSM hinsichtlich ihres Sickerhaltens zu prüfen, ob sie potentielle Grundwasserkontaminanten darstellen. In diesem Sinne ist der hier gewählte Extremfall (worst case) eines kontaminationsempfind-

lichen Standortes ein geeignetes Kriterium für die Einsetzbarkeit in der Trinkwasserschutzzone II und die notwendigenfalls daran zu knüpfenden Anwendungsbedingungen. Das bedeutet, daß im Rahmen des in der DDR eingeleiteten Reregistrierungsprozesses aus hygienisch-toxikologischer Sicht alle im Pflanzenschutzmittelverzeichnis enthaltenen sowie alle neu zuzulassenden PSM einer solchen Bewertung zu unterziehen sind, wie das auch in den Niederlanden und der BRD neuerdings praktiziert wird. Das setzt aber voraus, daß die geforderten Wirkstoffparameter Bestandteil der vom Hersteller einzureichenden hygienisch-toxikologischen Dokumentation sind. Damit steht das Modell mit den Optionen A und B auch der Trinkwasserschutzkommission zur Bewertung von PSM beim Ministerium für Gesundheitswesen für eine sachkundige Entscheidungsfindung zur Verfügung.

Gleichfalls wird das Modell für die Erarbeitung von Ablösekonzeptionen von potentiellen Grundwasserkontaminanten benötigt, die bisher an Hand einzelner Parameter wie der Persistenz oder den Ergebnissen von Leaching-Studien vorgenommen werden mußten (BEITZ und SCHMIDT, 1989). Sie führten nicht immer zu optimalen Ablösevarianten mit hoher Sicherheit, wie das folgende Beispiel demonstriert:

Auf Grund der hohen Persistenz des Nitrofen wurde bereits in Erwägung gezogen, seine Präparate insbesondere im Festgesteinsbereich der Trinkwasserschutzzone II gegen Präparate des leichter abbaubaren Isoproturon zu substituieren. Dieses besitzt zwar eine geringe Persistenz, aber offenbar eine wesentlich geringere Sorption und birgt dadurch eine höhere Gefahr einer Grundwasserkontamination in sich als Nitrofen. Deshalb sollten vor einem generellen Einsatz von Isoproturon-Präparaten in TSG noch praxisnahe experimentelle Untersuchungen durchgeführt werden.

Aus diesem Beispiel wird deutlich, daß sich aus den Szenarien experimentelle Aufgabenstellungen ableiten lassen, die gezielt angelegt zusätzliche Daten bzw. Kriterien liefern und somit zu einer weiteren Validisierung des Modells beitragen.

Die aus der Sicht einer sicheren Anwendung von PSM in der Landwirtschaft wichtigste Nutzungsmöglichkeit stellt die Option A dar. Sie ermöglicht den Schutzkommissionen in den Kreisen eine objektive Entscheidung zu den Anträgen der Pflanzenbauer auf Anwendung von PSM in den Trinkwasserschutzzonen. Damit können die bisher im Pflanzenschutzmittelverzeichnis enthaltenen pauschalen Festlegungen zum Einsatz in der Trinkwasserschutzzone II den jeweiligen standortspezifischen Bedingungen angepaßt werden. Die bisherigen Anwendungsbegrenzungen in Form limitierter Aufwandmengen, bestimmter Frucht- oder Bodenarten lassen sich beinahe schlagbezogen präzisieren, wobei die kleinste Einheit durch die vorliegende Bodenkartierung bestimmt wird. Das setzt eine verantwortungsvolle Handhabung des Modells TERRA voraus, weshalb es nach Abschluß der Validisierungsphase zunächst in zwei Bezirken erprobt wird, ehe es zur breiten Nutzung freigegeben werden kann. Bei der Entwicklung wurde die unterschiedliche Ausstattung der staatlichen Einrichtungen mit Arbeitsplatz- bzw. Personalcomputern (BC, PC, AC) berücksichtigt. Deshalb wurde es unter dem Betriebssystem CP/M 3.0 mit Turbo-Pascal-Version 3.02A erstellt, um die Kompatibilität zwischen 8-bit- und 16-bit-Arbeitsplatzcomputern mit Zugriff auf dBASE II-(Version 2.43)-Dateien zu gewährleisten. Die Software ist gegenwärtig verfügbar für 8-bit-BC und -PC unter den Betriebssystemen CP/M 3.0 und CP/A, für 16-bit-PC (IBM-XT-kompatible) mit den Betriebssystemen MS-DOS und DCP.

Schließlich soll noch auf die Nutzung des Modells bei Grundwasserhavarien mit PSM hingewiesen werden, wofür die Optionen C sowie eingeschränkt A und B genutzt werden können. Auch wenn in der DDR keine gesonderten Grenzwerte dafür bestehen, wie das in den USA der Fall ist (o. V., 1988 b), so lassen sich aus den möglichen Szenarien Antihavarie- und Sanierungsmaßnahmen ableiten.

5. Zusammenfassung

Zur qualitativen und quantitativen Bewertung der potentiellen Grundwasserkontamination durch Pflanzenschutzmittel wurde das Programm TERRA erarbeitet. Es gestattet mit wenigen Wirkstoff- und Umweltparametern eine Einschätzung des Grundwassergefährdungspotentials auf Basis des Trinkwassergrenzwertes, die quantitative Abschätzung der einen bestimmten Bodenhorizont erreichenden Wirkstoffmenge und die dazu benötigte Einwaschungszeit sowie die Einschätzung des zeitabhängigen Abba-

verhaltens der restlichen Wirkstoffmenge in tieferen Bodenschichten. Für einen extrem gefährdeten D-Standort wurde eine erste Bewertung des Grundwasserkontaminationsrisikos für ausgewählte Herbizide vorgenommen. Die Nutzungsmöglichkeiten des Modells werden diskutiert.

Резюме

TERRA – модель грунтовых вод – пособие для принятия решений по применению пестицидов в водоохраных зонах

С целью качественной и количественной оценки потенциального загрязнения грунтовых вод пестицидами была разработана программа TERRA. С помощью нескольких параметров действующих веществ и окружающей среды она позволяет оценивать потенциальную опасность загрязнения грунтовых вод на базе предельного значения питьевой воды, а также количественно определить количество действующих веществ, которое достигает определенного горизонта почвы, и необходимое для этого время вымывания. Далее она позволяет дать оценку поведения разложения остаточного количества действующих веществ в более глубокие слои почвы в зависимости от времени. На дилuviальном месте произрастания, которое подвержено сильной опасности загрязнения, проведена оценка риска загрязнения грунтовых вод некоторыми гербицидами. Обсуждаются возможности использования модели.

Summary

Groundwater model TERRA helps to make decisions on the use of pesticides in drinking water protection areas

The computer program TERRA was drawn up for qualitative and quantitative evaluation of potential groundwater pollution from pesticides. Using but few parameters of active agents and environment, the model helps to evaluate the groundwater pollution potential on the basis of the threshold value for drinking water, to estimate the amount of active agents that reaches a certain soil horizon along with the leaching time required, and to rate the time-dependent breakdown of the residual amount of active agents in the deeper soil layers. The risk of groundwater pollution from select herbicides was evaluated for an extremely endangered diluvial soil. Potential uses of the model are discussed in the paper.

Literatur

- ALLER, L.; BENNETT, T.; LEHR, J.; PETTY, R.: DRASTIC: A standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeological settings. USEPA Off. Res. & Devel., Washington, DC, 1985, EPA/600/2-85/018, 384 S.
BEITZ, H.: Aktuelle Aspekte der ökologisch-chemischen Bewertung von Pflanzenschutzmitteln. Z. Chem. 29 (1989), S. 269-276
BEITZ, H.; SCHMIDT, H.: Neue Erkenntnisse und Festlegungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Trinkwasserschutzzone II. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 43 (1989), S. 95-97
BEITZ, H.; WINKLER, R.; SICHTING, M.; SCHMIDT, H.: Untersuchungen zur Erfassung der Grundwasserkontaminationsfähigkeit ausgewählter Pflanzenschutzmittel. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 30 (1976), S. 89-94
BINNER, R.; SCHMIDT, H.; BEITZ, H.: Zum Rückstands- und Einwaschungsverhalten von Buminafos im Boden. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 43 (1989), S. 101-103

Pflanzenschutzamt beim Rat des Bezirkes Dresden

Peter GRÜBNER

Simazin-Rückstände in Böden von Obstintensivanlagen

Umfangreiche Monitoring-Untersuchungen haben zu einer besseren Kenntnis des Umweltverhaltens persistenter Pflanzenschutzmittelrückstände im Boden geführt. Einen Schwerpunkt der Überwachung bildet dabei die langjährige Anwendung der Herbizidwirkstoffe Simazin und Atrazin in Obstanlagen. Eine Literaturübersicht zur Herbizidpersistenz in Dauerkulturen (PESTEMER, 1985) zeigt, daß auch nach 5- bis 10jähriger Anwendung von Simazin und Atrazin in Apfel-, Pfirsich- und Weinanlagen sowie

- BLUME, H.-P.; BRÜMMER, G.: Prognose des Verhaltens von Pflanzenbehandlungsmitteln in Boden mittels einfacher Feldmethoden. Landwirtsch. Forsch. 40 (1987), S. 41-50
BRIGGS, D. G.: Theoretical and experimental relationships between soil adsorption, octanol-water partition coefficients, water solubilities, bioconcentration factors, and the paracher. J. Agric. Food Chem. 29 (1981), S. 1050-1059
COHEN, S. H.; EIDEN, C.; LORBER, M. N.: Monitoring ground water for pesticides in the USA. Schr.-R. Ver. Wasser-, Boden-, Lufthyg. 68 (1987), S. 265-294
HOLDEN, P. W.: Pesticides and groundwater quality. Washington, Nat. Acad. Press, 1986, 124 S.
HURLE, K.; GIESSL, H.; KIRCHHOFF, J.: Über das Vorkommen einiger ausgewählter Pflanzenschutzmittel im Grundwasser. Schr.-R. Ver. Wasser-, Boden-, Lufthyg. 68 (1987), S. 169-190
JURY, W. A.; FOCHT, D. D.; FARMER, W. J.: Evaluation of pesticide groundwater pollution potential from standard indices of soil-chemical adsorption and biodegradation. J. Environ. Qual. 16 (1987 a) 4, S. 422-428
JURY, W. A.; WINER, A. M.; SPENCER, W. F.: Transport and transformations of organic chemicals in the soil-air-water ecosystem. Rev. Environ. Contam. Toxicol. 99 (1987 b), S. 119-164
KAVOLJUNAJTE, I. A.; MELAMED, B. V.: Persistentnost' gerbicidov v pocve i rastenijach. Chim. sel'k. choz. 20 (1982) 2, S. 53-57
KOOPER, W. F.; MEIJDEN van der, A. M.; DRIESSEN, A. P. T.: Soil quality standards and the chemical physical equilibrium between soil and ground water. USGP 87. Noordwijk, 30. 3.-2. 4. 1987
KÜNKEL, K.: Landwirtschaftliche Bodennutzung in Trinkwasserschutzgebieten – Regeln und Richtwerte. Empfehlungen für die Praxis. agra-Buch, Markkleeberg, 1989
LEH, H.-O.: Untersuchungen über die vertikale Wanderung von Herbiziden im Boden unter besonderer Berücksichtigung der Möglichkeiten einer Grundwasser-Verunreinigung. Nachr.-Bl. Dt. Pflanzenschutz. (Braunschweig) 20 (1968), S. 99-106
LOCH, J. P.; HOEKSTRA, R.: Spuren von Pflanzenbehandlungsmitteln im Grundwasser. Konzeption und erste Ergebnisse von Untersuchungen in Böden höherer Durchlässigkeit in den Niederlanden. Schr.-R. Ver. Wasser-, Boden-, Lufthyg. 68 (1987), S. 247-264
MAIER-BODE, H.: Herbizide und ihre Rückstände. Stuttgart, Verl. Eugen Ulmer, 1971, 479 S.
MILDE, G.; FRIESEL, P.: Grundwasserbeeinflussungen durch Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln. Schr.-R. Ver. Wasser-, Boden-, Lufthyg. 68 (1987), S. 11-44
RAO, P. S. C.; HORNSBY, A. G.; JESSUP, R. E.: Indices for ranking the potential for pesticide contamination of groundwater. Soil and Crop Sci. Soc. Florida Proc. 44 (1985), S. 1-8
REIFENSTEIN, H.; CZYRNIA, W.; BEITZ, H.: Zum Rückstandsverhalten der Präparate Trizilin, Trakephon und bercema CCC im Boden. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 27 (1973), S. 204-207
SCHMALAND, G.: Berechnung der Gefahr von Grundwasser-Kontaminationen durch Pestizide mit dem mathematischen Modell PEPE (Pestizidpenetration). Z. ges. Hyg. 32 (1986) 4, S. 246-249
SCHMIDT, H.; BEITZ, H.: Erkenntnisse zum Eindringen von Pflanzenschutzmitteln in das Grundwasser und daraus abzuleitende Schutzmaßnahmen. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 34 (1980), S. 145-150
WEBER, J. B.: Pesticide dissipation in soils as a model for xenobiotic behaviour. IAEA-3M-297/45, Intern. Symp. Changing Perspectives in Agrochemicals, Neuherberg, 24.-27. 11. 1987
o. V.: Loading functions for assessment of water pollution from nonpoint sources. EPA/600/2-76/151, USEPA, Washington, 1976
o. V.: Anordnung über Rückstände von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln in Lebensmitteln – Rückstandsmengenanordnung – vom 30. Juni 1988. Gbl. DDR, Sdr. 1311, 1988 a
o. V.: Assessment of noncarcinogenic risk. Rev. Environm. Contam. Toxicol. 104 (1988 b), S. 2-7

Anschrift der Verfasser:

Dr. R. BINNER

N. WOLF

Dr. H. SCHMIDT

Prof. Dr. sc. H. BEITZ

Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR

Stahnsdorfer Damm 81

Kleinmachnow

DDR - 1532

Baumschulkulturen die Rückstände zwischen den Behandlungen nicht immer vollständig abgebaut werden, eine Akkumulation aber nicht stattfindet. Untersuchungen in der DDR in Apfel-, Erdbeer- und Weinanlagen (GRÜBNER, 1985) bestätigen dies. Die jährliche Anwendung hoher Herbizidaufwandmengen am gleichen Standort führt aber zu einem vergleichsweise höheren Kontaminationsgrad als auf Ackerflächen, so daß – auch wenn keine stetige Anreicherung auftritt – das erhöhte Rückstandsniveau im

Tabelle 1

Simazin-Anfangsrückstände

10 Obstanlagen (Apfel, schwarze Johannisbeere, Sauerkirsche).

Probenahme 1 bis 11 Wochen nach Unkrautbekämpfung im Frühjahr

	1984	1985
0 bis 20 cm		
Kontaminationsgrad (%)	100	100
> 0,2 mg/kg (%)	40	63
> 0,5 mg/kg (%)	20	38
	(max. 1,6 mg/kg)	(max. 0,9 mg/kg)
20 bis 40 cm		
Kontaminationsgrad (%)	100	63
> 0,2 mg/kg (%)	10	25
> 0,5 mg/kg (%)	0	0
40 bis 60 cm		
Kontaminationsgrad (%)	40	25
> 0,2 mg/kg (%)	0	13
> 0,5 mg/kg (%)	0	13

Tabelle 2

Simazin-Endrückstände. 12 Obstanlagen (Apfel)

	1979 (F)	1981 (H)	1982 (H)	1983 (H)
0 bis 20 cm				
Kontaminationsgrad (%)	75	100	92	92
> 0,2 mg/kg (%)	17	20	17	67
> 0,5 mg/kg (%)	0	0	0	17
20 bis 40 cm				
Kontaminationsgrad (%)	42	30	83	75
> 0,2 mg/kg (%)	0	10	0	17
> 0,5 mg/kg (%)	0	0	0	0

F $\hat{=}$ Probenahme Frühjahr (März, April) vor UnkrautbekämpfungH $\hat{=}$ Probenahme Herbst (Oktober, November)

Hinblick auf mögliche unerwünschte Nebenwirkungen zu bewerten ist.

MALKOMES (1985) faßt den aktuellen Wissensstand zum Einfluß von Pflanzenschutzmitteln (PSM) auf Bodenorganismen in folgender Einschätzung zusammen: Eine Stimulierung oder Hemmung bodenbiologischer Aktivitäten ist möglich, eine relevante Beeinflussung der für die Bodenfruchtbarkeit und den Ertrag wichtigen mikrobiellen Leistungen wurde unter Freilandbedingungen aber nicht festgestellt. Auch nach 20jähriger jährlicher Simazin-Anwendung in einer Beerenobstanlage sind nur geringe Wirkungen auf mikrobielle Aktivitäten im Boden nachweisbar (MALKOMES, 1989).

Kritischer zu betrachten ist die Gefahr einer möglichen Einwaschung und Langzeitkontamination des Grundwassers durch Simazin bzw. Atrazin. Dies zeigen internationale Monitoring-Ergebnisse und die Diskussion um deren Bewertung (zur Situation siehe BEITZ und SCHMIDT, 1989). Wie Modelluntersuchungen mit Atrazin belegen (HERZEL und SCHMIDT, 1989), besteht besonders auf hoch belasteten Flächen bei lang anhaltenden intensiven Niederschlägen das Risiko eines schnellen Wirkstofftransportes in tiefere Schichten.

Zur Bewertung der gesamten Situation sind Labor- und Freilandversuche ebenso erforderlich wie Übersichtsuntersuchungen in der Praxis.

Untersuchungsergebnisse aus Obstintensivanlagen des Bezirkes Dresden

In den Tabellen 1 bis 4 sind die Untersuchungsergebnisse der Jahre 1979 bis 1988 zusammengefaßt. In jeder Obstanlage wurde ein repräsentativer Standort in verschiedenen Bodentiefen nach der Behandlung (Anfangsrückstände) bzw. zum Vegetationsende (Endrückstände) beprobt. Die Rückstandsbestimmung in Boden und Wasser erfolgte nach DDR-Standard (o. V., 1986) mit den Nachweisgrenzen von 0,02 mg/kg (Boden) bzw. 0,002 mg/l (Wasser).

Tabelle 3

Endrückstände Simazin, Atrazin, Fenuron

8 Obstanlagen (Apfel, schwarze Johannisbeere, Suß- und Sauerkirsche),

Probenahme Frühjahr (April, Mai) 1988 vor Unkrautbekämpfung

	0 bis 10 cm	10 bis 20 cm	20 bis 40 cm
Simazin			
Kontaminationsgrad (%)	100	75	50
> 0,2 mg/kg (%)	75	13	13
> 0,5 mg/kg (%)	13	0	0
Atrazin			
Kontaminationsgrad (%)	13	13	0
> 0,2 mg/kg (%)	0	0	0
> 0,5 mg/kg (%)	0	0	0
Fenuron			
Kontaminationsgrad (%)	0	0	0

Tabelle 4

Simazin-Rückstände in Trinkwasserproben

	Mai/Juni 1986	Probenahme Oktober 1986	Mai bis Juli 1987
Probenzahl	16	15	14
Kontaminationsgrad (%)	25	33	14
> Trinkwasser- grenzwert DDR (%)	0	0	0

Tabelle 5

Grenzwerte für Simazin und Atrazin im Boden

Wirkstoff	Grenzwert	Quelle
Simazin, Atrazin	0,02 bzw. 0,1 mg/kg Ackerfläche 0,5 mg/kg Obstanlagen (vor Un- krautbekämpfung im Frühjahr)	GRÜBNER, 1988
Simazin	0,2 mg/kg	o. V., 1988 b sowie AUTORENKOLLEKTIV, 1985
Atrazin	0,5 mg/kg	

Zur Bewertung der Untersuchungsergebnisse wurden der Kontaminationsgrad (%) kontaminierter Proben von Gesamtprobenzahl) sowie Grenzwerte verwendet. Derartige höchstzulässige Konzentrationen für den Boden werden in der DDR unter Berücksichtigung der Phytotoxizität im Bereich des Pflanzenschutzes bzw. zur Sicherung des hygienischen Status des Bodens im Bereich der Bodenhygiene angewendet (Tab. 5).

