

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeine Angaben über Pflanzenschutzmittel (PSM)</b>	<b>1</b>
1.1	Formulierung von Pflanzenschutzmitteln	2
1.2	Kombinationspräparate mit „Synergisten“ oder mit „Safenern“	3
1.3	Zulassungsverfahren und Toxizitätsprüfung	4
1.4	Produktionszahlen und Aufwandmengen, Export und Import, zeitliche Entwicklungen von Pflanzenschutzmitteln	6
<b>2</b>	<b>Wirkungsweise und Wirkungsmechanismen von PSM auf Zielorganismen</b>	<b>10</b>
2.1	Wirkung von Herbiziden auf Pflanzen	10
2.1.1	Einsatz von „Safenern“ zur Aufhebung der Herbizidwirkung bei Nutzpflanzen	18
2.2	Wirkungsmechanismen von Insektiziden auf Insekten	21
2.3	Wirkungsweisen von Fungiziden auf Pilze	26
2.3.1	Wirkmechanismen nichtsystemischer Fungizide	27
2.3.2	Wirkmechanismen systemischer Fungizide	29
<b>3</b>	<b>Verhalten von Pflanzenbehandlungsmitteln in der Umwelt</b>	<b>34</b>
3.1	Verweilzeiten und Akkumulation	35
3.2	Einflüsse der Bodeneigenschaften auf Persistenz und Verweildauer von PSM	39
3.2.1	Einfluss klimatischer Faktoren auf den Abbau	39
3.2.2	Einfluss bodeneigener Parameter auf den Abbau	41
3.2.3	Umwandlungsraten von Pflanzenschutzmitteln im Boden: Vergleich von Labor- und Feldstudien	42
3.2.4	Transport und Verlagerung im Boden	46
3.3	Einfluss biologischer Parameter auf den Abbau	53
3.3.1	Menge an mikrobieller Biomasse und ihr Aktivitätszustand	53
3.3.2	Verteilung der mikrobiellen Population in Böden	54
3.3.3	Einfluss der Rhizosphäre	55
3.4	Beschleunigter Abbau bei wiederholter Applikation von PSM	57
<b>4</b>	<b>Stoffwechsel und Stoffwechselwege des mikrobiellen Abbaues von Natur- und Fremdstoffen in Böden</b>	<b>63</b>
4.1	Allgemeine Aktivitäten der Mikroorganismen im Abbau von Naturstoffen	63
4.1.1	Arten des Abbaues	64
4.1.2	Mikrobieller Abbau von Aromaten und Phenolen	65
4.2	Aktivitäten der Mikroorganismen für den Abbau chlorierter, nitrierter oder sulfurierter Verbindungen	71
4.2.1	Metabolismus und Cometabolismus	72
4.2.2	Übertragbarkeit von Eigenschaften, die zum beschleunigten Abbau von PSM und anderen Fremdstoffen führen kann	74
<b>5</b>	<b>Biotische und abiotische Abbauewege ausgewählter Vertreter von Pflanzenschutzmitteln</b>	<b>78</b>
5.1	Allgemeine Untersuchungsmethoden	78

## VIII Inhaltsverzeichnis

5.2	Wichtige, den Abbau einleitende Reaktionen	79
5.2.1	Hydrolytische Reaktionen	79
5.2.2	Oxidative Spaltung von Alkyl-Gruppen	84
5.2.3	Oxidations- und Hydroxylierungsreaktionen	84
5.2.4	Redoxreaktionen	84
5.2.5	Photolytische Reaktionen	85
5.2.6	Dehalogenierungsreaktionen	86
5.3	Beispiele des mikrobiellen Abbaus von Herbiziden	88
5.3.1	Chlorierte Phenoxycarbonsäure-Herbizide	88
5.3.2	Herbizide mit Harnstoff-, Carbamat- und Amid-Strukturen	93
5.3.3	Herbizide mit Benzonitril-Strukturen	106
5.3.4	Symmetrische und asymmetrische Triazin-Herbizide	106
5.3.5	Die Chloracetamid-Herbizide Metolachlor und Metazachlor	109
5.3.6	Die Organophosphor-Herbizide Glyphosat und Glufosinat	110
5.4	Beispiele des mikrobiellen Abbaus von Insektiziden	115
5.4.1	Organochlor-Insektizide	115
5.4.2	Phosphorsäureester- und Carbamat-Insektizide	121
5.4.3	Neonicotinoide als Insektizide	128
5.4.4	Natürliche und synthetische Pyrethroide	129
5.4.5	Hemmstoffe der Chitin-Biosynthese (Benzoylphenylharnstoffe)	132
5.4.6	Bioinsektizide	134
5.5	Beispiele des mikrobiellen Abbaus von Fungiziden	143
5.5.1	Beispiele für den Abbau nichtsystemischer oder schwach systemischer, protektiver Fungizide	143
5.5.2	Beispiele für den Abbau systemischer Fungizide	150
5.6	Natürliche Resistenz der Pflanzen und resistenzfördernde Wirkstoffe	158
<b>6</b>	<b>Sorption und Bindung von PSM und ihren Rückständen an Bodenbestandteile</b>	<b>164</b>
6.1	Zeitlicher Verlauf der Bildung sorbierter Rückstände	166
6.2	Analytische Methoden zur Untersuchung nichtextrahierbarer PSM-Rückstände	171
6.3	Abbau, Transport und Pflanzenaufnahme „gebundener“ PSM-Rückstände	175
6.4	Festlegung von Pestizid-Rückständen in Pflanzen und Auswirkungen auf deren Abbau in Böden	181
6.4.1	Bioverfügbarkeit gebundener Rückstände aus Pflanzen für Regenwürmer oder höhere Tiere	182
6.4.2	Auswirkungen auf den Abbau im Boden	184
<b>7</b>	<b>Erfassung ökotoxikologischer Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf das Bodenleben und dessen Funktionen</b>	<b>190</b>
7.1	Bewertung von Einflüssen auf die mikrobielle Biomasse im Boden und deren Aktivitäten für den C-Umsatz	192
7.1.1	Bestimmung der Zusammensetzung von Populationen der Bodenmikroorganismen	194
7.1.2	Wirkung von PSM auf enzymatische Aktivitäten	196
7.2	Auswirkungen auf den Umsatz von Stickstoff und Stickstoff-Verbindungen	198
7.3	Auswirkungen auf Artenzahl und Artenzusammensetzung von Bodentieren	200
7.4	Schlussfolgerungen	200
	<b>Sachverzeichnis</b>	<b>206</b>