

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort 8

## **1 Einführung in die Phytomedizin 9**

- 1.1 Allgemeines 9
- 1.2 Zur Geschichte der Phytomedizin 10

## **2 Bedeutung der Schaderreger und des Pflanzenschutzes für die Pflanzenproduktion 14**

- 2.1 Pflanzenproduktion und Ertragsverluste weltweit 14
- 2.2 Produktivität und Ertragsverluste 18
- 2.3 Nutzen und Kosten des Pflanzenschutzes 19
- 2.4 Befalls-Verlust-Beziehungen 20
  - 2.4.1 Erfassung und Quantifizierung des Schaderregerbefalls 20
  - 2.4.2 Beziehung zwischen Befall und Ertrag 22
  - 2.4.3 Physiologische Grundlagen der Schadwirkung 23

## **3 Schadfaktoren an Kulturpflanzen 25**

- 3.1 Diagnose von Krankheitserregern und Schädlingen 25
  - 3.1.1 Einleitung 25
  - 3.1.2 Makroskopische Diagnose von Schaderregern 26
  - 3.1.3 Kulturverfahren und Übertragungsversuche 26
  - 3.1.4 Lichtmikroskopie 27
  - 3.1.5 Elektronenmikroskopie 28
  - 3.1.6 Proteinanalytik, Fettsäureprofile und Enzymaktivitäten 28
  - 3.1.7 Serologische Verfahren 29

- 3.1.8 Nukleinsäurebasierte Verfahren 32
- 3.1.9 Sequenzierungsverfahren 35
- 3.2 Stress und Abiotische Schadfaktoren 36
  - 3.2.1 Stress und Stressabwehr 36
  - 3.2.2 Temperatur – Hitze, Kälte, Frost 41
  - 3.2.3 Licht 43
  - 3.2.4 Wasserversorgung – Trockenheit und Vernässung 44
  - 3.2.5 Mineralstoffversorgung – Mangel, Überschuss, Schwermetalle, Versalzung 44
  - 3.2.6 Mechanische Beschädigungen 45
  - 3.2.7 Luftschadstoffe 46
- 3.3 Viren 47
  - 3.3.1 Einleitung 47
  - 3.3.2 Wirtschaftliche Bedeutung 49
  - 3.3.3 Geschichtliches 49
  - 3.3.4 Definition, Aufbau der Viren (virale Nukleinsäuren und Proteine), Morphologie 50
  - 3.3.5 Nomenklatur, Klassifizierung und Taxonomie 52
  - 3.3.6 Infektionsprozess und Replikation 53
  - 3.3.7 Virustransport, Ausbreitung in der Pflanze 61
  - 3.3.8 Übertragungsformen 62
  - 3.3.9 Reaktionen von Pflanzen auf Virusinfektion 74
  - 3.3.10 Bekämpfung 76
  - 3.3.11 Virusoide oder Satellitenviren, Satelliten-RNAs, Viroide und Prionen 80
  - 3.3.12 Gene-Silencing (RNA Interferenz, RNAi) und transgene Pflanzen 81
  - 3.3.13 Steckbriefe phytopathologisch bedeutender Viren 82
- 3.4 Bakterien 114
  - 3.4.1 Bakterielle Pathogene 114

- 3.4.2 Bakterienaufbau 115
- 3.4.3 Taxonomie der Bakterien 118
- 3.4.4 Infektion und Krankheitszyklus 121
- 3.4.5 Übertragung und Verbreitung 122
- 3.4.6 Überdauern 123
- 3.4.7 Symptome bakterieller Erkrankungen 124
- 3.4.8 Wichtige Familien und Gattungen phytopathogener Prokaryoten 126
- 3.5 Pilze 136
- 3.5.1 Reich der Protisten (Protista) 137
- 3.5.2 Reich der Fungi (Echte Pilze, Eumycota) 145
- 3.6 Tierische Schädlinge 196
- 3.6.1 Nematoda (Fadenwürmer) 196
- 3.6.2 Gastropoda (Schnecken) 208
- 3.6.3 Arthropoda (Gliederfüßer) 210
- 3.6.4 Vertebrata (Craniota; Wirbeltiere) 262
- 3.7 Unkräuter und Parasitische Blütenpflanzen 266
- 3.7.1 Unkräuter 266
- 3.7.2 Parasitische Pflanzen 276

## **4 Wirt-Parasit-Beziehungen 278**

- 4.1 Interaktion zwischen Pflanzen und pathogenen Mikroorganismen 278
- 4.1.1 Die Pathogenese (Entstehung von Krankheiten) 280
- 4.1.2 Beeinflussung der Physiologie der Pflanze durch Pathogene 298
- 4.1.3 Pflanzliche Resistenz gegenüber mikrobiellen Pathogenen 304
- 4.2. Insekten als Schädlinge an Kulturpflanzen 324
- 4.2.1 Einleitung 325
- 4.2.2 Wirtspflanzenwahl bei phytophagen Insekten 325
- 4.2.3 Abwehrstrategien der Pflanze gegen phytophage Insekten 329
- 4.2.4 Anpassungen phytophager Insekten an pflanzliche Abwehrstrategien 339
- 4.2.5 Die Rolle der Biozönose für Pflanzen-Insekten-Interaktionen 341

- 4.2.6 Zusammenfassung 342
- 4.3 Nematoden als Schädlinge an Kulturpflanzen 342
- 4.3.1 Parasitierungsstrategien bei pflanzenparasitären Nematoden 343
- 4.3.2 Interaktionen zwischen pflanzenparasitären Nematoden und Kulturpflanzen 344
- 4.3.3 Pflanzliche Abwehrmechanismen gegen Nematodenbefall 349
- 4.3.4 Schutz vor pflanzlichen Abwehrmechanismen 352