Diskussion und Schlußfolgerungen

Bei der Diskussion der Untersuchungsergebnisse und dem Vergleich mit Literaturangaben ist zu berücksichtigen, daß in den Obstanlagen Simazin mindestens 5 Jahre, zumeist aber über 10 Jahre jährlich mit einer Aufwandmenge von durchschnittlich 1,6 kg AS/ha (maximal 2,6 kg AS/ha) eingesetzt wurde. Es ergeben sich folgende Aussagen:

- Die Anfangsrückstände in der oberen Bodenschicht (0 bis 20 cm) betragen zwischen 1 und 2 mg/kg Simazin und werden im Verlauf der Vegetationsperiode überwiegend auf Werte unter 0,2 mg/kg abgebaut. Der Kontaminationsgrad vor der neuen Behandlung ist noch sehr hoch (75 bis 100 %) und der bodenhygienische Grenzwert von 0,2 mg/kg wird im Durchschnitt der Jahre zu diesem Zeitpunkt noch bei etwa 20 % der Proben überschritten. Ein Grenzwert von 0,5 mg/kg (GRÜBNER, 1988) wäre praktikabel. Nur in Jahren mit sehr ungünstigen meteorologischen Abbaubedingungen kann das Rückstandsniveau höher liegen (Trockenjahr 1983).
- Der Kontaminationsgrad tieferer Schichten (20 bis 40, 40 bis 60 cm) ist geringer, erreichte aber immer noch Werte zwischen 25 und 83 %. Dies ist bedenklich, weil der Simazin-Abbau bereits in dieser Tiefe deutlich verlangsamt ist und die größere Persistenz das Risiko einer weiteren Einwaschung und Grundwasserkontamination erhöht.
- Bei 1986/87 durchgeführten Trinkwasseruntersuchungen aus Wasserversorgungsanlagen, deren Einzugsgebiet in Obstintensivanlagen liegt, sind Simazin-Rückstände über dem Trinkwassergrenzwert der DDR von 0,02 mg/l (o. V., 1988 a) nicht nachweisbar. Auch in diesen Anlagen erfolgte eine langjährige Anwendung mit Aufwandmengen bis zu 2,6 kg AS/ha, die ab 1984 durch andere Herbizide zunehmend reduziert wurden. Der Kontaminationsgrad (Tab. 4) zeigt, daß trotz der Simazin-Substitution in den letzten Jahren Langzeitkontaminationen auftreten können.

Dabei liegen die positiven Befunde alle über dem Grenzwert der EG-Richtlinie von 0,1 µg/l, der seit Oktober 1989 auch in der BRD rechtsverbindlich ist.

- 1988 wurden Rückstandsuntersuchungen in Anlagen durchgeführt, in denen neben einer langjährigen Simazin-Anwendung auch Elburon (Atrazin und Fenuron) zum Einsatz kam. Bei vergleichsweise geringeren Wirkstoffaufwandmengen von Atrazin und Fenuron (maximal 1,5 kg AS/ha Atrazin bzw. 1,0 kg AS/ha Fenuron pro Jahr) ergibt sich eine sehr günstige Rückstandssituation und keine Grenzwertüberschreitung in allen beprobten Bodentiefen (Tab. 3).

Aus den Ergebnissen ist zu schlußfolgern, daß in Obstanlagen die langjährige Anwendung von Simazin in hohen Aufwandmengen zwar zu keiner Akkumulation führt, die Gefahr einer Einwa-

schung in tiefere Bodenschichten und unter ungünstigen Bedingungen eines unkontrollierbaren Weitertransportes bis zur Grundwasserkontamination nicht auszuschließen ist. Zu fordern sind deshalb die konsequente Einhaltung der Aufwandmengenlimitierung für Simazin in der Trinkwasserschutzzone II (o. V., 1988 c) sowie generelle Überlegungen zur vollständigen Simazin-Substitution in derartigen Anlagen.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse von 1979 bis 1988 durchgeführten Rückstandsuntersuchungen in Bodenproben nach langjähriger Simazin-Anwendung in Obstanlagen des Bezirkes Dresden werden vorgestellt und diskutiert. Eine Akkumulation der Simazin-Rückstände in verschiedenen Bodentiefen wurde nicht festgestellt. Der Kontaminationsgrad zum Vegetationsende bzw. vor der neuen Herbizidanwendung war aber sehr hoch und die Rückstände überschritten durchschnittlich zu etwa 20 % den bodenhygienischen Grenzwert von 0,2 mg/kg. Aus diesen Untersuchungen sowie nachgewiesenen Simazin-Kontaminationen in Trinkwasserproben ergibt sich die Forderung, die Aufwandmengenlimitierung für Simazin in Trinkwasserschutzgebieten konsequent einzuhalten und verstärkt Überlegungen zur Simazin-Substitution in Obstanlagen anzustellen.

Резюме

Остаточные количества симазина в почвах промышленных плодовых садов

Приводятся и обсуждаются результаты исследований, которые были проведены с 1979 по 1988 гг. для определения остаточных количеств симазина в почвенных пробах после его длительного применения в плодовых садах Дрезденского округа. Накопление остаточных количеств симазина в разных глубинах почв не было установлено. Однако, степень загрязнения к концу вегетационного периода или перед следующим применением гербицидов была слишком высокая и в среднем остаточные количества превышали примерно на 20 % значение антифитопатогенного потенциала почвы, составляющее 0,2 мг/кг. Из этих исследований и выявленного загрязнения проб питьевой воды симазином вытекает требование к последовательному ограничению норм расходов симазина в водоохраных зонах и к размышлениям о замене симазина в плодовых садах.

Summary

Simazine residues in soils under intensive-type fruit plantations From 1979 to 1988, samples from orchard soils treated with simazine for many years were examined in the Dresden county. The residue concentrations established are outlined and discussed in the paper. There was no evidence of simazine residue accumulation at the various depths. However, contamination was very high at the end of the growing season and before the next herbicidal treatment, respectively; on an average, residue concentrations were about 20 % higher than the threshold of 0.2 mg/kg. On account of these results along with the simazine contaminations found in drinking water samples it is absolutely necessary to keep to the limits for simazine use in drinking water protection areas and to make greater efforts towards the replacement of simazine in fruit plantations.

Literatur

- AUTORENKOLLEKTIV: Ausgewählte bodenhygienische Untersuchungsmethoden. 3. Lief., Hrsg. Staatl. Hygieneinspekt. Ministerium Gesundheitswesen, 1985
 BEITZ, H.; SCHMIDT, H.: Neue Erkenntnisse und Festlegungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Trinkwasserschutzzone II. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 43 (1989), S. 95-98
 GRÜBNER, P.: Schadgrenzen und analytische Überwachung von Herbizidrückständen im Boden. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 39 (1985), S. 161-165
 GRÜBNER, P.: Richtwerte für Herbizidwirkstoffe im Boden. Nachr.-Bl. DDR 42 (1988), S. 45-47
 HERZEL, F.; SCHMIDT, G.: Zu Prüfung des Versicherungsverhaltens von Pflanzenschutzmitteln im Modellversuch. Nachr.-Bl. Dt. Pflanzenschutz. 41 (1989), S. 91-94
 MALKOMES, H. P.: Einflüsse von Pflanzenschutzmitteln auf Bodenmikroorganismen und ihre Leistungen. Z. Agrarpolitik u. Landwirtschaft. 198 S.-H. (1985), S. 134-147
 MALKOMES, H. P.: Einfluß von Simazin unter Laborbedingungen auf die mikrobielle Aktivität eines langjährig unterschiedlich unkrautfrei gehaltenen Bodens einer Obstanlage. Nachr.-Bl. Dt. Pflanzenschutz. 41 (1989), S. 25-30
 PESTEMER, W.: Herbiziddynamik im Boden. Z. Agrarpolitik u. Landwirtschaft. 198 S.-H. (1985), S. 69-80
 o. V.: Rückstände von Pflanzenschutzmitteln und Wachstumsregulatoren. Bestimmung von Triazin. TGL 27 796/07, 1986
 o. V.: Rückstandsmengen-Anordnung vom 30. 6. 1983. GBl DDR 1983 a, Sdr. Nr. 1311
 o. V.: Nutzung und Schutz des Bodens. Prüfung des hygienischen Status des Bodens. TGL 37 782, 1983 b
 o. V.: Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis der DDR 1989/90. Berlin, VEB Dt. Landwirtschaft.-Verl., 1988 c

Anschrift des Verfassers:

Dr. P. GRÜBNER
 Pflanzenschutzamt beim Rat des Bezirkes Dresden
 Stübelallee 2
 Dresden
 DDR - 8019

Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR

Ursula BANASIAK und Detlef SCHENKE

Rückstandstoxikologische Absicherung des Einsatzes der Fungizide Aliette 80 WP und Previcur N in NFT-Tomaten

1. Einleitung

Die Anwendung hydroponischer Verfahren gewinnt bei der Erzeugung von Fruchtgemüse im Gewächshaus zunehmend an Bedeutung (GÖHLER und DREWS, 1989). Voraussetzung für eine optimale Bestandesführung ist die Kontrolle und die Bekämpfung pilzlicher Schaderreger, die sich insbesondere in zirkulierender Nährlösung sehr rasch ausbreiten können. Besondere Aufmerksamkeit haben dabei dem Erreger der Fuß- und Wurzelfäule *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae* sowie *Pythium*-Arten zu gelten. Bisher war in der DDR allein bercema Ridomil Zineb für die Anwendung in Tomatenkulturen mit zirkulierender Nährlösung befristet bis 1990 zugelassen, da der Einsatz von Metalaxyl allein zur Ausbildung von Resistenz führt (DUNSING u. a., 1988). Es bestand die Aufgabe, die Anwendung von Aliette 80 WP und Previcur N an Tomaten in zirkulierender Nährlösung hygienisch-toxikologisch abzusichern.

2. Versuchsanlage

Der Anbau von Tomatenpflanzen der Sorte 'Tamina' erfolgte in den Jahren 1988 und 1989 in Modellanlagen des Instituts für Ge-

Tabelle 1
 Versuchsparameter

Versuchsnummer	Präparat	Menge (mg/l)	Termin	
			Behandlung	Erntebeginn
1/88	Aliette 80 WP	1 000	27. 1. 1988 (J)	
			18. 4. 1988 (E)	18. 4. 1988
	Previcur N	100	15. 2. 1988 (J)	18. 4. 1988
			25. 4. 1988 (E)	3. 5. 1988
2/88	Previcur N	100	7. 7. 1988 (J)	
			23. 8. 1988 (E)	23. 8. 1988
3/88	Aliette 80 WP	1 000	5. 9. 1988 (J)	
			13. 10. 1988 (E)	13. 10. 1988
	Aliette 80 WP + Previcur N	1 000	5. 9. 1988 (J)	
			13. 10. 1988 (E)	13. 10. 1988
1/89	Aliette 80 WP	1 000	6. 2. 1989 (J)	
			11. 4. 1989 (E)	
			14. 4. 1989 (E)	14. 4. 1989
	Aliette 80 WP	1 000	6. 2. 1989 (J)	
	Aliette 80 WP	1 000	6. 2. 1989 (J)	
			11. 4. 1989 (E)	11. 4. 1989
	Aliette 80 WP + Previcur N	100	11. 4. 1989 (E)	11. 4. 1989
	Aliette 80 WP	1 000	6. 2. 1989 (J)	
			11. 4. 1989 (E)	11. 4. 1989
	Aliette 80 WP	1 000	11. 4. 1989 (E)	11. 4. 1989

J ≙ Jungpflanzenbehandlung, E ≙ Behandlung kurz vor der Ernte

Tabelle 2

Apparative Bedingungen der gaschromatographischen Bestimmungen von Ethylphosphonat, Phosphoriger Säure und Propamocarb

	Ethylphosphonat Phosphorige Säure	Propamocarb	
Gerät	HP 5890 A	Varian 2100	HP 5890 A
Detektor	NPD	NPD	NPD
Trennsäule	Quarz 10 m 0,53 mm i. D.	Glas 1,8 m 2 mm i. D.	Quarz 10 m 0,53 mm i. D.
Säulenfüllung	FFAP immobilisiert 2,65 µm	10 % Carbowax 20 M 0,5 % KOH auf Chromosorb W-HP (80/100 mesh)	HP 1 Methylsilicon 2,65 µm
Temperaturen (°C)			
Säule	90 (1 min) 5/min 100 (3 min) 70/min 200 (15 min)	160	160
Injektor	250	230	250
Detektor	280	210	280
Durchflußraten (ml/min):			
N ₂	1,42	40	3,0
H ₂	3,2	30	3,47
Luft	106	300	104
Make up	29		25,5
Injektion (µl)	1 splitless	1	1 splitless

müseproduktion Großbeeren der AdL der DDR entsprechend den Applikationsbedingungen für NFT-Kulturen (GROTE u. a., 1989). In vier Versuchsserien wurden die Tomatenpflanzen ein- bzw. mehrmals mit 1000 mg/l Aliette 80 WP (80 % Fosethyl-Aluminium) bzw. 100 mg/l Previcur N (722 g/l Propamocarb) allein sowie in Kombination behandelt. Previcur N wurde direkt der Nährlösung zugesetzt. Im Falle der Behandlung mit Aliette 80 WP und bei kombinierter Applikation beider Präparate gab man diese in 20 l Wasser, das maximal 4 Tage die Tomatenwurzeln umspülte und anschließend durch die entsprechende Nährlösungsmenge ersetzt wurde (Tab. 1).

3. Rückstandsanalytische Bestimmung in Tomaten

3.1. Ethylphosphonat und Phosphorige Säure

Nach einer modifizierten Vorschrift der Firma RHONE-POULENC wurden 25 g repräsentatives Probenmaterial in 10%iger Schwefelsäure homogenisiert. Dem Zentrifugieren und Filtrieren folgte das Ausfällen von Inhaltsstoffen durch Zugabe von 2-Propanol zum schwefelsauren Extrakt. Fosethyl-Aluminium (Aluminiumtris-[O-ethylphosphonat]) ist eine ionisch aufgebaute Verbindung. Der gaschromatographische Nachweis des Ethylphosphonat-Anions und seines Zerfallsproduktes, der Phosphorigen Säure, gelang indirekt nach der Derivatisierung mit Diazomethan als Ethylmethylphosphonat bzw. als Dimethylphosphonat. Die bestimmten Mengen wurden als Fosethyl-Aluminium bzw. Phosphorige Säure berechnet.

An einem Gaschromatographen HP 5890 A konnten unter Verwendung einer FFAP-Säule noch 6 pg/µl Fosethyl-Aluminium und 4 pg/µl Phosphorige Säure ermittelt werden (Tab. 2). Die analytischen Parameter genügen den gestellten Anforderungen bezüglich der Untersuchung zum Rückstandsverhalten von Muttersubstanz und Metabolit in Tomate, da als maximal zulässige Rückstandsmenge (MZR) für Fosethyl-Aluminium 4 mg/kg angestrebt wurden (Tab. 3).

Tabelle 3

Analysenparameter zur Bestimmung von Phosphoriger Säure, Fosethyl-Aluminium und Propamocarb in Tomate

Substanz	Zusatz (mg/kg)	Proben- anzahl	Mittel- wert (mg/kg)	Standard- abweichung (mg/kg)	Variations- koeffizient	Wieder- findungs- rate (%)	Nachweis- grenze (mg/kg)	Bestimmungs- grenze (mg/kg)
HP 5890								
Phosphorige Säure	—	—	0,012	0,003	—	—	—	—
	4,0	11	3,32	0,374	0,09	83,1	1,46	4,0
Fosethyl-Aluminium	—	3	0,012	0,003	—	—	—	—
	4,0	8	3,38	0,403	0,101	84,6	1,54	4,0
Propamocarb	—	6	0,005	0,003	—	—	—	—
	0,1	5	0,089	0,055	0,55	88,7	0,15	—
	1,0	5	1,08	0,122	0,122	108,1	0,28	1,0
Varian Aerograph 2100								
Propamocarb	—	5	0,01	0,004	—	—	—	—
	0,1	5	0,087	0,011	0,105	87,2	0,03	0,1
	1,0	5	0,94	0,103	0,103	94,0	—	—

Tabelle 4

Rückstände von Phosphoriger Säure und Propamocarb in Tomaten Versuch 1/88 und 2/88

Probenahme nach Behandlung (d)	Konzentration (mg/kg)	Standardabweichung (mg/kg)
Phosphorige Säure		
0,1	< 1,46	—
1	1,50	0,578
2	1,51	0,090
3	2,29	0,342
4	1,91	0,713
5	1,86	0,185
6	1,88	0,460
8	3,24	1,028
9	3,15	1,499
10	2,57	0,112
11	1,70	0,167
13	1,85	0,199
15	3,80	0,844
16	3,20	0,548
20	2,90	0,821
27	4,97	1,211
30	4,48	1,364
35	2,16	0,298
Propamocarb		
8	< 0,03	—
62	< 0,03	—

3.2. Propamocarb

Die Aufarbeitung der mit Propamocarb (Propyl-3-[dimethylamino]-propylcarbamate) behandelten Tomaten erfolgte nach den Angaben des Herstellers. 50 g homogenisiertes Probenmaterial werden mit 0,1 N Salzsäure extrahiert und über Celite 545 filtriert. Die Reinigung des Propamocarbhydrochlorid-Extraktes erfolgt nach Freisetzung des Amins durch mehrfaches Ausschütteln mit Chloroform. Propamocarb wurde gaschromatographisch mit den Geräten Varian 2100 und HP 5890 A bis zu 80 bzw. 55 pg/µl bestimmt (Tab. 2). Die erarbeiteten Analysenparameter (Tab. 3) sind mit den von PARNEMANN u. a. (1987) genannten Bestimmungsgrenzen von 0,1 bis 0,2 mg/kg vergleichbar und genügen den Anforderungen zur Klärung der Rückstandssituation nach dem Einsatz von Previcur N in Tomaten.

4. Ergebnisse der Rückstandsuntersuchungen

4.1. Fosethyl-Aluminium und Phosphorige Säure

In allen untersuchten Tomatenproben konnten nach Applikation von 1000 mg/l Aliette 80 WP nur Rückstände von Phosphoriger Säure bestimmt werden. In den unbehandelten Kontrollproben waren mittels der angewendeten Methode keine den beiden Substanzen entsprechenden Blindwerte nachweisbar.

Im Versuch 1/88 konnten zwischen etwa 1,5 mg/kg (2 Stunden) und 6 mg/kg (27 Tage) Phosphorige Säure ermittelt werden (Tab. 4).

Im Herbst 1988 erfolgte die Behandlung der Jungpflanzen nach dem Einsetzen und zur Zeit der Ernte mit je 1000 mg/l Aliette 80 WP. Die Initialrückstände an Phosphoriger Säure betragen durchschnittlich 35,6 mg/kg. Nach 3 Tagen wurde ein Maximalwert von 61 mg/kg erreicht. Noch drei Wochen nach der Behandlung enthielten die Tomaten bis zu 14,4 mg/kg Phosphorige Säure. Beim entsprechend kombinierten Einsatz von 1000 mg/l Aliette 80 WP

Tabelle 5

Rückstände von Phosphoriger Säure in Tomaten,
Versuch 3/88

Probenahme nach Behandlung (d)	Konzentration H ₃ PO ₃ (mg/kg)	
	Aliette 80 WP	Aliette 80 WP + Previcur N
0,1	35,56	59,84
0,7	44,52	62,34
0,9	40,86	58,49
1,6	55,28	55,44
2,7	60,88	54,28
3,6	37,53	63,50
5,7	—	60,30
7	37,99	—
10	32,14	52,85
17	19,97	19,54
22	14,37	15,33

und 100 mg/l Previcur N wurde ein Initialrückstand bis zu 60 mg/kg gemessen, der sich nach 22 Tagen auf vergleichbare 15,3 mg/kg reduzierte (Tab. 5). In den im Frühjahr 1989 behandelten Tomatenpflanzen waren trotz unterschiedlichster Applikationsvarianten stets weniger als 3 mg/kg Phosphorige Säure enthalten (Tab. 6).

4.2. Propamocarb

Propamocarb konnte nur in Spuren gefunden werden. Die Proben der unbehandelten Kontrolle waren bei Einsatz der Kapillargaschromatographie frei von Blindwerten. Bei Messung an gepackten Säulen traten Blindwerte bis 0,01 mg/kg auf, was bei der Auswertung berücksichtigt wurde.

Im Versuch 1/88 enthielten die nach 8 Tagen bzw. 2 Monaten geernteten Tomaten keine Wirkstoffrückstände (Tab. 4). Vergleichbare Ergebnisse zeigte der Versuch 2/88, wobei nur zu einem Termin, 11 Tage nach Applikation 0,04 mg/kg Propamocarb bestimmt wurden.

Die Behandlung erntereifer Tomaten gleichzeitig mit 1000 mg/l Aliette 80 WP und 100 mg/l Previcur N führte zu leicht erhöhten Rückständen bis 0,1 mg/kg nach 4 Tagen (Tab. 6).

5. Diskussion

5.1. Fosethyl-Aluminium und Phosphorige Säure

Vom Hersteller wird das Präparat Aliette 80 WP als voll systemisches Fungizid, d. h. als akropetal und basipetal transportabel bezeichnet. Die Verbindung wird in der Pflanze schnell metabolisiert. Es ist anzunehmen, daß die systemische Wirkung auf dem Metaboliten Phosphorige Säure beruht (COFFEY und JOSEPH, 1985), die innerhalb weniger Stunden in der Pflanze entsteht (FENN und COFFEY, 1984; SAINDRENAN u. a., 1985). LUTTRINGER und COMIS (1985) untersuchten Transport, Verteilung und Metabolisierung von Fosethyl-Aluminium zu Phosphoriger Säure an Tomatenpflanzen im 5-Blatt-Stadium und diskutierten

Tabelle 6

Rückstände von Phosphoriger Säure und Propamocarb in Tomaten
Versuch 1/89

Probenahme nach Behandlung (d)	Konzentration (mg/kg)	Standardabweichung (mg/kg)
Phosphorige Säure		
Aliette 80 WP (J, zweimal E)		
1	1,5	0,438
7	2,19	0,205
14	2,52	0,212
Aliette 80 WP (J); Aliette 80 WP + Previcur N (E)		
3	2,16	0,187
7	1,22	0,021
14	2,31	0,085
Aliette 80 WP + Previcur N (J); Aliette 80 WP (E)		
3	2,21	0,128
7	1,86	0,007
14	1,7	0,820
Aliette 80 WP (E)		
1	< 1,46	—
7	< 1,46	—
14	1,77	0,636
Propamocarb		
3	0,04	0,005
4	0,1	0,008
5	0,03	0,005

jahreszeitliche bzw. entwicklungsphysiologisch bedingte Unterschiede bezüglich der Absorptionskapazität der Pflanzen. Die eigenen Untersuchungen zeigen ebenfalls die schnelle Metabolisierung zu Phosphoriger Säure, da schon in nach zwei Stunden gezogenen Fruchtproben kein Ethylphosphonat nachzuweisen war. Die im Ergebnis der Frühjahrs- und Herbstversuche für die Phosphorige Säure ermittelten Rückstandswerte stimmen nicht überein. Wie schon LUTTRINGER und COMIS (1985) diskutierten, scheinen die Ursachen dafür pflanzenphysiologischer Natur zu sein. Die im Herbst kultivierten Tomaten waren auf Grund günstiger Anzuchtbedingungen im Sommer kräftiger. Der Zeitraum zwischen Jungpflanzenbehandlung und Applikation zum frühestmöglichen Erntetermin betrug im Herbst 35 Tage. Im Frühjahr waren aber 80 Tage erforderlich, bis erntereife Tomaten ausgebildet waren.

Offensichtlich werden im Herbst über einen intensiveren Transpirationsstrom größere Mengen des systemischen Wirkstoffs bzw. seines Metaboliten aufgenommen und transportiert. Diese Unterschiede in der Adsorptionskapazität gelten ebenfalls für die Versorgung von Pflanzen mit Nährstoffen, was für Phosphate mit Blick auf eine Konkurrenz bei Aufnahme und Verstoffwechslung des Wirkstoffs bzw. der Phosphorigen Säure von Bedeutung ist. Das langsame Wachstum im Frühjahr gibt der Pflanze zusätzlich Zeit für den Abbau bzw. die Ausscheidung von Phosphoriger Säure.

Ein eventuell möglicher Abbau durch Pilze nach BARCHIETTO u. a. (1988) ist auszuschließen, da der phytosanitäre Zustand der Pflanzen ständig überprüft wurde.

Bei der hygienisch-toxikologischen Beurteilung des Wirkstoffs ist von der Einstufung in die Toxizitätsgruppe I der Rückstandsmengen-Anordnung (o. V., 1988) auszugehen. Das bedeutet, daß 0,1 mg Fosethyl-Aluminium in einem Kilogramm Tomaten als vernachlässigbare Rückstandsmenge anzusehen sind. Die toxikologischen Daten (o. V., 1988a) sowie die Erkenntnisse der unmittelbaren Metabolisierung zu Phosphoriger Säure ermöglichen eine günstige hygienisch-toxikologische Beurteilung von Fosethyl-Aluminium. Die Erteilung einer MZR neben der vernachlässigbaren Rückstandsmenge ist vertretbar. Frankreich toleriert Höchstmengen von 1 mg/kg in Tomaten und 5 mg/kg in Salat.

Entsprechend den Rückstandsuntersuchungen, bei denen in reifen Früchten kein Ethylphosphonat, sondern Phosphorige Säure gefunden wurde, muß das Rückstandsverhalten dieses Metaboliten differenziert nach Herbst- und Frühjahrsbehandlung bewertet werden. In Frankreich werden Höchstmengen von 25 mg/kg in Tomaten und 50 mg/kg in Salat bei einer Karenzzeit von 14 Tagen erlaubt.

Durch Doppelbehandlung vor der Ernte sowie zusätzliche Gaben von Previcur N verändert sich die Rückstandssituation nicht wesentlich.

5.2. Propamocarb

Der Hersteller legt Ergebnisse an Unter-Glas-Kulturen (Gurken, Tomaten), die vor und nach dem Verpflanzen mit Previcur N gegossen wurden, vor. Die Aufwandmenge betrug 31,5 bis 63 kg/ha vor und 5,25 kg/ha nach der Umsetzung. Die reifen Gurken wurden 26 und 35 Tage nach der Behandlung untersucht und Rückstände von maximal 0,42 mg/kg und weniger als 0,1 mg/kg erhalten. Für Tomaten wurden 41 Tage nach der Behandlung 0,1 mg Propamocarb je kg ermittelt. Die Nachweisgrenze ist für beide Gemüsearten mit 0,05 mg/kg angegeben.

Die zur Anwendung im NFT-Verfahren ermittelten Ergebnisse machen deutlich, daß Propamocarb unter diesen Applikationsbedingungen im Gegensatz zum Spritzen oder Sprühen kein relevanter Rückstandsbildner ist. Die Substanz wirkt offensichtlich kaum systemisch und zeigt so ein günstiges Rückstandsverhalten in Hydroponik-Kulturen. Der maximale Rückstandswert von 0,1 mg/kg verdeutlicht, daß der Wirkstoff kaum in die Frucht transportiert wird. In der Rückstandsmengen-Anordnung (o. V., 1988) ist Propamocarb in die Toxizitätsgruppe I eingestuft. Für Fruchtgemüse gilt ein MZR-Wert von 5 mg/kg, der bei NFT-Applikation jedoch weit unterschritten wird.

6. Schlußfolgerungen

Als vorläufiges Arbeitsergebnis konnte eine Zulassung von Aliette 80 WP 0,1% als Zusatz zu Leitungswasser in Hydroponik-Kultur

(NFT) erreicht werden, wobei die 1. Behandlung 10 Tage nach dem Einsetzen in die Rinne und die 2. Behandlung spätestens 8 Tage vor dem Erntebeginn erfolgen soll.

Diese im 1. Nachtrag des Pflanzenschutzmittelverzeichnis 1989/90 (o. V., 1989) veröffentlichte Zulassung kann nach der Auswertung aller Ergebnisse wie folgt präzisiert werden:

Für die prophylaktische Behandlung frisch in die Rinne eingesetzter Jungpflanzen im Frühjahr mit 1000 mg/l Aliette 80 WP in Wasser sowie bis zu zwei weiteren Behandlungen mit der gleichen Aufwandmenge in erntereifen NFT-kultivierten Tomatenbeständen wird ein MZR-Wert für Fosethyl-Aluminium von 4 mg/kg und für Phosphorige Säure von 25 mg/kg empfohlen. Auf Grund der unterschiedlichen Rückstandsbildung von Phosphoriger Säure genügen dann für den Frühjahrsanbau 3 Tage Karenzzeit, beim Herbstanbau sind jedoch 14 Tage einzuhalten.

Auch für das Präparat Previcur N wurde schon eine Zulassung erteilt (o. V., 1989). Das günstige Rückstandsverhalten von Propamocarb in NFT-Kulturen bei einer Aufwandmenge von 100 mg/l und einem MZR-Wert von 5 mg/kg gestattet die Verkürzung der Karenzzeit von 7 auf 1 Tag. Da keine rückstandstoxikologischen Bedenken bestehen, wäre es möglich, den Einsatz der Präparate Aliette 80 WP und Previcur N auch auf NFT-kultivierte Gurken auszudehnen.

7. Zusammenfassung

Es wurde das Rückstandsverhalten von Ethylphosphonat, der Phosphorigen Säure und Propamocarb in reifen Tomaten untersucht. Die Applikation der Fungizide erfolgte über eine zirkulierende wäßrige oder eine Nährlösung. In keiner Probe konnte bei einer Nachweisgrenze von 1,6 mg/kg Ethylphosphonat bestimmt werden. Der Gehalt an Phosphoriger Säure in den Tomaten zeigt große Unterschiede zwischen Frühjahrs- und Herbstbehandlung. Die empfohlenen MZR-Werte für Ethylphosphonat von 4 mg/kg und Phosphorige Säure von 25 mg/kg fordern für Frühjahrskulturen eine Karenzzeit von 3 Tagen und für die Herbstanwendung von 14 Tagen. Da maximal 0,1 mg/kg Propamocarb in den Tomaten gefunden wurden, kann für die vorgestellten Applikationsbedingungen und eine maximal zulässige Rückstandsmenge von 5 mg/kg eine Karenzzeit von einem Tag vorgeschlagen werden. Die kombinierte Anwendung beider Fungizide stellt kein zusätzliches hygienisch-toxikologisches Problem dar.

Резюме

Токсикологические исследования по остаточным количествам фунгицидов Aliette 80 WP и Previcur N в томатах, выращенных в малообъемной гидропонике

Изучено поведение остаточных количеств этилфосфоната, фосфористой кислоты и пропамокарба в зрелых томатах. Добавили фунгициды в водянистую или циркулирующую питательную среду. При пределе обнаружения 1,6 мг/кг ни в одной пробе не нашли этилфосфоната. Содержание фосфористой кислоты в томатах значительно отличается в зависимости от срока применения препаратов (весной или осенью). При рекомендуемых максимально допустимых остаточных количествах этилфосфоната 4 мг/кг и фосфористой кислоты 25 мг/кг требуется трехдневный срок ожидания при весенних культурах, а двухнедельный срок при осеннем применении. Так как обнаружено максимально 0,1 мг/кг пропамокарба в томатах (а максимально допустимое количество составляет

5 мг/кг), для описанных условий применения пропамокарба предлагается однодневный срок ожидания. Комбинированное применение обоих фунгицидов не представляет собой дополнительной токсиколого-гигиенической проблемы.

Summary

Safe use of the fungicides Aliette 80 WP and Previcur W in NFT tomato culture

The residue behaviour of ethyl phosphonate, phosphorous acid and propamocarb was examined in ripe tomato fruits. The fungicides were applied in aqueous or circulating nutrient solutions. With the detection limit of 1.6 mg/kg, no ethyl phosphonate was found in any of the samples. The amount of phosphorous acid in the fruits differed significantly between the spring-treated variants and those treated in autumn. With the maximum permissible residue concentrations recommended for ethyl phosphonate (4 mg/kg) and phosphorous acid (25 mg/kg), waiting periods of three days and two weeks should be kept for spring culture and autumn culture, respectively. As propamocarb concentrations in the fruits did not exceed 0.1 mg/kg (maximum permissible level = 5 mg/kg), a one-day waiting period is recommended for the described conditions. Application of the two fungicides together does not pose additional problems in terms of hygiene and toxicology.

Literatur

- BARCHIETTO, T.; SAINDRENAN, P.; BOMPEIX, G.: Uptake and utilisation of phosphonate ions by *phytophthora citrophthora* and *nectria haematococca* in relation to their selective toxicity. Pestic. Sci. 22 (1988), S. 159
- COFFEY, M. D.; JOSEPH, M. C.: Effects of phosphorous acid and fosethyl-Al on the life cycle of *phytophthora cinnamomi* and *p. citricola*. Phytopathology 75 (1985), S. 1042
- DUNSING, M.; GROTE, D.; BUCSI, C.: Untersuchungen zur Wirkungsdauer und zum Rückstandsverhalten von Metalaxyl an Tomaten in Hydroponik-Kultur mit zirkulierender Nährlösung (NFT). Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 42 (1988), S. 173
- FENN, M. F.; COFFEY, M. D.: Studies on the in vitro and in vivo antifungal activity of fosethyl-Al and phosphorous acid. Phytopathology 74 (1984), S. 606
- GÖHLER, F.; DREWS, M.: Hydroponische Verfahren bei der Gemüseproduktion in Gewächshäusern. Empfehlungen für die Praxis. iga Erfurt, 1989
- GROTE, D.; BUCSI, C.; AUERSWALD, H.: Chemische Bekämpfung bodenbürtiger pilzlicher Schaderegner im Tomatenanbau im Nährfließverfahren. Gartenbau 36 (1989), S. 310
- LUTTRINGER, M.; COMIS, L.: Absorption, degradation et transport du fosethyl-Al et de son metabolite chez la tomate (*lycopersicon esculentum* mill.). Agronomie 5 (1985), S. 423
- PARNEMANN, H.; SIEBERS, J.; NOLTING, H.-G.: Untersuchung des Rückstandsverhaltens von Propamocarb in Radies und Spinat nach Anwendung gegen Falschen Mehltau. ('Lückenindikation'). Nachr.-Bl. Dt. Pflanzenschutzd. 39 (1987), S. 73
- SAINDRENAN, P.; DARGKIS, G.; BOMPEIX, G.: Determination of ethyl phosphite, phosphite and phosphate in plant tissue by anion-exchanged high performance liquid chromatography and gas chromatography. J. Chromatogr. 347 (1985), S. 267
- o. V.: Anordnung über Rückstände von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln in Lebensmitteln - Rückstandsmengen-Anordnung - vom 30. 6. 1988. GBl., Sdr. Nr. 1311, 1988
- o. V.: The agrochemical handbook. Second ed. Royal Soc. Chem., Nottingham, 1988 a
- o. V.: 1. Nachtrag zum Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis der DDR 1989/90. Hrsg. Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow, 1989

Anschrift der Verfasser:

Dr. U. BANASIAK

Dr. D. SCHENKE

Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR
Stahnsdorfer Damm 81
Kleinmachnow
DDR - 1532

Institut für Biochemie der Pflanzen der Akademie der Wissenschaften der DDR und Institut für Gemüseproduktion Großbeeren der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR

Adeleheid KOLBE, Helga AUERSWALD und Horst-Robert SCHÜTTE

Rückstandsbestimmung von Chlorcholinchlorid (CCC) in Tomatenfrüchten

2-Chlorethyltrimethylammoniumchlorid (Chlorcholinchlorid, CCC, Cycocel, Chlormequat) ist ein Pflanzenwachstumsregulator, der als Halmstabilisator im Weizenanbau angewendet wird. Auch im

Anmerkung der Redaktion:

Die Ergebnisse führen zu der Schlussfolgerung, daß die Anwendung von berema CCC zur Stauchung von Tomatenpflanzen nicht möglich ist, da die laut Rückstandsmengen-Anordnung für Chlormequat geltende vernachlässigbare Rückstandsmenge von 0,1 mg/kg weit überschritten wird.

Zierpflanzenbau hat sich sein Einsatz bewährt, vor allem zur Stauchung zahlreicher Pflanzenarten, zur Erhöhung des Blütenknospenbesatzes und zur Blühverfrühung. Diese Effekte sind auch für den Gemüsebau von Interesse, vor allem für die Tomatenproduktion.

In der Literatur früherer Jahre wurde über Untersuchungen zum CCC-Einfluß auf Tomatenpflanzen bereits berichtet. Als ein hervortretender Effekt wurde auch hierbei seine hemmende Wirkung

Tabelle 1

CCC-Behandlung von Tomatenpflanzen der Sorte 'Harzfeuer' zum Zeitpunkt des 3- bis 4-Blatt-Stadiums unter Gewächshausbedingungen. Die Applikation erfolgte im Abstand von je einer Woche ab 9. Juni 1988

Pflanzen-Nr.	4 ml CCC-Lösung
1	2 × 0,1 ‰
2	2 × 0,1 ‰
3	3 × 0,1 ‰
4	3 × 0,1 ‰
5	2 × 0,2 ‰
6	2 × 0,2 ‰
7	3 × 0,2 ‰
8	3 × 0,2 ‰
9	0 0
10	0 0

auf das Längenwachstum beschrieben (WITTEW und TOLBERT, 1960). Zwischen Aufwandmenge und retardierender Wirkung besteht eine positive Korrelation. Weiterhin wurde eine erhöhte Toleranz junger Pflanzen gegenüber Trockenheit nach CCC-Applikation sowie eine vermehrte Anzahl von Früchten und eine Steigerung des Frühertrages festgestellt (KNAVEL, 1969; PILL u. a., 1979; PISARCZYK und SPLITTSTOESSER, 1979; WEICHOLD u. a., 1970).

Eigene Experimente bestätigen, daß die erwähnten positiven pflanzenbaulichen Effekte auch mit relativ geringen CCC-Aufwandmengen erreichbar sind. Für die praktische Anwendbarkeit solcher Ergebnisse ist jedoch die Rückstandssituation entscheidend. Deshalb wurden die erntereifen Früchte CCC-behandelter Tomatenpflanzen auf ihre CCC-Rückstandsmengen untersucht.

Die für Getreideprodukte erarbeiteten Analysenmethoden sind nicht ohne weiteres mit derselben Effizienz auf Tomatenfrüchte anwendbar, weil in dem nach dem Eindampfen entstandenen Sirup relativ hohe Konzentrationen an Cholin enthalten sind, die den Nachweis geringer Mengen an CCC stören. Wir haben daher für Rückstandsanalysen von CCC in Tomaten mit radioaktiv markiertem CCC gearbeitet.

1. Versuchsmethodik

Die Untersuchungen wurden mit ^{14}C -markiertem CCC (spezifische Radioaktivität $2,62 \cdot 10^8 \text{Zpm/mmol}$) durchgeführt, das aus ^{14}C -markiertem Cholin (Isocommerz Dresden-Rosendorf) hergestellt wurde.

Die Messung der Radioaktivität erfolgte mit einem Flüssigkeitszintillationszähler Tricarb 2660 der Fa. Packard Instruments Chicago.