## **5 Epidemiologie und Populationsdynamik 357**

- 5.1 Einleitung 357
- 5.1.1 Epidemiologie und Epidemien 357
- 5.1.2 Aufgaben der Epidemiologie 357
- 5.2 Das Krankheitsdreieck 358
- 5.2.1 Der Wirt 358
- 5.2.2 Der Erreger 359
- 5.2.3 Die Umwelt 360
- 5.2.4 Die Krankheit 361
- 5.3 Meßmethoden im Krankheitsdreieck 362
- 5.3.1 Messen des Wirts 362
- 5.3.2 Erfassen des Erregers 363
- 5.3.3 Quantifizieren der Krankheit 363
- 5.3.4 Messen der Umwelt 365
- 5.4 Analyse der Epidemie bzw. der Abundanzdynamik 366
- 5.4.1 Befallskurven von Krankheiten und Schädlingspopulationen 366
- 5.4.2 Dynamik monozyklischer Krankheiten 367
- 5.4.3 Dynamik polyzyklischer Krankheiten 369
- 5.4.4 Dynamik von Schädlingspopulationen 372
- 5.5 Epidemiologische Grundlagen der Bekämpfung 373
- 5.5.1 Reduktion des Primärbefalls  $y_0$  bei polyzyklischen Krankheiten 374

5.5.2	Reduktion der Infektionsrate bei polyzyklischen Krankheiten	375	6.2	Pflanzliche Resistenz gegen Schaderreger und Pflanzenschutz	415
5.5.3	Reduktion des bodenbürtigen Inokulums bei monozyklischen Krankheiten	376	6.2.1	Resistenz als Ziel der Pflanzenzüchtung	415
5.5.4	Wirkung der Bekämpfung auf die Abundanzdynamik von Schädlingen	377	6.2.2	Genetische Ursachen der Resistenz	417
5.6	Räumliche Ausbreitung von Erregern und Krankheiten	378	6.2.3	Verfahren zur Bestimmung der Resistenz	420
5.6.1	Verbreitungsmechanismen	378	6.2.4	Erzeugung und Nutzung genetischer Variabilität für die Resistenzzüchtung	422
5.6.2	Räumliche Befallsmuster	380	6.2.5	Chancen für die Züchtung auf dauerhafte Resistenz	429
5.6.3	Charakterisierung räumlicher Befallsmuster	382	6.3	Physikalische Pflanzenschutzmaßnahmen	430
5.7	Analyse von Gradienten	382	6.4	Chemische Pflanzenschutzmaßnahmen	432
5.7.1	Dispersions- und Befallsgradienten	382	6.4.1	Klassifizierung und Anwendung von Wirkstoffen	433
5.7.2	Basismodelle für Gradienten	383	6.4.2	Wirkungsmechanismen von Fungiziden	436
5.7.3	Komplexere Modelle für Gradienten	386	6.4.3	Wirkungsmechanismen von Insektiziden und Akariziden	445
5.8	Raum-zeitliche Aspekte der Epidemie	387	6.4.4	Wirkungsmechanismen von Herbiziden	453
5.8.1	Gradientendynamik und epidemische Wellen	387	6.4.5	Resistenzrisiko und Resistenzmanagement	461
5.8.2	Seuchenzüge	390	6.4.6	Risiken für Anwender, Verbraucher und Umwelt	463
5.9.1	Prognosearten	393	6.4.7	Gesetzliche Grundlagen und Zulassung	466
5.9.2	Beispiele für Prognosen	394	6.5	Biologischer und biotechnischer Pflanzenschutz	473
<b>6</b>	<b>Pflanzenschutz</b>	<b>396</b>	6.5.1	Agrarökosystemmanagement	474
6.1	Kulturmaßnahmen und Pflanzenhygiene	397	6.5.2	Klassischer biologischer Pflanzenschutz	475
6.1.1	Standortbedingungen	397	6.5.3	Neoklassische Verfahren	477
6.1.2	Bodenbearbeitung	399	6.5.4	Periodische Freilassung von Antagonisten in kleinen Startpopulationen	477
6.1.3	Gewinnung von gesundem Saatgut- und Vermehrungsmaterial	400	6.5.5	Massenapplikation: Einsatz von Nutzarthropoden gegen Schädlinge im Überschwemmungsverfahren	478
6.1.4	Anbau resistenter Sorten	403			
6.1.5	Ausrottung von Befallsherden, Neben- und Zwischenwirten	407			
6.1.6	Anbautechniken	408			
6.1.7	Fruchtfolge	410			
6.1.8	Düngung	415			

6.5.6	Einsatz von Pathogenen gegen Schädlinge	482
6.5.7	Biologische Bekämpfung von Nematoden	485
6.5.8	Biologische Bekämpfung von Pathogenen	487
6.5.9	Biotechnische Verfahren	492
6.6	Integrierter Pflanzenschutz (IPS)	494
6.6.1	Prognosen und Beurteilung ökologischer Systeme	495
6.6.2	Wirtschaftliche Schadensschwelle (WSS)	498
6.6.3	Methoden zu korrigierendem Eingriff	499
6.6.4	Fallbeispiele des Integrierten Pflanzenschutzes	503

6.6.5	Expertensysteme im integrierten Pflanzenschutz	515
6.7	Bedeutung des Pflanzenschutzes auf betrieblicher Ebene	518
6.7.1	Betriebswirtschaftliche Sicht des Pflanzenschutzes in der Landwirtschaft	518
6.7.2	Pflanzenschutz aus Sicht der Praxis im Gartenbau	525
<b>Service</b>		
	Liste der Autoren für das Lehrbuch der Phytomedizin	530
	Bildquellen	532
	Register	533
	Farbtafeln	561