Für die Untersuchungen wurden Tomaten der Sorte 'Harzfeuer' verwendet. Die Aussaat erfolgte am 16. 5. 1988. Das 3- bis 4-Blatt-Stadium (2 Laubblätter voll entwickelt, das 4. Laubblatt war noch sehr klein) hatten die Pflanzen am 9. Juni erreicht. Zu diesem Zeitpunkt wurden 4 ml einer 0,1- bzw. 0,2‰igen wäßrigen Lösung von ^{14}C CCC je Pflanze durch Auftropfen appliziert. Die Pflanzen waren dabei tropfnass. Die Applikation erfolgte zwei- bzw. dreimal im Abstand von je einer Woche (9., 16. und 23. Juni). Für jede Konzentration wurden zwei Parallelversuche durchgeführt.

Die reifen Tomaten wurden nach der Ernte gewogen, zerschnitten und je nach Gewicht in 50 bis 75 ml 90‰igem Methanol mit einem Ultra-Turrax T 25 zerkleinert. Anschließend wurde diese Mischung zwei Stunden am Rückfluß erhitzt. Nach dem Abkühlen

wurde die Fruchtmasse abzentrifugiert und im Überstand die Radioaktivität bestimmt. Über die so ermittelte Radioaktivität wurde an Hand der spezifischen Radioaktivität die aus den Tomatenfrüchten extrahierte CCC-Menge berechnet. Zur Klärung, ob die gesamte Radioaktivität dem CCC zugeschrieben werden kann, wurden die Tomatenextrakte wie folgt aufgearbeitet:

Der Überstand wurde bis zur wäßrigen Phase eingengt und über eine Kationenaustauschersäule (Wofatit KPS H⁺-Form) gegeben. Anschließend wurde mit 50 ml Wasser nachgewaschen und mit Salzsäure (1n) eluiert. Dazu wurden 50-ml-Fractionen aufgefangen. Die Radioaktivität enthaltenden Fractionen wurden vereinigt und zur Trockene eingengt. Nach Entfernen der restlichen Salzsäuremengen mit Methanol wurde der Rückstand über eine Kieselgel-G-Platte durch zweimaliges Entwickeln mit dem Laufmittelgemisch Aceton/Eisessig/Salzsäure (25 ‰) 10 : 85 : 5 aufgetrennt. Nach dem Trocknen der Platten (5 Min. bei 105 °C und anschließend an der Luft) wurde die Lage der Radioaktivität mit einem Dünnschicht-Scanner der Fa. Prof. Berthold, Wildbad/BRD bestimmt. Anschließend wurde die Dünnschichtplatte mit modifiziertem Dragendorffreagenz besprüht (Cholinchlorid Rf = 0,61; CCC Rf = 0,75; Betain Rf = 0,83).

2. Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 bis 3 wiedergegeben. Dabei zeigt Tabelle 1 die CCC-Behandlung der einzelnen Pflanzen, Tabelle 2 die Erntezeitpunkte und Tabelle 3 die extrahierten CCC-Mengen. Insgesamt waren die geernteten Tomatenfrüchte sowohl der Kontrollpflanzen als auch der mit CCC behandelten Pflanzen relativ klein. Zu Versuchsende wurden die letzten Früchte grün geerntet und aufgearbeitet. Die in Tabelle 3 aufgeführten mg-Mengen an CCC wurden über die aus den Früchten isolierte Radioaktivität berechnet. Durch die Trennung über eine Ionenaustauschersäule Wofatit KPS H⁺-Form und anschließende Dünnschichtchromatographie konnte gezeigt werden, daß die gesamte Radioaktivität dem CCC zuzuschreiben war. Die beiden anderen mit Dragendorff anfärbbaren Banden (Cholin und Betain) waren nicht radioaktiv.

Der Nachweis, daß Cholin und Betain aus Tomatenfrüchten keine Radioaktivität enthalten und somit nicht durch Umwandlung aus CCC entstanden sind, war wichtig, da JUNG und EL-FOULY (1966) eine schnelle Umwandlung des CCC zu Cholin in wäßrigen Extrakten verschiedener Pflanzen, SCHNEIDER (1967) eine solche in Gersten- und Chrysanthemensprossen und STEPHAN und SCHÜTTE (1970) den Stoffwechsel des CCC zu Cholin und Betain in unbewurzelten Getreidepflanzen beobachteten. BIRECKA (1967) schloß jedoch aus Weizenpflanzenversuchen, daß diese CCC kaum metabolisieren.

Der Einsatz von radioaktiv markiertem CCC erschien notwendig, da so noch geringe Rückstandsmengen (unter 0,1 ppm) nachgewiesen werden konnten. Die von uns bei Hafer angewandte Aufarbeitungsmethode war nicht verwendbar, da einerseits die Methanolextrakte der Tomatenfrüchte nach zu starkem Einengen die Trennsäulen verklebten und andererseits der Cholingehalt sehr hoch ist. Die geringen CCC-Mengen ließen sich, wenn sie nicht radioaktiv markiert waren, neben dem großen Cholinanteil auf den Kieselgeldünnschichtchromatogrammen mit Dragendorffreagenz nur sehr schwer bestimmen.

Vergleicht man die aus den Früchten extrahierten CCC-Mengen, so ist festzustellen, daß die ersten Früchte bei allen applizierten CCC-Konzentrationen relativ hohe Rückstandsmengen enthielten,

Tabelle 2

Erntezeitpunkt, Anzahl und in Klammern das Gesamtgewicht der geernteten Früchte von CCC-behandelten Tomatenpflanzen (in g)

Pflanzen-Nr.	9. 8.	15. 8.	22. 8.	30. 8.	5. 9.	12. 9. (rote)	12. 9. (grüne)
1	—	3 (114,46)	2 (82,84)	1 (32,81)	—	1 (27,74)	2 (37,25)
2	2 (51,37)	—	—	—	4 (102,74)	—	2 (17,33)
3	—	3 (126,99)	1 (38,40)	—	1 (26,79)	3 (111,03)	—
4	2 (48,47) 1 (25,49)	1 (18,40)	—	2 (69,65)	2 (50,21)	7 (152,87)	1 (14,45)
5	—	2 (70,38)	—	2 (87,00)	—	—	2 (40,94)
6	—	1 (25,56)	1 (21,33)	—	1 (25,93)	4 (116,15)	—
7	3 (85,90)	—	—	3 (59,80)	1 (27,53)	—	3 (58,80)
8	—	—	3 (132,87)	1 (49,14)	—	1 (41,69)	5 (68,84)
9	—	3 (91,77)	1 (29,80)	—	—	5	1
10	—	3 (114,20)	—	3 (102,86)	—	—	3

Tabelle 3
CCC-Rückstandsmengen in mg bzw ppm in den geernteten Tomaten. Die mg-Mengen CCC wurden über die in Klammern angegebene gemessene Radioaktivität errechnet

Pflanzen-Nr.	9. 8.		15. 8.		22. 8.		30. 8.		5. 9.		12. 9. rot		12. 9. grün	
	mg (Zpm · 10 ³)	ppm	mg (Zpm · 10 ³)	ppm	mg (Zpm · 10 ³)	ppm	mg (Zpm · 10 ⁴)	ppm						
1	—	—	0,053 (0,89)	0,46	0,028 (0,47)	0,34	0,013 (2,17)	0,39	—	—	0,0034 (0,57)	0,13	0,0042 (0,70)	0,11
2	0,086 (1,44)	1,68	—	—	—	—	—	—	0,045 (7,52)	0,44	—	—	0,0028 (0,47)	0,16
3	—	—	0,147 (2,45)	1,16	0,015 (0,25)	0,40	—	—	0,017 (2,84)	0,62	0,0434 (7,25)	0,39	—	—
4	0,083 (1,39) 0,146 (2,44)	3,25 3,00	0,059 (0,98)	3,17	—	—	0,039 (6,51)	0,56	0,029 (4,84)	0,58	0,0565 (9,44)	0,34	—	—
5	—	—	0,086 (1,44)	1,23	—	—	0,029 (4,84)	0,33	—	—	—	—	0,0053 (0,89)	0,13
6	—	—	0,057 (0,95)	2,13	0,018 (0,31)	0,82	—	—	0,024 (4,01)	0,92	0,0898 (15,00)	0,78	—	—
7	0,292 (4,88)	3,40	—	—	—	—	0,051 (8,52)	0,60	0,022 (3,67)	0,80	—	—	0,0195 (3,26)	0,33
8	—	—	—	—	0,202 (3,37)	1,52	0,031 (5,18)	0,64	—	—	0,0196 (3,27)	0,47	0,0215 (3,59)	0,32
9	—	—	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

bis zu 3,5 ppm. Die CCC-Rückstandsmengen wurden bei später geernteten Früchten geringer. In den zuletzt geernteten Früchten waren noch 0,1 bis 0,8 ppm nachweisbar. Dieser Effekt läßt sich durch einfache Verdünnung durch das Größerwerden der Pflanzen erklären. Inwieweit ein Abbau des CCC in den Pflanzen stattfindet, wurde von uns nicht untersucht. Stets wurden höhere CCC-Rückstandsmengen bei höherer CCC-Applikationskonzentration gefunden.

Diese Ergebnisse stimmen mit denen von MÜLLER (1972) und OSTRZYCKA und BORKOWSKI (1982) überein, die ebenfalls in den zuerst geernteten Früchten die höchsten CCC-Rückstandsmengen fanden und höhere Rückstände nach Applikation größerer CCC-Konzentrationen nachwiesen. Insgesamt lagen die von OSTRZYCKA und BORKOWSKI (1982) gefundenen CCC-Rückstände gegenüber unseren Werten viel niedriger. So fanden sie nach Gabe von 10 mg CCC pro Pflanze, das entsprach der höchsten angewandten CCC-Konzentration, 0,2 ppm CCC-Rückstände in den ersten Früchten. Die letzten Früchte enthielten nur noch 0,02 ppm CCC. MÜLLER (1972), der 25 bis 250 mg CCC pro Pflanze anwandte, fand größere CCC-Restmengen von 2,7 bis 25 ppm in Früchten. Diese Werte liegen deutlich über unseren. Wir applizierten insgesamt 8 bis 24 mg CCC pro Pflanze und lagen mit den applizierten CCC-Konzentrationen pro Pflanze und mit den ermittelten CCC-Rückstandswerten zwischen denen von OSTRZYCKA und BORKOWSKI (1982) bzw. von MÜLLER (1972).

3. Zusammenfassung

Nach Applikation von 4 ml einer 0,1- bzw. 0,2%igen wäßrigen [¹⁴C] CCC-Lösung auf Tomatenpflanzen der Sorte 'Harzfeuer' zum 3- bis 4-Blatt-Stadium zwei- bzw. dreimal im Abstand von einer Woche ließen sich in den zuerst geernteten Früchten bis zu 3,5 ppm CCC nachweisen, obwohl zwischen letzter Applikation und erster Ernte 8 bis 9 Wochen lagen. Die Rückstandsmengen wurden bei später geernteten Früchten niedriger; aber auch in diesen waren noch 0,1 bis 0,8 ppm CCC zu finden. Dabei wurden stets höhere CCC-Rückstandsmengen bei höherer CCC-Applikationskonzentration gefunden.

Резюме

Определение остаточных количеств хлорохолинхлорида (XXX) в плодах томатов

После применения 4 мл 0,1- или 0,2%-го воднистого раствора XXX, меченного ¹⁴C, на томатных растениях сорта «Гарц-фойер» в стадии 3–4 листьев, проведенного 2–3 раза в неделю, установили до 3,5 мг/кг XXX в плодах, которые были собраны в начале уборки, хотя интервал между последним применением и первой уборкой составил 8–9 недель. В плодах, которые были собраны позже, остаточные количества были ниже, но все-таки обнаружили 0,1–0,8 мг/кг XXX. При этом при повышенной концентрации XXX выявленные остаточные количества XXX всегда были выше.

Summary

Detection of chlorocholine chloride (CCC) residues in tomato fruits
Tomato plants (cv. Harzfeuer) at the three- or four-leaf stage were treated twice or three times at one-week intervals with 4 ml of 0.1% or 0.2% (¹⁴C)-CCC in water. The fruits harvested first contained up to 3.5 ppm CCC even if eight or nine weeks had elapsed between the last treatment and harvest. Fruits that were harvested later still contained between 0.1 and 0.8 ppm CCC. CCC residue concentrations in the fruits were always higher if larger amounts of CCC had been applied.

Literatur

- BIRECKA, H.: Translocation and distribution of ¹⁴C-labelled (2-chloroethyl)-trimethylammonium chloride (CCC) in wheat Bull. Acad. Polon. Sci. CIV. Vol XV (11) (1967), S. 707–714
JUNG, J.; EL-FOULY, M.: Über den Abbau von Chlorocholinchlorid in der Pflanze. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd. 114 (1966), S. 128–134
KNAVEL, D. E.: Influence of growth retardants on growth, nutrient content, and yield of tomato plants grown at various fertility levels. J. Am. Soc. Hort. Sci. 94 (1969), S. 32–35
MÜLLER H.: Ein Beitrag zum Einsatz des Wachstumsregulators Chlorocholinchlorid (CCC) im Gemüseanbau. 1. Mitt. Bestimmung von Chlorocholinchloridrückständen bei Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*), Blumenkohl (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) und Tomaten (*Lycopersicon esculentum*). Qualitas Plant. et Mater. Veg. I (1972), S. 65–81
OSTRZYCKA, J., BORKOWSKI, J.: Residues of chlormequat (CCC) in fruits and other parts of tomato plants after treating the seedlings with ¹⁴C-CCC. Acta Agrobot. 35 (1982), S. 31–42
PILL, W. G.; LAMBETH, V. N.; HINCLEY, T. M.: Effects of Cycocel and nitrogen form on tomato water relations, ion composition and yield. Can. J. Plant. Sci. 59 (1979), S. 391–397
PISARCZYK, J. M.; SPLITTSTOESSER, W.: Controlling tomato transplant height with chlormequat, daminozide and ethephon. J. Am. Soc. Hort. Sci. 104 (1979), S. 342–343
SCHNEIDER, E. F.: Conversion of the plant growth retardant (2-chloroethyl)-trimethylammonium chloride to choline in shoots of *chrysanthemum* and barley. Canad. J. Biochemistry 45 (1967), S. 395–400
STEPHAN, U.; SCHÜTTE, H. R.: Zum Metabolismus von Chlorocholinchlorid in höheren Pflanzen Biochem. Physiol. Pflanzen 161 (1970), S. 499–510
WEICHOLD, R.; BOCK, W.; KRAUSE, M.; ACKERMANN, H.: Einsatz von Wachstumsregulatoren in der Gemüseproduktion zur Wirkung von Chlorocholinchlorid (CCC) auf Ertrag, Qualität und hochmolekulare Inhaltsstoffe von einigen Gemüsearten. Archiv Gartenb. 18 (1970), S. 37–52
WITTEW, S. H.; TOLBERT, N. E.: (2-Chloroethyl)-trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. III. Effect on growth and flowering of the tomato. Am. J. Bot. 47 (1960), S. 560–565

Anschrift der Verfasser:

Dr. A. KOLBE
Prof. Dr. H.-R. SCHÜTTE
Institut für Biochemie der Pflanzen der Akademie der Wissenschaften der DDR
Weinberg 3
Halle (Saale)
DDR - 4050
Dr. H. AUERSWALD
Institut für Gemüseproduktion Großbeeren der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR
Theodor-Echtermeyer-Weg
Großbeeren
DDR - 1722

Bewertung der durch Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel ausgelösten Tiervergiftungen in der DDR

1. Einleitung

Unkenntnis, Fahrlässigkeit, in selteneren Fällen auch Havarien und Vorsätzlichkeit rufen alljährlich im Umgang mit potentiell tierschädigenden Stoffen Vergiftungen hervor. Sie führen in Tierproduktionsbetrieben oft zu hohen ökonomischen Verlusten durch Tierverendungen und Qualitätseinbußen bzw. Nichtverwendbarkeit von Nahrungsgütern tierischer Herkunft für die menschliche Ernährung. Der Einsatz von Chemikalien verschiedenster Art und der Ausstoß von Abprodukten in die Umwelt führen zu ökotoxikologischen Problemen, für die zum Beispiel das Vergiftungsgeschehen bei Wild und Fischen ein Indikator ist. Nicht zuletzt widerspiegelt auch das Vergiftungsgeschehen bei Haus- und Heimtieren den oft risikvollen Umgang mit giftigen Stoffen in unmittelbarer menschlicher Umgebung.

Pflanzenschutzmittel (PSM), Schädlingsbekämpfungsmittel (SBM, d. h. Mittel zur Bekämpfung von Hygieneschädlingen) und Mittel zur Steuerung biologischer Prozesse in Pflanzen (MBP) bilden dabei eine nicht unerhebliche Vergiftungsursache. Dieser Beitrag soll dazu dienen, Schwerpunkte des Vergiftungsgeschehens aufzuzeigen und zu ihrer Beseitigung beizutragen.

Die Zahlenangaben zu den Vergiftungen beruhen auf den monatlichen Meldungen aller Bezirksinstitute für Veterinärwesen (BIV) der DDR an das Leitinstitut für Toxikologie-BIV Potsdam. Ausgewertet wird das Vergiftungsgeschehen der Jahre 1984 bis 1988 mit 2 438 gemeldeten Vergiftungsfällen. Ein Vergiftungsfall ist dabei das Auftreten der Vergiftung in einem Tierbestand (bei Wild auch ein zusammengehöriges Geschehen) unabhängig von der Zahl der jeweils vergifteten Tiere.

2. Anteil der PSM/SBM/MBP am Vergiftungsgeschehen

Der Anteil dieser Vergiftungen am Vergiftungsgeschehen aller Tierarten beträgt 29 % (Tab. 1). Er hat sich zum davorliegenden, vergleichbaren Zeitraum nicht erhöht (HOERNICKE, 1986). Verschiebungen gab es bei einigen Tierarten. Während bei Geflügel, Rindern und Schafen ein leichter Rückgang zu beobachten war, kam es bei Schweinen zu einem Anstieg. PSM/SBM/MBP stehen als Vergiftungsursache an erster Stelle bei Geflügel, Wild, Haus- und Heimtieren. Letztere umfassen Hunde, Katzen, Ziervogel und andere. Obwohl es in den vergangenen 5 Jahren auch in der Rinderproduktion zu einigen größeren Vergiftungsfällen durch Pflanzenschutzmittel kam, ist hier die Entwicklung am positivsten. Es muß jedoch betont werden, daß der Kontakt der Tiere mit Pflanzenschutzmittelwirkstoffen sicher weit häufiger ist, als es die Vergiftungsfallstatistik aussagt. Beispiele, wie der Nachweis von Camphechlor- und Lindanrückständen in Futtermitteln und in Milch oder von Quecksilberrückständen in Schlachttieren ohne vorherige, sichtbare Intoxikationserscheinungen belegen dies. Die

engeren Vergiftungsursachen durch PSM/SBM/MBP konzentrieren sich auf bestimmte Wirkstoffgruppen beziehungsweise Schadstoffarten (Tab. 2).

In der Rinderproduktion waren Vergiftungen durch Alkylphosphate und Karbamate am häufigsten, ähnlich ist die Situation bei Vergiftungen der Schafe. Hier ist aber anzumerken, daß etwa 50 % dieser Vergiftungen nach Anwendung phosphororganischer Insektizide (POI) im Stall, auch in Kombination Stallentwesung und Parasitenbekämpfung, vorkamen. Am häufigsten wurden Trichlorfon, Dimethoat und Butonat nachgewiesen. POI-Vergiftungen durch PSM betrafen Trichlorfon beim Rind, Isofenphos bei Schafen (Saatrapsaufnahme nach Oftanol-T-Behandlung), Ethephon (Camposan), Methamidophos (Abdrift Filitox) und Parathionmethyl. Die Dithiocarbamate Mancozeb und Metiram führten ebenfalls zu Vergiftungen bei Wiederkäuern. Chlororganische Insektizide (COI) riefen bei Wiederkäuern durch Aufnahme von Lindan- und Camphechlor-Präparaten Vergiftungen hervor. Die Abdriftproblematik wird durch diese persistenteren Verbindungen erhellt. Darauf wurde bereits an anderer Stelle eingegangen (AUTORENKOLLEKTIV, 1988). Größere Kontaminationsgefahren entstanden zeitweise durch den großflächigen Einsatz von Camphechlor zur Feldmausbekämpfung, in dessen Folge auch Verluste besonders bei Rehen auftraten.

Angestiegen sind bei Rindern und Schafen Vergiftungen durch Herbizide/MBP. Im Vordergrund stehen noch immer DNOC und Chlorat, letzteres vor allem bei privater Tierhaltung. Vergiftungen wurden auch durch Phenoxyalkansäureverbindungen (Selest auch noch nach Anwendungsverbot, 2,4-D, MCPA), Triazinderivate (Atrazin bei Schafen) und CCC bei Rindern nachgewiesen. Mehrere Vergiftungsfälle wurden nach Aufnahme von Resten und Rückständen von Spritz-Cupral 45 vor allem bei Schafen beobachtet. Wiederkäuer speichern in der Leber hohe Kupfermengen bis zur Zerstörung des Lebergewebes. Wiederholte Kupferaufnahmen führen so zur chronischen Kupfervergiftung.

Die bei fast allen Tierarten nachgewiesenen Quecksilbervergiftungen sind besonders bedenklich. Ausschließliche Ursache ist die verbotene Verfütterung oder Aufnahme von gebeiztem Saatgut. Neben der Vergiftungsgefahr für die Tiere selbst kommt es zu einer hohen Quecksilberakkumulation in den tierischen Geweben und damit zur Gefährdung der menschlichen Gesundheit nach Verzehr derart kontaminierter Nahrungsmittel. Die Mißachtung des Fütterungsverbotes, unter anderem auch durch Anfüttern von Wild mit gebeiztem Saatgut, muß daher als kriminell gewertet werden. Vereinzelt kommt es auch heute noch zu Vergiftungen mit Arsen, obwohl arsenhaltige PSM seit mehreren Jahrzehnten nicht mehr im Pflanzenschutz eingesetzt werden. Ursache sind die Sünden früherer Zeiten im Umgang mit Pflanzenschutzmittelresten, die nicht mehr begangen werden dürfen. Alte Abfallstellen und wilde Deponien auf oder an Weiden und Triftwegen sind besondere Gefahrenpunkte.

Tabelle 1

Vergiftungsursachen für landwirtschaftliche Nutztiere, Wild, Fische, Haus- und Heimtiere 1984 bis 1988

Herkunft der Giftstoffe	Vergiftungsfälle in %						Gesamt
	Rind	Schwein	Schaf	Geflügel	Wild	Fische	
PSM/SBM/MBP*)	6	40	6	55	67	24	29
Mineraldünger	2	< 1	6	6	< 1	17	3
Holzschutzmittel, Farben, Baustoffe	2	—	—	1	—	—	< 1
Natürliche Futterinhaltsstoffe und Verderbprodukte	71	7	49	5	22	—	36
Futterzusatzstoffe	15	49	34	31	8	2	26
Desinfektions- und Reinigungsmittel	1	2	2	1	—	—	1
Umweltkontaminanten, Werkstoffe und sonstige Schadstoffe	2	1	5	3	< 1	57	4

*) PSM \triangleq Pflanzenschutzmittel; SBM \triangleq Schädlingsbekämpfungsmittel, MBP \triangleq Mittel zur Steuerung biologischer Prozesse

Tabelle 2

Vergiftungsursachen durch PSM/SBM/MBP* bei landwirtschaftlichen Nutztieren, Wild, Fischen, Haus- und Heimtieren 1984 bis 1988

Schadstoff	Vergiftungsunfälle in ‰				Wild	Fische	Sonstige	Insgesamt
	Rind	Schwein	Schaf	Geflügel				
Alkylphosphate/Karbamate	31	3	52	9	1	20	14	12
Chlororganische Verbindungen	13	< 1	3	3	3	50	3	4
Anorganische und organische Herbizide, MBP	31	< 1	23	3	1	30	3	5
Warfarin	8	89	13	2	5	—	42	40
Chlorphacinon	2	3	—	1	64	—	25	18
Phosphin	—	1	3	79	2	—	9	16
Quecksilber	2	3	—	3	23	—	3	4
Kupfer	6	—	6	—	—	—	—	< 1
Arsen	6	—	—	—	—	—	< 1	< 1

*) Erklärung siehe Tab. 1

Das Vergiftungsgeschehen in der Schweineproduktion wird vorrangig durch Warfarinvergiftungen geprägt. Ursache ist die oft fahrlässige Anwendung von Rodentiziden in Ställen und Futterlagern. Bei den übrigen, sporadischen Vergiftungsursachen wurden zum Beispiel Isofenphos (Rapssaatgut), weitere Rodentizide und 2,4-D-kontaminiertes Grünfütter nachgewiesen.

Vergiftungen durch PSM/SBM bei Geflügel treten weiterhin am häufigsten durch Giftweizenaufnahme (Phosphinvergiftung) in individuellen Tierbeständen auf. In der genossenschaftlichen und volkseigenen Geflügelproduktion spielen derartige Vergiftungen eine untergeordnete Rolle. Unsachgemäße Anwendungen von PSM in Kleingärten oder Auslauf auf benachbarte, mit PSM behandelte Felder führten zum Beispiel zu Vergiftungen mit Parathionmethyl, Dimethoat, Dichlorvos, Camphechlor und Chlorat.

Bei Wildtieren wurden neben den auch lebensmitteltoxikologisch so bedeutungsvollen Quecksilbervergiftungen Chlorphacinonvergiftungen nachgewiesen (Wildschweine, Rehe). Obwohl diese Vergiftungen in den vergangenen Jahren leicht abnahmen, verweisen sie auf das nicht immer sachgerechte Ausbringen des Rodentizids. Eine Einschätzung des tatsächlichen Ausmaßes von Vergiftungen des Wildes durch PSM/SBM/MBP ist schwierig, da die Voraussetzungen für eine zielgerichtete und schnelle Diagnostik oft nicht gegeben sind. Ähnlich ist das Vergiftungsgeschehen bei Fischen nur im Trend darstellbar, da nur wenige Vergiftungsfälle auswertbar vorliegen. Nachgewiesen wurden Vergiftungen mit Lindan- und Methoxychlor (bercema-Ditox), Camphechlor, DNOC, 2,4-D und Methamidophos. Bei den unter „Sonstigen“ zusammengefaßten Tierarten fällt der relativ hohe Anteil der Vergiftungen durch PSM/SBM auf. Leider gibt es hierbei auch Fälle des Mißbrauchs von Rodentiziden, von Wofatox und anderen Präparaten, um das ungeliebte Haustier des Nachbarn, Krähen und andere Vögel zu beseitigen. Bei der hohen Zahl akzidentieller Rodentizidvergiftungen bei Hunden und Katzen muß als Schadursache, neben der direkten Ködernaufnahme, auch die Aufnahme vergifteter Schadnager in Betracht gezogen werden.

3. Schlußfolgerungen und Maßnahmen

Der positive Trend bei der Zurückdrängung akuter Tiervergiftungen durch Pflanzenschutzmittel setzte sich in den vergangenen fünf Jahren fort. Nach wie vor zu hoch ist das Schädgeschehen durch Schädlingsbekämpfungsmittel. Auftretene PSM-Vergiftungen sind weitgehend zurückzuführen auf menschliches Versagen, auf Havarien (zum Beispiel bei Flugzeugausbringungen), Nichteinhaltung von Karenzzeiten und Anwendungsverböten, bisweilen auch auf nicht ausreichend vorbereiteten, großflächigen Einsatz, zum Beispiel von Rodentiziden und Nichtbeachtung der Abdriften. Alle diese Ursachen sind restlos aufzuklären und zu beseitigen, so daß es zu einer weiteren Senkung des Vergiftungsgeschehens kommt. Verstärkt muß darauf geachtet werden, daß über die vom Tier erzeugten Lebensmittel keine schädlichen PSM-Rückstände den Menschen erreichen können. Das Veterinärwesen der DDR führt in Veterinärmedizinischen Zentren für lebensmittelhygienische Rückstandstoxikologie (VZLR) der BIV und anderer Einrichtungen Rückstandsuntersuchungen von tierischen Produkten der Primärproduktion durch, die sich auch auf Pflanzenschutzmittel erstrecken. Die Ergebnisse der Untersuchungen dienen der Qualitätskontrolle der Rohstoffe für die Nahrungsgüterwirtschaft. Sie ermöglichen gleichzeitig eine noch bessere Einschätzung der Wirksamkeit unserer durchgängigen Prophylaxesysteme zur Verhinderung schädlicher Nutztierkontaminationen beim Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel.

4. Zusammenfassung

An Hand der durch Pflanzenschutzmittel, Mittel zur Steuerung biologischer Prozesse und Mittel zur Bekämpfung von Hygieneschädlingen hervorgerufenen Vergiftungen der letzten 5 Jahre bei landwirtschaftlichen Nutztieren, Wild, Fischen und kleinen Haus- und Heimtieren werden Schwerpunkte und Ursachen aufgezeigt. Einen hohen Anteil haben Rodentizidvergiftungen sowohl im Feldebau (Wildtiere) wie auch im Vorratsschutz und zur Bekämpfung von Hygieneschädlingen. Der Anteil der Pflanzenschutzmittelvergiftungen ist gering rückläufig. Auf die Notwendigkeit verstärkter Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände in der Tierproduktion und Nahrungsgüterwirtschaft wird hingewiesen.

Резюме

Оценка отравлений животных в ГДР, вызванных применением пестицидов

Сообщается о проблемах и причинах отравлений сельскохозяйственных животных, дичи, рыбы и мелких домашних и комнатных животных в связи с применением пестицидов, средств управления биологическими процессами и средств борьбы с нарушающими гигиену вредителями и эктопаразитами за последние 5 лет. При этом ведущее место занимают отравления родентицидами, а именно как в полеводстве (дичь), так и при борьбе с амбарными вредителями и нарушающими гигиену вредителями. Доля отравлений пестицидами незначительно снизилась. Указывается на необходимость усиления исследований по остаточным количествам пестицидов в области животноводства и в продуктах питания.

Summary

Animal poisoning with pesticides in the German Democratic Republic

The poisoning of farm animals, wildlife, fish and small domestic animals and pets with plant protectives, bioregulators and preparations for control of public health pests and ectoparasites was examined for five years. Main fields and reasons of animal poisoning are pointed out in the paper. Poisoning with rodenticides is a major hazard both in arable farming (wildlife) and in the protection of stored food and control of public health pests. The share of poisoning with plant protectives shows a slight downward trend. Examination for residues of plant protectives should be intensified in animal production and in the food sector.

Literatur

- AUTORENKOLLEKTIV: Maßnahmen zur Verhütung von Abdriftschäden, agrar-Buch, Markkleeberg, 7/1987
 HOERNICKE, E.: Zur aktuellen veterinärtoxikologischen Beurteilung von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln sowie Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse aus der Sicht der Nutztierintoxikationen in der DDR. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 38, (1984), S. 144-146

Anschrift des Verfassers:

Vet. Rat Dr. E. HOERNICKE
 Bezirksinstitut für Veterinärwesen Potsdam
 Pappelallee 2
 Potsdam-Bornstedt
 DDR - 1572

Horst BEITZ und Horst PAULENZ

Zur toxikologischen Bewertung von biologischen Pflanzenschutzmitteln und zu daraus resultierenden Forderungen für ihre Zulassung

1. Einsatz biologischer Pflanzenschutzmittel

Die Gesunderhaltung unserer Kulturpflanzenbestände ist erklärtes Ziel des Pflanzenschutzes in der DDR. Dazu wurde das Konzept des integrierten Pflanzenschutzes entwickelt, in dem die verstärkte Anwendung von biologischen Methoden einen wichtigen Platz einnimmt (FREIER u. a., 1989). Aus Sicht der Biologen wird davon ausgegangen, daß die Anwendung von Antagonisten von Schaderregern keine toxikologischen Probleme verursacht. Diese Meinung ist u. a. darin begründet, daß die im Gewächshaus eingesetzten Raubmilben (*Phytoseiulus persimilis*) und Larvenparasiten (*Encarsia formosa*) bisher keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen sowohl bei Anwendern als auch bei Konsumenten der frisch verzehrten Tomaten und Gurken verursachten.

Diese Annahme wird im allgemeinen auf die aus Mikroorganismen hergestellten Präparate übertragen, die gleichfalls unter dem Begriff biologische Mittel erfaßt werden. Die Anreicherung von natürlich vorkommenden Mikroorganismen zu handelsfähigen Präparaten oder gar ihre biotechnologische Produktion führen gegenüber der oben dargestellten Nutzung zu einer anderen Situation. Das betrifft sowohl die Exposition der Anwender derartiger Mittel als auch die der Konsumenten der Ernteprodukte von damit behandelten Pflanzenbeständen, ganz abgesehen von möglichen ökologischen Veränderungen. Das bedeutet, daß ein Unbedenklichkeitsnachweis zu führen ist, der eindeutig klärt, daß die Gesundheit des Menschen nicht gefährdet wird. Somit ist für die Nutzung jeglicher Organismen oder natürlich vorkommender Substanzen in höheren als den natürlichen Konzentrationen ihre hygienisch-toxikologische Bewertung zur Sicherung des Anwender-, Verbraucher- und Umweltschutzes erforderlich. Sie kann nur auf der Grundlage dafür ausreichender Untersuchungsbefunde, d. h. von toxikologischen Daten und Prüfberichten, erfolgen. Das entspricht § 15 der Pflanzenschutz-Verordnung vom 10. 8. 1978 im Zusammenhang mit der staatlichen Zulassung von Pflanzenschutzmitteln.

Während zu den chemischen Pflanzenschutzmitteln mit den hygienisch-toxikologischen Anforderungen (o. V., 1987) klare Maßstäbe zu Art und Umfang der toxikologischen, ökotoxikologischen und sonstigen Untersuchungen erarbeitet wurden und gesetzlich verankert sind, bestehen für die biologischen Mittel bisher keine derartigen Vorgaben. Somit ist aus dem internationalen Schrifttum mit den in anderen Ländern bestehenden hygienisch-toxikologischen Reglementierungen für die DDR ein entsprechendes Untersuchungs- und Bewertungsschema zu erarbeiten. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Gruppe der biologischen Mittel aus biologischer und toxikologischer Sicht nicht einheitlich ist, woraus unterschiedliche Untersuchungs- und Bewertungsmaßstäbe resultieren müssen.

Tabelle 1 zeigt die mögliche Unterteilung und die sich daraus ableitende grundsätzliche toxikologische Verfahrensweise. Sie ist

Tabelle 1
Mittel des biologischen Pflanzenschutzes

Art der Mittel	Biologische Mittel	Mikrobiologische Mittel	Biochemische Mittel
Vertreter	z. B. Antagonisten	z. B. Bakterien, Pilze	z. B. Toxine, Naturstoffe
Grundsätzliche Forderungen	keine Pathogenität gegenüber Menschen und Nutztieren		
Weitere Bedingungen	Toxikologische, ökotoxikologische und ökologisch-chemische Charakterisierung des Präparates und der biologisch aktiven Komponente		
	Mikrobiologische Charakterisierung und Nachweisbarkeit		

darin begründet, daß durch Mikroorganismen oder mikrobiologische Präparate toxische Effekte oder gesundheitliche Beeinträchtigungen bei Menschen hervorgerufen werden können, was aus dem internationalen Schrifttum nachzuweisen ist.

Die Herstellung und Nutzung gentechnisch veränderter Organismen (Mikroorganismen, Pflanzen u. a.) unterliegt einem speziellen staatlichen Genehmigungsverfahren. Für die Zulassung derartiger Organismen gelten die Festlegungen des Ministers für Gesundheits- und Sozialwesen sowie der Kommission für Arbeiten zur in-vitro-Rekombination von genetischem Material. Dies schließt auch die Erarbeitung einer spezifischen detaillierten Sicherheitsdokumentation ein (o. V., 1986).

2. Toxikologische Bewertung ausgewählter Mikroorganismen und deren Präparate

BAUER u. a. (1982) weisen in ihrem Überblick nach, daß die Wirkung von Mikroorganismen und ihrer Stoffwechselprodukte einschließlich der Toxine auf pflanzliche und tierische Schaderreger seit langem bekannt ist. Im Jahre 1948 brachte die Firma Upjohn (USA) mit Cycloheximid ein Präparat zur Bekämpfung von Falschem Mehltau in Zwiebeln auf den Markt, das sie durch Fermentation einer Kultur von *Streptomyces griseus* gewonnen hatte. Das Produkt ist als fungizider Wirkstoff gut beschrieben und besitzt eine hohe akute Toxizität (Tab. 2), führt zu Hautreizung, und die maximal tolerierte Dosis in der Nahrung von Ratten beträgt 2,0 mg/kg (PERKOW, 1974).

In der Folgezeit wurde eine Reihe von Antibiotika im Pflanzenschutz erprobt oder speziell für die Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten entwickelt. Die in Tabelle 2 angegebenen Daten zur akuten Toxizität weisen auf die Notwendigkeit einer eingehenden Charakterisierung dieser Produkte hin.

Das in der Sowjetunion in den 60er Jahren auf der Grundlage des Pilzes *Beauveria bassiana* entwickelte Präparat Boverin weist allergene Eigenschaften auf. Nach Inhalation über einige Stunden traten bei den exponierten Erkrankung der Atemwege, Erhöhung der Körpertemperatur u. a. Symptome auf. 5 von 10 Meerschweinchen starben nach 7tägiger Inhalation (4 h/d) mit 400 mg/m³. Während eine einmalige Applikation des Sporextraktates an Ratten bis zu 10 mg/kg Körpermasse zu keiner Intoxikation führte, konnten nach mehrmaliger Applikation Leukozytose, Eosinophilie und Monozytose, d. h. Veränderungen im Blutbild, beobachtet werden (MEDVED, 1974). Von den in Insekten vorkommenden Pilzen *Entomophthora coronata* und *Basidiobolus meristosporus* ist die Humanpathogenität bekannt. Sie verursachen Rhinophycomyose bzw. die subkutane Phycomyose. Schließlich können Pilze der Gattungen *Cladosporium*, *Helminthosporium*, *Alternaria*, *Curvularia*, *Penicillium* und *Fusarium* zu Atmungsallergien führen. Das in der Sowjetunion angewandte Baktorodenzid ist ein auf Nagetiertyphus aufgebautes Rodentizid, das für den Menschen bedingt pathogen ist. Besonders empfindlich sind Kinder und ältere Menschen (MEDVED, 1974). Deshalb wurde vor mehr als 10 Jahren seine Zulassung in der DDR abgelehnt.

Tabelle 2
Akute Toxizität von mikrobiologisch gewonnenen Wirkstoffen

Wirkstoff	Mikroorganismus	LD ₅₀ p. o. in mg/kg Körpermasse
Blasticidin S	<i>S. griseochromogenes</i>	Maus 39,5
Chloramphenicol	<i>S. venezuelae</i>	Maus 2 640,0
Cycloheximid	<i>S. griseus</i>	Maus 133,0
		Affe 60,0
		Ratte 2,5
Griseofulvin	<i>P. griseofulvum</i>	Ratte 400,0
Streptomycin	<i>S. griseus</i>	Maus 9 000,0

S. \triangleq *Streptomyces*, P. \triangleq *Penicillium*

Tabelle 3

Toxizität von *Bacillus thuringiensis* (MEDVED, 1974) und beta-Exotoxin

<i>Bacillus thuringiensis</i>		beta-Exotoxin		
LD ₅₀ p.o. Ratte Maus	63,0 g/kg KM 30,0 g/kg KM	LD ₅₀ s.c. Maus M Maus F	184,8 mg/kg KM 135,6 mg/kg KM	
KM \triangleq Körpermasse				

Die in Insekten vorkommenden pathogenen Viren der Familie der Baculoviren wurden bisher nur bei Arthropoden gefunden, nicht bei Invertebraten und erst recht nicht bei Wirbeltieren. Das ist aus toxikologischer Sicht zunächst eine günstige Ausgangsposition. Deshalb sollen Vertreter der Kernpolyeder- und Granuloseviren künftig auch in der DDR eingesetzt werden, woraus sich die bei GEISSLER u. a. (1990) beschriebenen Konsequenzen für ihre toxikologische Charakterisierung ergeben.

Von allen im Pflanzenschutz nutzbaren Mikroorganismen nimmt *Bacillus thuringiensis* die herausragendste Stellung ein, sind doch seine Präparate bereits seit Jahrzehnten im Einsatz. Bei *B. thuringiensis* handelt es sich um einen ubiquitär vorkommenden Sporenbildner der *B.-cereus*-Gruppe mit insektenpathogenen Eigenschaften. Diese beruhen auf einem von ihm erzeugten pathotypspezifischen parasporalen Proteinkristall, wobei Pathotyp A durch die Subspezies *thuringiensis*, *kurstaki*, *galleriae* u. a., Pathotyp B durch die Subspezies *israelensis* und Pathotyp C durch die Subspezies *tenebrionis* repräsentiert werden.

Sie sind keine Erreger von Infektionskrankheiten bei Mensch und Nutztieren, d. h. keine invasiven Keime und reichern sich in Nahrungsketten nicht an, sondern werden auf Pflanzen abgebaut (KRIEG, 1988). Trotzdem ist ihre lebensmitteltoxikologische Charakterisierung unumgänglich, wie auch die in Tabelle 3 dargestellten Angaben zur akuten Toxizität zeigen. Nach HELMUTH (1988) ergeben sich lebensmitteltoxikologische Bedenken für einen uneingeschränkten Einsatz hauptsächlich aus seiner Verwandtschaft zu *B. cereus*, das im Zusammenhang mit Lebensmittelvergiftungen steht und deshalb eine differenzierte Nachweismethode erfordert. Sie kann den nur bei *B. thuringiensis* vorkommenden parasporalen Kristall des Delta-Toxins nutzen. Für den Nachweis von *B.-thuringiensis*-Spezies wurde von WIE u. a. (1982) ein ELISA-Test entwickelt, wobei sich Sensitivitätsunterschiede zwischen den Subspezies zeigten, die auf Unterschiede im Gehalt an den verschiedenen Toxinen beruhen dürften.

Diese Kenntnisse erfordern eine eingehende Untersuchung zum ökologischen Verhalten der Toxine bzw. des gesamten Bakteriums auf Pflanzen und im Boden, um eindeutige Aussagen für die pflanzlichen Lebensmittel und das Trinkwasser zu erhalten. Erste gesicherte Erkenntnisse wurden mit dem ¹⁴C-markierten Thuringiensin erhalten, das dem Beta-Exotoxin entspricht. Damit konnten sowohl die zunehmende Umwandlung des Toxins in andere von Anfang an vorhandene Stoffe nachgewiesen werden (Tab. 4) als auch eine an dieser Stelle nicht belegte Abnahme auf den behandelten Pflanzenteilen. Das verdeutlicht die berechtigte Forderung nach der Aufklärung der chemischen Zusammensetzung der die biologische Wirkung auslösenden Noxen in den Mikroorganismen. Schließlich geht auch aus Tabelle 5 hervor, daß die Toxine wie jedes chemische Pflanzenschutzmittel zu betrachten sind. Das beweisen die Umverteilungsvorgänge in den Pflanzen, die sowohl acro- als auch basipetal erfolgen. Daraus wird die enge Beziehung zwischen den in Tabelle 1 ausgewiesenen mikrobiologischen und biochemischen Mitteln deutlich, die letzten Endes auch die Berechtigung unterstreicht, sie aus toxikologischer Sicht wie jede andere synthetische Noxe zu betrachten.

Ihr Doppelcharakter, d. h. die Kombination von chemischer Noxe und Mikroorganismus schlechthin, soll hinsichtlich der Bewertung einer möglichen Beeinflussung der Trinkwasserqualität dargestellt werden. Die Einsetzbarkeit von *B.-thuringiensis*-Präpara-

Tabelle 5

Verteilung der ¹⁴C-Aktivität in Prozent in Bohnen- und Kartoffelpflanzen 7 Tage nach Blattbehandlung mit ¹⁴C-Thuringiensin (MERSIE und SINGH, 1988; SINGH und MERSIE, 1989)

Pflanzenteil	Bohne	Kartoffel
Behandelte Blätter	65,5	14,6
Blatt/Stamm darüber	17,9	0,78
Blatt/Stamm darunter	4,9	0,46
Sproß	1,7	0,03
Wurzel	10,0	0,43
Knollen	—	3,97

ten in der Trinkwasserschutzzone II ist an die Forderung gebunden, daß die wirksamen Bestandteile nicht in das Grundwasser gelangen können. Dieser Nachweis ist in Labormodell- und Freilandlysimeteruntersuchungen unternommen worden, muß aber auch in der Praxis kontrollfähig sein. Gerade das ergeben sich aus mikrobiologischer Sicht die Schwierigkeiten, denn nach KLEIN (1988) ist die Differenzierung der Sporen von *B. thuringiensis* und dem verbreiteten Bodenbakterium *B. cereus* mit den üblichen biochemischen und bakteriologischen Methoden nicht hinreichend zuverlässig. Somit kann hierfür nur der schon erwähnte ELISA-Test oder ein biologischer Test an Lepidopteren-Larven die erforderliche Klarheit bringen. Das bedeutet in jedem Fall, daß zur Anwendung im Freiland vorgesehene Mikroorganismen biochemisch aufzuklären und eindeutige Nachweisverfahren zu entwickeln sind, um sie von anderen aus lebensmitteltoxikologischer Sicht relevanten Mikroorganismen unterscheiden zu können, falls sie nicht von vornherein toxikologisch relevant sind. Eine Sicherheit aus mikrobiologischer Sicht wäre dann gegeben, wenn im Fall von *B.-thuringiensis*-Präparaten die Sporen im Rahmen der Präparate-Herstellung auf physikalischem Weg inaktiviert werden.

3. Algorithmus für toxikologische und ökotoxikologische Untersuchungen

Die toxikologische Charakterisierung von biologischen Pflanzenschutzmitteln muß auf die Beurteilung der Humanpathogenität ausgerichtet sein, wozu sie sich der in der Toxikologie üblichen Laborspezies sowie von Zellkulturen zu bedienen hat. Die Ergebnisse zu bestimmten Eigenschaften (z. B. Irritationen an Haut und Augen, Sensibilisierung) sind durch Beobachtungen am Menschen zu validisieren. In die Untersuchung von mikrobiologischen Mitteln haben mikrobiologische Nachweisverfahren einzufließen, womit auf die spezifischen Probleme hingewiesen werden soll.

Aus den gesammelten Erfahrungen ergeben sich die in Tabelle 6 dargestellten grundsätzlichen Forderungen, ohne daß an dieser Stelle auf methodische Details eingegangen werden kann. Die Anordnung der Untersuchungen stellt keine Reihenfolge dar, vielmehr sind es Minimalanforderungen. Aus den erzielten Ergebnissen ist abzuleiten, ob die in Tabelle 6 aufgeführten ergänzenden Untersuchungen erforderlich werden, ohne an dieser Stelle die Kriterien hierfür beschreiben zu können. Schließlich weist

Tabelle 6

Prüfung mikrobiologischer Mittel

Eigenschaft/Wirkung	Nutzbare Spezies	Applikationsformen
Infektiosität	Maus, Hamster, Kaninchen	i. v., i. p., intracerebral
Akute Toxizität	Ratte, Maus, Kaninchen, Meerschweinchen	oral, dermal, inhalativ
Irritation	Kaninchen, Meerschweinchen (Mensch)	Haut, Augen
Sensibilisierung	Meerschweinchen, Hamster, (Mensch)	cutan, subcutan
Immuntoxizität	Zellkultur, Maus	in vitro, p. o., in vivo
In Abhängigkeit von den Subchronische Toxizität	Ratte, Nichtnager	Prüfergebnissen mögliche Weiterführung zu: p. o.
Teratogenität	bis zu 3 Spezies (Ratte, Kaninchen u. a.)	p. o.
Mutagenität	Säugerzellkulturen, Säuger	in vitro, p. o.
Chronische Toxizität/ Kanzerogenität	Ratte (Maus)	p. o.

Tabelle 4

Umwandlung von ¹⁴C-Beta-Exotoxin und seiner Metaboliten (Anteile in %) in Mais- und Bohnenpflanzen nach MERSIE und SINGH (1988 und 1988 a)

R _f	3 d		7 d	
	Standard	Mais	Bohne	Bohne
0,2	6	19	28	24
0,5	89	60	49	54
0,8	5	21	23	22

auch die ökotoxikologische Prüfung von mikrobiologischen Mitteln einige Besonderheiten auf, denn im Gegensatz zu Chemikalien sind Überdosierungen in diesem Ausmaß ausgeschlossen. Deshalb wird als Bezugsbasis die im zu bekämpfenden Schad-erreger auftretende maximale Menge des biologischen Mittels genommen. Sie ist in einem Körpermasseäquivalent an die zu untersuchenden Tiere auf dem wirksamsten Weg zu verabreichen, um sie als maximale Gefährdungsdosis charakterisieren zu können. Ergänzend sind hierzu die spezifischen Effekte zu erfassen. Insgesamt gesehen ist ein flexibler, den toxikologischen Eigenschaften einerseits und dem Anwendungsbereich andererseits angepaßter Algorithmus zu entwickeln, ähnlich dem für die chemischen Pflanzenschutzmittel (o. V., 1987). Im Extremfall unterliegen die biochemischen und mikrobiologischen Mittel dem gleichen Untersuchungsumfang wie die Syntheschemikalien. Das ist aus dem am Beispiel von *B. thuringiensis* dargestellten Betrachtungen durchaus verständlich. Darüber hinaus wird von den führenden Pflanzenschutzmittel-Herstellern zunehmend versucht, biologisch wirksame Stoffe zu isolieren und strukturell aufzuklären, um sie biotechnologisch oder synthetisch in großem Umfang herstellen zu können.

4. Zusammenfassung

Die Konzeption des integrierten Pflanzenschutzes sieht eine möglichst breite Anwendung biologischer Mittel vor. Sie bedürfen einer toxikologischen Bewertung auf der Grundlage von toxikologischen und ökologisch-chemischen Daten. Das wird an ausgewählten mikrobiologischen Pflanzenschutzmitteln dargestellt. Der Doppelcharakter dieser Mittel mit einer biochemischen und einer mikrobiologischen Komponente wird am Beispiel von *Bacillus thuringiensis*-Präparaten aufgezeigt. Es ist die Erarbeitung eines Algorithmus für die toxikologischen, ökotoxikologischen und ökologisch-chemischen Untersuchungen gefordert.

Резюме

О токсикологической оценке биологических средств защиты растений и вытекающих из нее требованиях к их регистрации

Концепция интегрированной защиты растений предусматривает по возможности широкое применение биологических средств. Они нуждаются в токсикологической оценке на основе токсикологических и эколого-химических данных. Это иллюстрируется на примере некоторых микробиологических средств защиты растений. Двойной характер этих средств с биохимическим и микробиологическим компонентами демонстрируется на примере препаратов *Bacillus thuringiensis*.

Требуется разработка алгоритма для токсикологических, эко-токсикологических и эколого-химических исследований.

Summary

Toxicological assessment of biological plant protectives and resultant demands on registration

Institut für Phytopathologie Aschersleben und Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR

Klaus GEISSLER, Horst BEITZ und Rolf FRITZSCHE

Aspekte und Probleme der Prüfung und Zulassung biologischer Pflanzenschutzmittel auf der Basis insektenpathogener Viren

1. Einleitung

Die jahrzehntelange einseitige Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung von Schadarthropoden hat neben ihren unbestrittenen Vorteilen wie schnelle und hohe Bekämpfbarkeit auch zu unerwünschten Nebenwirkungen geführt. Es sei nur an die Selektion von Insekten- und Milbenpopulationen mit Resistenz gegen chemische Pflanzenschutzmittel sowie an die Beeinträchtigung nützlicher und indifferenter Arten wie auch an die

The concept of integrated plant protection provides for the as wide use of biological substances as possible. These substances need sound toxicological assessment on the basis of toxicological, ecological and chemical data. This is illustrated for some micro-biological plant protectives. The dual character of these products, i. e. one biochemical component and one microbiological component, is described for preparations based on *Bacillus thuringiensis*. An algorithm should be worked out for toxicological, ecotoxicological, ecological and chemical analysis.

Literatur

- BAUER, K.; BERG, D.; BISCHOFF, E.; HUGO, H. von; KRAUS, P.: Pflanzenschutzpräparate mikrobieller Herkunft. In: WEGLER, R.: Chemie der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Bd. 6, Berlin u. Heidelberg, Springer-Verl., 1981, S. 216-328
- FREIER, B.; BURTH, U.; MÜLLER, H. J.: Zur Konzeption des integrierten Pflanzenschutzes. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 43 (1989), S. 217-220
- GEISSLER, K.; BEITZ, H.; FRITZSCHE, R.: Aspekte und Probleme der Prüfung und Zulassung biologischer Pflanzenschutzmittel auf der Basis insektenpathogener Viren. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 44 (1990), S. 112-114
- HELMUTH, R.: *Bacillus thuringiensis* - gesundheitliche Auswirkungen auf Mensch und Tier. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtschaft. (1988) 246, S. 95-101
- KLEIN, G.: Biologische Pflanzenschutzmittel aus Sicht der Trinkwasserhygiene. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtschaft. (1988) 246, S. 67-80
- KRIEG, A.: Sicherheitsaspekte bei der Anwendung von *Bacillus thuringiensis* als Pflanzenschutzmittel. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtschaft. (1988) 246, S. 81-94
- MEDVED, L. I.: Spravočnik po pesticidam. Izdat. Uroshai, Kiew, 1974
- MERSIE, W.; SINGH, M.: Absorption, translocation and metabolism of ¹⁴C-thuringiensin (δ -Exotoxin) in snapbeans. The Florida Entomol. 71 (1988), S. 105-111
- MERSIE, W.; SINGH, M.: Uptake, translocation and metabolism of ¹⁴C-thuringiensin (δ -Exotoxin) in Corn. J. Agric. Food Chem. 37 (1988 a), S. 481-483
- PERKOW, W.: Wirksubstanzen der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Berlin u. Hamburg, Verl. Paul Parey, 1974
- SINGH, M.; MERSIE, W.: Absorption, translocation and metabolism of thuringiensin in potato. Am. Potatol. J. 66 (1989), S. 5-11
- WIE, S. I.; ANDREWS, R. E.; HAMMOCK, B. D.; FAUST, R. M.; BULLA, L. A.: Enzymelinked Immunosorbent Assay for Detection and Quantitation of the Entomological Parasporal Crystalline Protein of *Bacillus thuringiensis* subspp. *kurstaki* and *israelensis*. Appl. Environm. Microbiol. 43 (1982), S. 891-894
- o. V.: Richtlinie zur in-vitro-Rekombination von genetischem Material vom 26. 11. 1985. Verf. u. Mitt. Minist. Gesundheitswesen, Sdr. v. 10. 2. 1986
- o. V.: Hygienisch-toxikologische Anforderungen für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse in der DDR und VR Polen. Akad. Landwirtschaftswiss. DDR, 1987

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. sc. H. BEITZ
Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR
Kleinmachnow
Stahnsdorfer Damm 81
DDR - 1532

Dr. H. PAULENZ
Ministerium für Gesundheits- und Sozialwesen
Hauptabteilung Hygiene und Staatliche Hygieneinspektion
Rathausstraße 3
Berlin
DDR - 1020

ökotoxikologischen Nebenwirkungen bei Vögeln, Fischen und Säugern erinnert.

An die Stelle dieser einseitigen Orientierung tritt zunehmend ein komplexes Herangehen an die Problematik unter dem Aspekt einer stärkeren Nutzung natürlicher Regelmechanismen einer Biozönose. Diese als integrierter Pflanzenschutz bezeichnete Betrachtungs- und Verfahrensweise zielt letztendlich darauf hin, mit allen zur Verfügung stehenden Möglichkeiten der Einflußnahme auf die Populationsdynamik diese so zu gestalten, daß

der Zielorganismus in seiner Populationsdichte unterhalb der wirtschaftlichen Schadensschwelle gehalten wird. An Stelle eines möglichst hohen Bekämpfungserfolges bei den Schaderregern geht es vorrangig um die Gesunderhaltung der Kulturpflanzenbestände (BURTH und BEITZ, 1988).

Im Rahmen dieser modernen Strategie des Pflanzenschutzes lassen sich biologische Bekämpfungsmittel mit ihrer spezifischen Wirkungsweise in immer stärkerem Maße anwenden. Dabei werden auch insektenpathogene Viren eine wesentliche Bedeutung erlangen. Ihre Vorzüge bestehen u. a. darin, daß sie infolge ihrer ausgesprochen spezifischen Wirkung auf bestimmte schädliche Arten gezielt eingesetzt werden können (GEISSLER u. a., 1988).

Da sie bereits als natürliche Bestandteile in der Biozönose vorkommen, stellt ihre zusätzliche Ausbringung keinen Eingriff dar, wie dies bei der Applikation chemischer Insektizide oder Akarizide der Fall ist (FRANZ und KRIEG, 1982; HUBER, 1988). Gleichfalls kann man davon ausgehen, daß ihr natürliches Vorkommen bisher zu keiner Gefährdung des Menschen, der landwirtschaftlichen Nutztiere oder unserer Umwelt geführt hat. Diese Feststellung ist aber nicht uneingeschränkt auf die durch Anreicherung von natürlich vorkommenden Mikroorganismen hergestellten Präparate übertragbar. Jede Anwendungsform von Mikroorganismen in höheren als den natürlich vorkommenden Konzentrationen bedarf einer biologischen Bewertung und einer Zulassung im Sinne der Pflanzenschutz-Verordnung vom 10. 8. 1978. Damit verbunden ist die in Paragraph 15 dieser Verordnung geforderte hygienisch-toxikologische Bewertung zur Sicherung des Anwender-, Verbraucher- und Umweltschutzes (BEITZ, 1989). Diese Verfahrensweise ist auch in anderen Ländern üblich, wobei nach HUBER (1988) weltweit etwas mehr als ein Dutzend-Präparate auf der Basis von Baculoviren eine Zulassung erhalten haben bzw. sich im Zulassungsverfahren befinden.

2. Zur hygienisch-toxikologischen Charakterisierung insektenpathogener Viruspräparate

Für die staatliche Prüfung und Zulassung insektenpathogener Viren als Pflanzenschutzmittel bestehen in der DDR bisher keine derartigen Vorgaben wie die für chemische Wirkstoffe verbindlichen gesetzlichen Forderungen (o. V., 1988). Das betrifft sowohl die Charakterisierung des Präparates aus der Sicht der spezifischen Wirksamkeit als auch der möglichen Nebenwirkungen. Deshalb müssen die Verfahren und Prüfungen eine Beurteilung darüber erlauben, ob insektenpathogene Viruspräparate als Pflanzenschutz- und Vorratsschutzmittel Menschen oder Tiere gefährden bzw. schädliche Auswirkungen auf die Umwelt haben. Die dafür zur Anwendung gelangenden Prüfmethode sollen die speziellen Risiken erfassen, die von den betreffenden Viren ausgehen können (o. V., 1983).

Die toxikologische Bewertung von biologischen Pflanzenschutzmitteln ist vordergründig auf die Beurteilung der Humanpathogenität ausgerichtet. Im negativen Fall hat sich die weitere Charakterisierung des Präparates der in der Toxikologie üblichen Laborspezies zur Erfassung von Nebenwirkungen gegenüber Warmblütern zu bedienen. Da es sich im Fall der Baculoviren-Präparate um mikrobiologische Mittel handelt, sind mikrobiologische Untersuchungs- und Nachweisverfahren einzubeziehen. Sie haben im Fall einer sonstigen toxikologischen Unbedenklichkeit die entscheidenden Ergebnisse für die hygienisch-toxikologische Charakterisierung zu erbringen.

Nach unserem gegenwärtigen Kenntnisstand kann angenommen werden, daß die Kernpolyeder- und Granuloseviren als Vertreter der Familie der Baculoviridae keinen Risikofaktor für die Gesundheit von Menschen oder Wirbeltieren darstellen. Entscheidend für diese Einschätzung sind die in der Literatur beschriebenen negativen Untersuchungsbefunde zur Infektiosität an Warmblütern (GRÖNER, 1986), wie sich die Baculoviren auch als nicht vermehrungsfähig in Mikroorganismen, Pflanzen, Warmblütern und dem Menschen erwiesen haben (BURGES u. a., 1980; HUBER, 1988). Mit Baculoviren-Präparaten durchgeführte toxikologische Untersuchungen ergaben weder Hinweise auf mutagene Wirkungen (REIMANN und MILTENBURGER, 1983) oder teratogene Effekte (IGNOFFO u. a., 1973) noch auf gravierende Veränderungen der Parameter von Kurz- und Langzeituntersuchungen an Labornagern (GRÖNER u. a., 1978). Trotzdem sind

mit den eigenen Präparaten Prüfungen durchzuführen und Methoden zu entwickeln, welche die

- Beurteilung ihrer hygienisch-toxikologischen Unbedenklichkeit ermöglichen und
- Bedingungen für die Produktion und Anwendung insektenpathogener Viren definieren.

3. Der Nachweis der hygienisch-toxikologischen Unbedenklichkeit von insektenpathogenen Viren

Die vor der Zulassung neuer Pflanzenschutzmittel vom Gesetzgeber geforderte hygienisch-toxikologische Bewertung dient dazu, Normative und Regelungen zur Gewährleistung des Anwender-, Verbraucher- und Umweltschutzes zu erarbeiten (o. V., 1987). Durch Anwendung international anerkannter oder standardisierbarer Verfahren und Methoden muß eine ausreichende Charakterisierung der Wirkstoffe und ihrer Präparate hinsichtlich

- der chemisch-physikalischen Eigenschaften,
- des ökologisch-chemischen Verhaltens,
- der toxikologischen Eigenschaften sowie
- der veterinär- und ökotoxikologischen Eigenschaften gewährleistet werden. Außerdem sind
- Angaben zum Arbeitsschutz beim Umgang mit den Präparaten bzw. deren Zubereitungen beizubringen.

Diese Grundforderungen sind für chemische Pflanzenschutzmittel verbindlich und müssen dem spezifischen Charakter der Präparate mit insektenpathogenen Viren angepaßt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß auch letztgenannte Formulierungshilfsmittel enthalten, die für chemische Präparate üblich sind. Daraus resultiert beispielsweise, daß die für die Untersuchung des Präparates geltenden toxikologischen Anforderungen übernommen werden müssen. Hinzu kommen die für mikrobiologische Pflanzenschutzmittel abverlangten speziellen Untersuchungen, die von dem Nachweis der fehlenden Humanpathogenität bis zum spezifischen mikrobiologischen Nachweis der Viren reichen. Hier bieten sich methodische Anknüpfungspunkte zu entsprechenden Bereichen der Human- und Veterinärtoxikologie an, auf deren Erfahrungen und Erkenntnissen aufbauend modifizierte Verfahren entwickelt und abgeleitet werden müssen. Insgesamt gesehen ist ein flexibler, den hygienisch-toxikologischen Eigenschaften und den Anwendungsbereichen angepaßter Untersuchungsalgorithmus zu entwickeln und zu praktizieren.

Aus der Sicht der arbeitstoxikologischen Bewertung zur Feststellung von Maßnahmen zum Schutz der Anwender und Hersteller der Präparate sind Untersuchungen mit dem Viruspräparat zur

- akuten Toxizität nach oraler, dermalen und inhalativer Verabreichung sowie zur
- Haut- und Schleimhautreizung erforderlich. Sie werden komplettiert durch die Untersuchungen mit den bei der in-vivo-Produktion erhaltenen Baculoviren (technisches Produkt) zur
- Infektiosität und Virulenz,
- Toxizität nach einmaliger und wiederholter Verabreichung,
- Sensibilisierung und Immuntoxizität sowie
- Spätschadenswirkungen (Mutagenität und Teratogenität), wobei der letztgenannte Komplex auch für die lebensmitteltoxikologische und veterinärtoxikologische Bewertung von Bedeutung ist.

Diese Aufzählung bedeutet weder eine Rangfolge, noch ist sie als vollständige Anforderung anzusehen, vielmehr entscheiden die in einer Prüfung erhaltenen Daten über die weitere Verfahrensweise. So können beispielsweise in den akuten oder subakuten Verträglichkeitsuntersuchungen festgestellte Schadenswirkungen dazu führen, eine subchronische (90-Tage-Test) oder chronische Prüfung (2-Jahres-Test) an Ratten bzw. gar an Minischweinen durchführen zu müssen. Analoges gilt für die anderen Untersuchungsrichtungen. Daneben ist zu berücksichtigen, daß die Dosierungen im Gegensatz zu den chemischen Noxen auf die vorgegebene Aufwandmenge bezogen werden müssen. So wählten GRÖNER u. a. (1978) in den Fütterungsversuchen mit Mäusen 3×10^9 Polyeder/Tier bzw. 3×10^{11} Granula/Tier. Das entspricht 3×10^{10} bzw. 5×10^{11} Virionen pro Maus und etwa einer Aufwandmenge für 10 ha, bezogen auf ein Körpergewicht von 70 kg.

Für die lebensmitteltoxikologische Bewertung ist von Bedeutung, inwieweit der background level an Baculoviren auf den Ernteprodukten durch die Anwendung der Viruspräparate verändert wird.

Das ist eine andere Herangehensweise als für die chemischen Präparate, bei der die Rückstandsdynamik der Wirkstoffe und ihrer Metaboliten im Vordergrund steht. Hierzu gilt es, geeignete biologische Testverfahren zu entwickeln, die eine entsprechende Bewertung in Verbindung mit einer ausreichenden Nachweissicherheit ermöglichen.

Schieflich weisen auch die ökotoxikologischen Prüfungen einige Besonderheiten auf. Hierbei hat sich international gleichfalls durchgesetzt, daß keine abgestuften Mengen des Virus in den Prüfungen eingesetzt werden, sondern als Bezugsbasis wird die im zu bekämpfenden Schadinsekt, zum Beispiel den Apfelwicklerlarven, auftretende Menge des betreffenden Granulosevirus genommen. Sie ist in einem Körpermasseäquivalent an die zu untersuchende Tierart auf dem wirksamsten Weg zu verabreichen, um sie als maximale Gefährdungsdosis charakterisieren zu können. Darüber hinaus ist in Versickerungsversuchen ihre Migrationsfähigkeit im Boden auszuweisen, um den Schutz des Grundwassers vor einer Kontamination bewerten zu können. Im Fall des Apfelwickler-Granulosevirus besteht nach LOPEZ-PILA (1988) keine Kontaminationsgefahr für das Grundwasser, was in Säulen- und Freilandlysimeter-Versuchen nachgewiesen wurde.

4. Die Produktion insektenpathogener Viren

Die bei der Produktion insektenpathogener Viren im Vergleich zu chemischen Präparaten von letzteren abweichenden Bedingungen machen es erforderlich, entsprechende Anforderungen hinsichtlich der Qualitätskontrolle zu stellen. Sie sollen eine mögliche Veränderung des Virus-Wirt-Systems rechtzeitig erkennen lassen und Maßnahmen zu ihrer Verhinderung bzw. Behebung beinhalten. Regelmäßige Qualitätskontrollen der einzelnen Produktionschargen sind daher notwendig. Im wesentlichen hat man darunter das Auftreten von Virus- und/oder Wirtsmutanten sowie eine Veränderung des Wirkungsspektrums des betreffenden Virus zu verstehen. Außerdem muß die Kontamination mit Fremd-viren und anderen unerwünschten, die Produktion oder Wirksamkeit beeinträchtigenden, Pathogenen einschließlich human- und veterinärpathogener relevanter Spezies ausgeschlossen werden.

In das aufzubauende Qualitätssicherungssystem ist auch die Kontrolle der Produktionsabwässer auf den Gehalt an Viren einzubeziehen. Das setzt voraus, daß wirksame Verfahren zur Entfernung der insektenpathogenen Viren aus den anfallenden Abwässern erarbeitet werden.

Schieflich sind auch die in der Herstellung der Präparate beschäftigten Werkstätten einer gesundheitlichen Überwachung zu unterziehen. Bei diesen Untersuchungen müssen die von chemischen Pflanzenschutzmitteln abweichenden Eigenschaften insektenpathogener Viren berücksichtigt werden. Wegen der in der Regel fehlenden toxischen und pathogenen Reaktionen von Wirbeltieren sind beispielsweise spezielle Verfahren für einen möglichen Virusnachweis in Blut und anderen Körperflüssigkeiten zu entwickeln, welche eine qualitative Aussage über eventuelle Beeinträchtigungen ermöglichen.

5. Zusammenfassung

Die Anwendung von insektenpathogenen Viren wird künftig ein Bestandteil des integrierten Pflanzenschutzes in einer Reihe von Kulturen sein. Dazu wird eine globale hygienisch-toxikologische Bewertung vorgenommen, die die hohe spezifische Wirkung der Baculoviren bei Schadinsekten und gute Verträglichkeit bei Warmblütern ausweist. Die zu ihrer Charakterisierung notwendigen toxikologischen Prüfungen werden genannt. Gleichfalls werden die Anforderungen an ein Qualitätssicherungssystem bei der Herstellung umrissen.

Резюме

Аспекты и проблемы испытания и регистрации биологических средств защиты растений на базе энтомопатогенных вирусов

В будущем применение энтомопатогенных вирусов будет составная часть интегрированной системы защиты целого ряда культур. С этой целью была проведена глобальная токсиколого-гигиеническая оценка, показывающая высокую специфичную эффективность бакуловирусов против вредных насекомых и их хорошую переносимость теплокровными. Приводятся необходимые для их характеристики токсикологические испытания. Одновременно описываются требования к системе обеспечения качества при их производстве.

Summary

Biological plant protection substances based on insect-pathogenic viruses – Aspects and problems of testing and registration

The use of insect-pathogenic viruses is going to be an element of integrated pest management in a number of crops. General assessment in terms of hygiene and toxicology reveals the highly specific effect of Baculoviruses in insect pests, and their tolerance by warm-blooded animals. Necessary toxicological tests are pointed out along with the demands on quality assurance in the course of manufacture.

Literatur

- BEITZ, H.: Anforderungen und Methoden zur toxikologischen Bewertung von biologischen Pflanzenschutzmitteln. Tag-Ber. Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin, 1989, 286 S.
- BURGES, H. D.; CROIZIER, G.; HUBER, J.: A review of safety tests on baculoviruses. Entomophaga 25 (1980), S. 329-340
- BURTH, U.; BEITZ, H.: Pflanzenschutz und Umweltschutz in der DDR – Entwicklung und Perspektiven. Int. Z. Landwirtsch. (1988), 1, S. 29-32
- FRANZ, J. M.; KRIEG, A.: Biologische Schädlingsbekämpfung 3. Aufl., Berlin u. Hamburg, Verl. Paul Parey, 1982, 252 S.
- GEISSLER, K.; LEHMANN, W.; FRITZSCHE, R.; FREIER, B.: Gegenwärtiger Stand und Möglichkeiten der Anwendung insektenpathogener Viren gegen Schadinsekten im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes. Vortr. Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR 7 (1988), S. 34-49
- GRÖNER, A.: Specificity and safety of baculoviruses. In: GRANADOS, R. R.; FREDERIC, B. A.: The biology of baculoviruses. Vol. I. Biological properties and molecular biology. Boca Raton, CRC Press, 1986, S. 177-202
- GRÖNER, A.; HUBER, J.; KRIEG, A.: Untersuchungen mit Baculoviren an Säugtieren. Z. angew. Zool. 65 (1978), S. 69-80
- HUBER, J.: Einsatzmöglichkeiten von Baculoviren. In: Pflanzenschutz und umwelthygienische Aspekte bei der Bewertung von Pflanzenschutzmitteln aus Mikroorganismen und Viren im Zulassungsverfahren. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtsch. (1988), 246, S. 167-177
- IGNOFFO, C. M.; ANDERSON, R. F.; WOODARD, G.: Teratogenic potential in rats fed the nuclear polyhedrosis virus of *Heliothis*. Environm. Entomol. 2 (1973), S. 337-338
- LOPEZ-PILA, J. M.: Auswirkungen von Baculoviren auf Grund- und Trinkwasser. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtsch. (1988), 246, S. 178-190
- REIMANN, R.; MILTENBURGER, H. G.: Cytogenetic studies in mammalian cells after treatment with insect pathogenic virus (Baculoviridae). II. In vitro studies with mammalian cell lines. Entomophaga 28 (1983), S. 33-44
- o. V.: Verfahren und Prüfungen für die Beurteilung möglicher Risiken insektenpathogener Viren als Pflanzenschutzmittel. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtsch., Merkbl. Nr. 59, 1983, 9 S.
- o. V.: Hygienisch-toxikologische Anforderungen für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse in der DDR und VRP. Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, 1987, 24 S.
- o. V.: Verordnung über Rückstände der Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln in Lebensmitteln – Rückstandsmengen-Anordnung – vom 20. 6. 1988. GBl. 1988, Sdr.-Nr. 1311

Anschrift der Verfasser:

Dr. K. GEISSLER
Prof. Dr. sc. R. FRITZSCHE
Institut für Phytopathologie Aschersleben der Akademie
der Landwirtschaftswissenschaften der DDR
Theodor-Roemer-Weg
Aschersleben
DDR - 4320

Prof. Dr. sc. H. BEITZ
Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der Akademie
der Landwirtschaftswissenschaften der DDR
Stahnsdorfer Damm 81
Kleinmachnow
DDR - 1532



Zum Erstnachweis von *Tylenchorhynchus clarus* Allen, 1955, in der DDR

1. Einleitung

Bei Untersuchungen eines Gewächshausbodens aus dem Kreis Wismar (Insel Poel), auf dem in den Vorjahren Rotklee und Raps im Wechsel angebaut worden war, konnten unter anderem auch einige Exemplare des ektoparasitären Wurzelnematoden *Tylenchorhynchus clarus* Allen, 1955, nachgewiesen werden. Aus 20 cm³ Boden wurden vier Weibchen dieser Art extrahiert. Da *T. clarus* in der DDR bislang nicht gefunden wurde, der Nematode aber als Schadfaktor an verschiedenen Kulturpflanzen bekannt ist, wird er nachfolgend vorgestellt.

2. Bestimmungsmerkmale

Die gefundenen Nematoden waren mit 620 bis 690 µm (640 µm) Körperlänge et was länger als 1955 von ALLEN beschrieben. ELMILIGY (1969) gibt in seiner Beschreibung dieser Art jedoch auch Körperlängen an (bis 680 µm), die annähernd mit den festgestellten übereinstimmen. Das Verhältnis der Körperlänge zur Körperbreite (a) betrug durchschnittlich 30, das der Körperlänge zur Ösophaguslänge (b) 5,0 und das der Körperlänge zur Schwanzlänge (c) 19,1. Die Vulva lag bei V (%) = 59.

Die Lippenregion war nicht deutlich vom Körper abgesetzt (Abb. 1 A). Sie wies 4 bzw. 5 Kutikularinge auf. Der Mundstachel war 18,5 µm lang und die Stachelknöpfe zeigten nach vorn. Eine Kopfsklerotisation war nicht zu erkennen.

Das hintere Ende der untersuchten Nematoden (Abb. 1 B) war gekennzeichnet durch einen konisch geformten Schwanz mit einer subhemisphärischen ungerin-

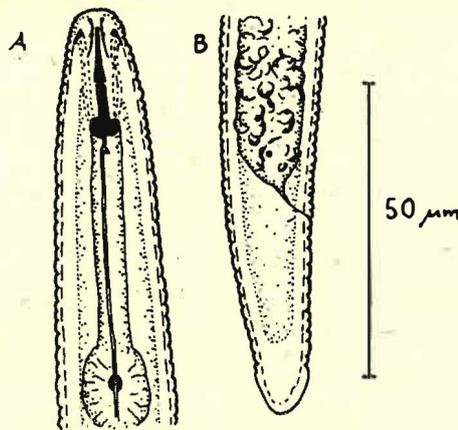


Abb. 1. *Tylenchorhynchus clarus*
A: Vorderende mit Mundstachel
B: Hinterende mit ungeringelter Schwanzspitze

gelten Spitze. Das Verhältnis der Schwanzlänge zum Schwanzdurchmesser (c) betrug 2,5. Der Schwanz hatte 11 bzw. 12 Kutikularringe. Die Phasmiden lagen in Höhe der Schwanzmitte oder knapp darüber. Der Darm endete vor dem Anus.

Sämtliche ermittelten Merkmale stimmten gut sowohl mit den Angaben von ALLEN (1955) als auch mit denen von ELMILIGY (1969) überein. Lediglich der Mundstachel war geringfügig länger als bei den genannten Autoren beschrieben (15 bis 17 µm bzw. 16 bis 18 µm). Das von beiden erwähnte Merkmal der nach vorn weisenden Stachelknöpfe war aber bei allen Exemplaren vorhanden. Bezüglich dieses Merkmales gibt es in der Literatur jedoch unterschiedliche Auffassungen. So wurden in Jordanien Nematoden der Art *T. clarus* gefunden, deren Stachelknöpfe auch zur Seite und nach hinten wiesen (HASHIM, 1983). Unterschiede scheint es auch im Vorhandensein von Männchen zu geben. Während in Ägypten (ELMILIGY, 1969) und Jordanien (HASHIM, 1983) Populationen mit Männchen auftraten, konnten sie in Kalifornien (ALLEN, 1955) und den Niederlanden (DAO, 1970) nicht nachgewiesen werden. Auch in der von uns untersuchten Probe waren keine Männchen nachweisbar, woraus sich das Fehlen der Spermathecae bei den Weibchen erklären läßt.

Vorschlag zur Bonitur von ausgewählten pilzlichen Krankheitserregern in Futtererbsen

Die Erregerbelastung in Erbsen, insbesondere von pilzlichen Pathogenen, schwankt in Abhängigkeit der Witterungsbedingungen von Jahr zu Jahr erheblich.

Mit dem Auftreten pilzlicher Erreger wie *Peronospora viciae* (Berk.) Casp., *Ascochyta pinodes* Jones und *Phoma medicaginis* Malbr. et Roum. var. *pinodella* (Jones) Boerema am Erbsenblatt ist ab Anfang Mai zu rechnen und erreicht gewöhnlich z. Z. der Vollblüte seinen Höhepunkt. Mit Beginn der Blüten- und Schotenbildung beginnt bei feuchter Witterung außerdem

deren Besiedlung mit *Botrytis cinerea* (Pers.).

Bei Erbsen des Normaltyps sollte die Bonitur auf Falschen Mehltau und den Erregern der Brennfleckenkrankheit nach folgendem Boniturschlüssel vorgenommen werden:

Bonitur-note	Befallsgrad % der Blattfläche/Blatttage
7	bis 10
5	10 bis 25
3	25 bis 50
1	ab 50

Nach unseren Erfahrungen ist eine Blatt-

3. Umweltbedingungen und Wirtspflanzen

T. clarus bevorzugt relativ hohe Temperaturen, so daß ein Auftreten dieser Art in der DDR nur in Gewächshäusern zu erwarten ist. MALEK (1980) wies eine optimale Vermehrung der Nematoden an Rotklee bei 30 °C nach und NOEL und LOWNSBERY (1978) konnten feststellen, daß die Reproduktionsrate an Luzerne bei 24 bis 27 °C höher ist als bei 21 °C.

Außer an den genannten Pflanzen wurde die Art bislang an Citrus, Alexandrinerklee, Sojabohne, Mais, Wiesenrispe, Weidelgras, Reis, Baumwolle, Guayave, Tomate, Kürbis und Petersilie gefunden. Eine Schadwirkung des Nematoden ist für die Wirtspflanzen Baumwolle (KHEIR und EL-SHERIF, 1977; EMBABI und SHOHLA, 1978), Sojabohne (ABOUL-EID, 1981) sowie Luzerne (NOEL und LOWNSBERY, 1978) nachgewiesen.

Literatur

ABOUL-EID, A. H.: Control of *Tylenchorhynchus clarus* on soybean with systemic nematocides. Nematol. Mediterranea 9 (1981), S. 105-107
ALLEN, M. W.: A review of the genus *Tylenchorhynchus*. Univ. Calif. Publ. Zool. 61 (1955), S. 129-166
DAO, D. F.: Climatic influence on the distribution pattern of plant parasitic and soil inhabiting nematodes. Meded. landb. Hoogesch. Wageningen 70 (1970), S. 1-18
ELMILIGY, I. A.: Redescription of *Tylenchorhynchus clarus* ALLEN 1955. Nematologica 15 (1969), S. 288-290
EMBABI, M. S.; SHOHLA, G. S.: Effects of nematocides on *Tylenchorhynchus clarus* and on growth of cotton. Egyptian J. Microbiol. 13 (1978), S. 87-90
HASHIM, Z.: Description of *Pratylenchus jordanensis* n. sp. (Nematoda: Tylenchida) and notes on other Tylenchida from Jordan. Rev. Nematol. 6 (1983), S. 187-192
KHEIR, A. M.; EL-SHERIF, M. A.: Inoculation effects of *Tylenchorhynchus clarus* on cotton (*Gossypium barbadense*). Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz 84 (1977), S. 666-670
MALEK, R. B.: Population response to temperature in the subfamily Tylenchorhynchinae. J. Nematol. 12 (1980), S. 1-6
NOEL, G. R.; LOWNSBERY, B. F.: Effects of temperature on the pathogenicity of *Tylenchorhynchus clarus* to alfalfa and observations of feeding. J. Nematol. 10 (1978), S. 195-198

Dr. Peter LÜTH
Institut für Öl- und Futterpflanzenzüchtung „Hans Lembke“ des VEG Pflanzenproduktion Malchow (Poel)
Malchow (Poel)
DDR - 2401

etagenbonitur einer Ganzpflanzenbonitur vorzuziehen. Zweckmäßig erwies sich dabei, von unten beginnend nach oben zu bonitieren.

Für eine Hülsenbonitur der oben genannten Erreger (*Botrytis cinerea* und Brennfleckenreger) empfiehlt sich eine Beurteilung des Schadumfanges nach folgendem Boniturprinzip:

Bonitur-note	% Nekrosen der Hülsenoberfläche	Befallsgrad
7	bis zu 10	
5	von 10 bis 20	
3	von 20 bis 40	
1	über 40	

Die Symptome der genannten Krankheits-
erreger können dem Beitrag von AME-
LUNG und BROSCHEWITZ im Nachrich-
ten-Blatt für den Pflanzenschutz in der
DDR 44 (1990), S. 57 bis 59, entnommen
werden.

Dr. Renate MÖGLING
Wilhelm-Pieck-Universität Rostock
Sektion Meliorationswesen und
Pflanzenproduktion
WB Phytopathologie und Pflanzenschutz
Satower Straße 48
Rostock
DDR - 2500

Dr. Bernd BROSCHEWITZ
Kreisplanzenschutzstelle Rostock
Roggentin
DDR - 2551



Erfahrungen aus der Praxis

Insektizid-Rückstände in Kohlgemüse nach Anwendung von Spritzfolgen und Tank- mischungen

Von Praktikern wird im Zusammenhang
mit der Bekämpfung von Kohlschädlingen,
insbesondere der Mehligen Kohlblattlaus,
oft die Frage gestellt, ob die festgelegten
Karenzzeiten auch für die Anwendung
sehr enger Insektizid-Spritzfolgen und
Tankmischungen ausreichen. Bei entspre-
chenden Witterungsbedingungen und stän-
diger Neubesiedlung mit Schaderregern
erfolgen intensive Behandlungen zur Ver-
meidung von Qualitätseinbußen oft noch
bis nahe an den Erntetermin.

Zu diesem Problem wurden im Bezirk
Dresden orientierende Untersuchungen ge-
meinsam vom Pflanzenschutzamt (Ver-
suchsanlage, Probenahme) und dem Be-

zirks-Hygieneinstitut (Rückstandsuntersu-
chung) durchgeführt.

Methodik

Blumenkohl (Sorte 'Edelstein') wurde im
Parzellenversuch mit den in Tabelle 1 an-
gegebenen Insektiziden bzw. Tank-
mischungen zweimal im Abstand von drei
Tagen entsprechend der staatlichen Zulas-
sung behandelt.

Parzellengröße 60 m² für alle Varianten
Q = 600 l/ha und Netzmittel 0,01 %, Be-
handlung mit Parzellenspritzgerät, erste
Behandlung beim Vorhandensein ernte-
fähiger Blumen am 5. 9. 1988, zweite Be-
handlung 8. 9. 1988, Probenahme und
Rückstandsuntersuchung o (3 Stunden), 1,
3, 7, 14 Tage nach der letzten Anwendung,
dünnstichtchromatographische Rück-
standsbestimmung mit enzymatischer De-
tektion (o. V., 1970, modifiziert).

Ergebnisse und Diskussion

In allen Varianten des Parzellenversuches
sind Rückstände nach Ablauf der Karenz-
zeit nicht nachweisbar bzw. liegen weit un-

ter der maximal zulässigen Rückstands-
konzentration MZR (Tab. 1).

1984 und 1985 wurden in Pflanzenproduk-
tionsbetrieben des Bezirkes Dresden 17
Proben Blumen-, Weiß- und Rotkohl nach
praxisüblicher Mehrfachbehandlung mit
insektiziden Phosphorsäureestern und Car-
baryl oder entsprechenden Tankmischun-
gen entnommen und untersucht. Auch hier
traten MZR-Überschreitungen zum Ernte-
termin nicht auf. Das heißt, durch die gül-
tigen Karenzzeiten werden auch anwen-
dungsbedingte Extreme (enge Spritzfol-
gen, Tankmischungen) abgesichert. Vor-
aussetzung für die Unterschreitung der
MZR ist allerdings die strikte Einhaltung
der Anwendungsvorschriften.

Wegen der geringen Probenzahl haben
unsere Untersuchungen nur orientierenden
Charakter. Wir möchten anregen, bei in-
tensiven Bekämpfungsaktionen in Kohl-
gemüse eine entsprechende Praxisüber-
wachung in Zusammenarbeit zwischen
Pflanzenschutz und Hygiene auch in ande-
ren Bezirken durchzuführen.

Literatur

o. V.: Methode zur Identifizierung und semiquanti-
tativen Bestimmung insektizider Esterasehemmer. Die
Nahrung 14 (1970) 8, S. 671-681

o. V.: Verordnung über Rückstände der Wirkstoffe
von Pflanzenschutzmitteln in Lebensmitteln - Rück-
standsmengen-Anordnung - vom 20. 6. 1988. GBl.
1988, Sdr. Nr. 1311

Dr. Peter GRÜBNER

Kurt JACOBI

Pflanzenschutzamt beim Rat des Bezirkes
Dresden
Stübelallee 2
Dresden
DDR - 8019

Dr. Rolf MEYER

Bezirks-Hygieneinspektion und -institut
Dresden
Reichenbachstraße 71-73
Dresden
DDR - 8020

Tabelle 1

Insektizidrückstände in Kohlgemüse

Variante	Wirkstoffe	Rückstände nach Ablauf der Karenzzeit (mg/kg)	MZR (mg/kg)
1 Wofatox-Konzentrat 50 0,035 %	Parathion- methyl	n. n.	0,2
2 bercema-Spritzpulver NMC 50 0,15 %	Carbaryl	0,015	1,0
3 Fekama-Dichlorvos 50 0,20 %	Dichlorvos	n. n.	0,1
4 TM Wofatox-Konzentrat 50 + bercema-Spritzpulver NMC 50	Parathion-methyl Carbaryl	n. n. n. n.	0,2 1,0
5 TM bercema-Spritzpulver NMC 50 + Fekama-Dichlorvos 50	Carbaryl Dichlorvos	n. n. n. n.	1,0 0,1
6 unbehandelte Kontrolle			

n. n. $\hat{=}$ nicht nachweisbar, Nachweisgrenze 0,002 mg/kg;

TM $\hat{=}$ Tankmischung

MZR $\hat{=}$ Maximal zulässige Rückstandskonzentration gemäß Rückstandsmengen-Anordnung DDR, o. V. (1988)

Anionische Netzmittel vom Alkylbenzen- sulfonatyp inaktivieren Reglone

Bei Untersuchungen bezüglich der Kombi-
nationseignung von Tensiden und Sikkant-
en führten Zusätze von Alkylbenzen-
sulfonaten (z. B. Rodapon N 50) zu Wir-
kungsminderungen, in höheren Konzen-
trationen sogar zum vollständigen Wir-
kungsverlust von Diquat (Reglone).

Netzmittelzusätze von Alkylbenzen-
sulfonathaltigen Tensiden - hierzu gehören
auch die meisten handelsüblichen Spülmit-

tel wie z. B. Fit - bewirken die Ausfällung
des Diquat-Kations in der Spritzbrühe in-
folge Bildung eines schwerlöslichen Salzes.
Es muß daher darauf hingewiesen werden,
daß die vielfach praktizierte Nutzung von
Fit als Netzmittel zur Sikkation mit Re-
glone in Abhängigkeit von den jeweiligen
Aufwandmengen zu mehr oder minder
deutlichen Effektivitätsverringern, be-
dingt durch die Inaktivierung eines Teils
des Wirkstoffes, führt.

In Kombination mit Reglone sollten somit
zweckmäßigerweise nur für den Pflanzen-

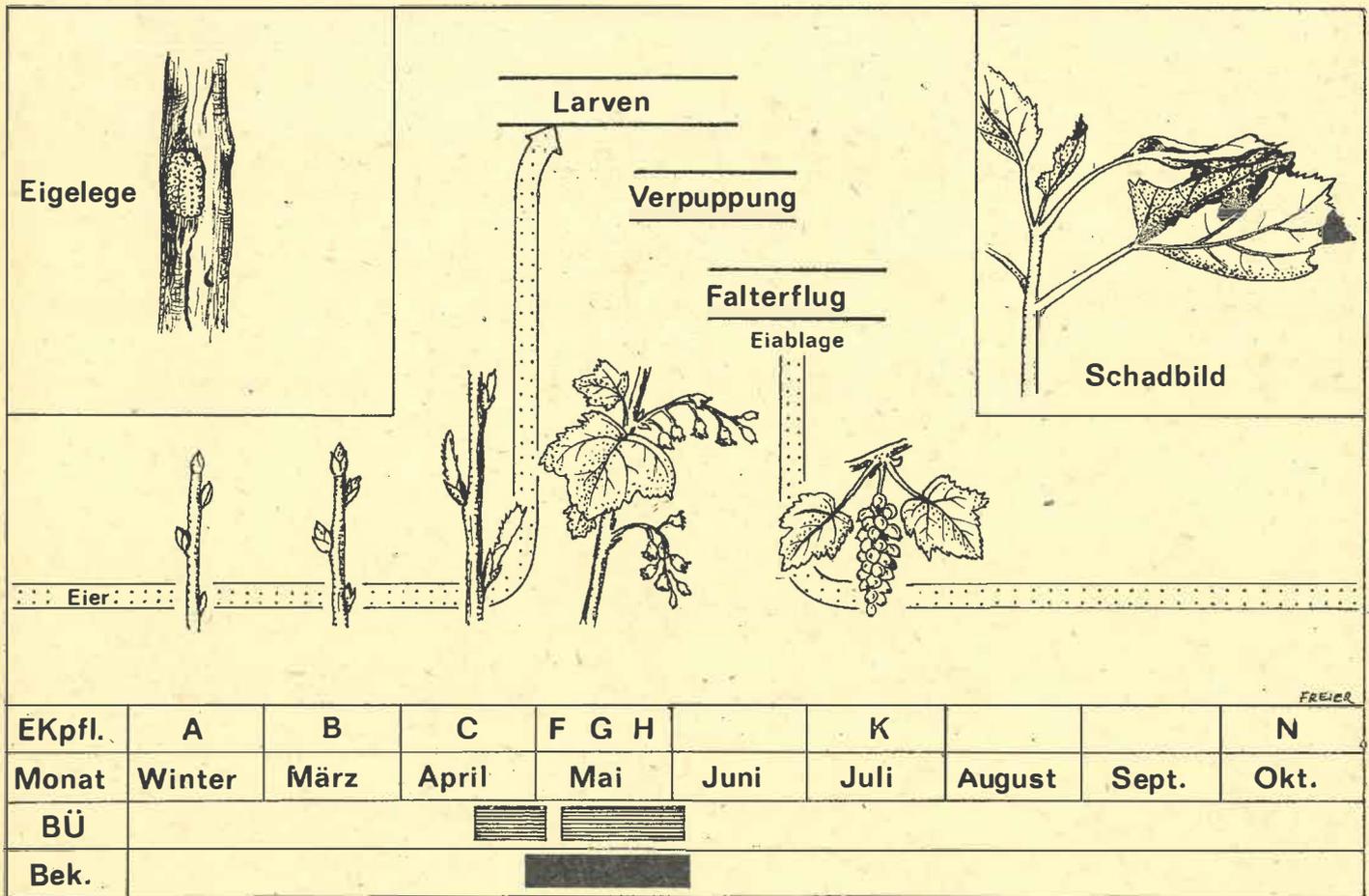
schutz zugelassene kommerzielle nicht-
ionische Tenside, wie Netzmittel Wolfen E
(Alkylphenolpolyglykoether) verwendet
werden.

G. HORN

M. STOLLE

VEB Saat- und Pflanzgut Halle
im VE Kombinat Pflanzenzüchtung und
Saatgutwirtschaft Quedlinburg
Postfach 532
Halle (Saale)
DDR - 4020

Heckenwickler (Archips rosana L.)



EKpfl. ≙ Entwicklungsstadien des Strauchbeerenobstes nach „Methodische Anleitung zur Durchführung von Versuchen mit Pflanzenschutzmitteln und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse unter Freiland- und Gewächshausbedingungen“, (1978), S. 22-23
 BÜ ≙ Bestandesüberwachung; Bek. ≙ Bekämpfungsmaßnahmen

Schadbild

- Junglarve beginnt die Blätter zu einem lockeren Gespinst zusammenzuspinnen
- in die typischen lockeren weiß versponnenen Blattgespinste werden gelegentlich Beerentrauben einbezogen
- Larve schädigt im Gespinst die Blätter durch Loch- und Buchtenfraß und zum Teil die Früchte
- Blattgespinste treten vorwiegend an Triebspitzen auf
- Schadsymptome von älteren Larven bestehen aus längs oder schräg eingerollten Blattspreiten, die unregelmäßig tütenförmig erscheinen

Befallsfördernde Faktoren

- zu dichte Bestände
- Fläche in unmittelbarer Nachbarschaft von anderen Obstarten und Laubgehölzen
- warme, trockene Witterung während der Flugperiode

Schadwirkung

- je nach Befall Verringerung der Assimilationsfläche durch Blattmasseverluste und Schädigung der Beerentrauben
- gehemmt Triebwachstum der Sträucher
- Beeinträchtigung der Ertragsleistung

Bekämpfbares Entwicklungsstadium

- Junglarven im L₁- bis L₂-Stadium

Überwachungsmaßnahmen

- je Probestelle 2 mehrjährige Ruten auf Eigelege im Februar/März kontrollieren
- bei Befall Schlupfkontrolle an 20 Eigelegen im April/Anfang Mai
- bei über 90 % geschlüpfter Larven Bekämpfungstermin erreicht
- Kontrolle auf Larven an 10 Trieben je Probestelle im Mai und bei verzögerter Larvenentwicklung noch im Juni
- bei über 10 % befallener Triebe Bekämpfungsrichtwert erreicht

Bekämpfungsmaßnahmen

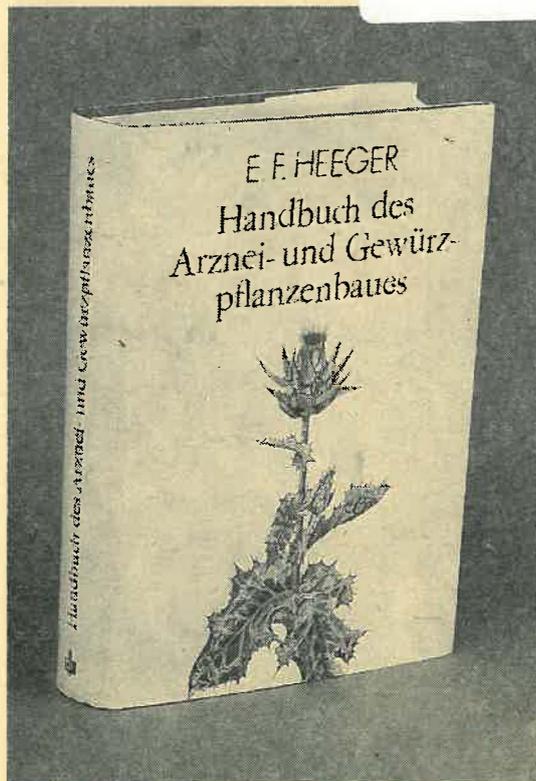
- Insektizidmaßnahmen nach Schlupfhöhepunkt und Überschreiten des Bekämpfungsrichtwertes
- nützlingsschonende Präparate verwenden und kombinierten Einsatz gegen andere Schaderreger beachten

Dr. R. GOTTWALD
 Dr. sc. B. FREIER
 Institut für Pflanzenschutzforschung
 Kleinmachnow der AdL der DDR

18133 5
I-PFLANZ
1533 7012 0984

151 959 846

PSF 58



Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus

Prof. Dr. Erich Fürchtegott Heeger

Reprintausgabe
der 1. Auflage von 1956

792 Seiten mit 430 Abbildungen

Leinen mit Schutzumschlag

Bestellangaben: 559 524 7 /

Heeger Arznei-Gewürzpfl. 78,- Mark

ISBN 3-331-00191-0

Der Autor veröffentlichte 1956 dieses umfangreiche Handbuch, dessen Hauptaussagen zu diesem Thema auch heute noch gültig sind, zumal Arznei- und Gewürzpflanzen sowohl in der Medizin als auch in der modernen Ernährung wieder Bedeutung erlangten.

Im allgemeinen Teil des Buches werden in der Hauptsache die Standortfaktoren, die Fruchtfolge, die Düngung, die Bodenbearbeitung, die Aussaat und Pflanzung, die Bestandspflege, der Pflanzenschutz und Ernte und Trocknung behandelt. Im speziellen Teil sind dann die Arznei- und Gewürzpflanzen nach den botanischen Namen alphabetisch geordnet. Insgesamt werden 89 verschiedene Arten beschrieben.

Bitte wenden Sie sich an den Buchhandel.
Ab Verlag ist kein Bezug möglich.

VEB DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTSVERLAG



BERLIN