

Berichte

aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Reports

from the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry

BBA Braunschweig

19. AUG 1997

Bibliothek (Bs 56)

Heft 27

1997

Toleranz von Pflanzen gegenüber biotischen und abiotischen Stressoren

Wissenschaftliches Kolloquium mit der
Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft
vom 27. - 28. Januar 1997 in Kleinmachnow - (Kurzfassungen)

Tolerance of Plants Against Abiotic and Biotic Stressors
Scientific Colloquium with "Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft"
held from 27 to 28 January 1997 in Kleinmachnow - (Abstracts)

Bearbeitet von
compiled by

Heinz-Wilhelm Dehne
Institut für Pflanzenkrankheiten, Bonn
und

Petra Seidel, Institut für integrierten Pflanzenschutz
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Kleinmachnow



BBA

Herausgeber

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Braunschweig, Deutschland

Verlag:
Eigenverlag

Vertrieb:
Saphir-Verlag, Gutsstraße 15, D-38551 Ribbesbüttel
Telefon (0 53 74) 65 76
Telefax (0 53 74) 65 77

ISSN: 0947-8809

Kontaktadresse:
Dr. Petra Seidel
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für integrierten Pflanzenschutz
Stahnsdorfer Damm
D-14532 Kleinmachnow
Telefon +49/(0)3 32 03-319
Telefax +49/(0)3 32 03 4 84 25

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersendung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorbemerkung	4
Toleranz von Pflanzen gegenüber Stressoren - Ausgangssituation und mögliche Ziele	5
Heinz- Wilhelm Dehne	
Toleranz von Pflanzen gegenüber Stressoren - Definitionen	6
Erich- Christian Oerke	
Toleranz von Pflanzen gegenüber Stressoren - Möglichkeiten und Grenzen	7
Petra Seidel	
Toleranzinduktion gegenüber Schadinsekten, insbesondere Aphiden	9
Hans- Michael Poehling und Martina Galler	
Toleranz von Pflanzen gegenüber Viren - Möglichkeiten und Grenzen	10
Günter Adam	
Toleranz von Pflanzen gegenüber Viren am Beispiel des Gelbverzwergungsvirus der Gerste	11
Antje Habekuß, Gerhard Proeseler und Edgar Schliephake	
Toleranz von Pflanzen gegenüber pflanzenparasitären Nematoden	13
Richard A. Sikora	
Aktivierung der Streßtoleranz bei Kulturpflanzen durch Anwendung von natur-identischen Aminoalkoholen	14
Hans Bergmann, H. Eckert, Bärbel Lippmann, Volker Leinhos und Silvia Tiroke	
Schwermetalltoleranz höherer Pflanzen	15
Dieter Neumann	
Entwicklung von Energieflußmodellen zur Erfassung der Toleranz von Weizen gegen Echten Mehltau	16
Hans- Jürgen Aust	
Zur Beurteilung und Verbesserung der Streßtoleranz von <i>in vitro</i> vermehrten Pflanzen	17
Gisela Grunewaldt- Stöcker	
Biotische und abiotische Stressoren und ihre Indikation	18
Annette Friebe und Heide Schnabl	
Toleranz und Resistenz der Ackerbohne gegenüber pilzlichen Schaderregern	19
Holger Deising	
Chemische Klimaelemente als Stressoren für die pflanzliche Leistungsfähigkeit: Ausmaß und Mechanismen	20
Hans- Joachim Weigel	
Wirkung von abiotischem Stress auf Pathosysteme	21
Christine Boyle	
Endophytische Pilze als tolerierte biotische Stressoren	23
Barbara Schulz	
Bedeutung von abiotischem Stress für den Ertrag und die Qualität von Zierpflanzenstecklingen	24
Uwe Drüge	
Toleranzmechanismen gegenüber obligat- biotrophen Sproßpathogenen	25
Henning von Alten und Heike Gernns	
Varianz der Toleranz von Weizen gegenüber Blattläusen in Abhängigkeit von Ertragsniveau, Blattlausart und Nützlingswirkung	26
Bernd Freier	

Streßtoleranz-erhöhende Wirkung Phytohormon-aktiver Stoffwechselprodukte von <i>Bacillus subtilis</i>-Isolaten	27
Helmut Bochow, Stefan Dolej und Melkamu Alemayehu	
Toleranzinduktion durch Stoffwechselprodukte von <i>Bacillus subtilis</i> FZB C gegenüber <i>Meloidogyne</i>-Befall an Tomate	28
Eshetu Ahmed und Helmut Bochow	
Reaktion von Kartoffelpflanzen auf Behandlungen mit Pflanzenextrakten und -stärkungsmitteln unter ökologischen Anbaubedingungen bei Befall mit <i>Phytophthora infestans</i>	30
Sabine Liedmann und Annegret Schmitt	

Table of Contents	Page
Preface	4
Tolerance of plants against stressors - situation and possible objectives	5
Heinz- Wilhelm Dehne	
Tolerance of plants against stressors - definitions	6
Erich- Christian Oerke	
Tolerance of plants against stressors - possibilities and limits	7
Petra Seidel	
Induction of tolerance against pests, especially aphids	9
Hans- Michael Poehling und Martina Galler	
Tolerance of plants against viruses - possibilities and limits	10
Günter Adam	
Tolerance of plants against viruses on example of the barley yellow dwarf <i>luteovirus</i>	11
Antje Habekuß, Gerhard Proeseler und Edgar Schliephake	
Tolerance of plants against plantpathogenic nematodes	13
Richard A. Sikora	
Activation of stress tolerance of cultivated plants by application of natural identical amino alcohols	14
Hans Bergmann, H. Eckert, Bärbel Lippmann, Volker Leinhos und Silvia Tiroke	
Tolerance of plants against heavy metals	15
Dieter Neumann	
Development of energy flow models for assessment of tolerance of plants against mildew disease	16
Hans- Jürgen Aust	
Evaluation and improvement of stress tolerance of <i>in vitro</i> propagated plants	17
Gisela Grunewaldt- Stöcker	
Biotic and abiotic stressors and their indication	18
Annette Friebe und Heide Schnabl	
Tolerance and resistance of <i>Vicia faba</i> plant pathogenic fungi	19
Holger Deising	
Chemical components of climate as stressors for productivity of plants: dimensions and mechanisms	20
Hans- Joachim Weigel	
Influence of abiotic stressors on pathosystems	21

Christine Boyle	
Endophytic fungi as biotic stressors tolerated by plants	23
Barbara Schulz	
Importance of abiotic stressors for yield and quality of ornamental plant cuttings	24
Uwe Drüge	
Mechanism of tolerance against obligate biotrophic stem pathogens	25
Henning von Alten und Heike Gerns	
Variability of tolerance of wheat against aphids in dependence on yield level, aphid species and effect of beneficials	26
Bernd Freier	
Stimulation of stress tolerance by phytohormone-active metabolites of <i>Bacillus subtilis</i>-isolates	27
Helmut Bochow, Stefan Dolej und Melkamu Alemayehu	
Induction of tolerance by metabolites of <i>Bacillus subtilis</i> FZB C against <i>Meloidogyne</i> - disease of tomato	28
Eshetu Ahmed und Helmut Bochow	
Responses of potato plants to application of plant extracts and plant strengtheners under organic farming and inoculation with <i>Phytophthora infestans</i>	30
Sabine Liedmann und Annegret Schmitt	

Vorbemerkung

Seit jeher ist die Phytomedizin bemüht, Wege zur Verhinderung des Auftretens von Pflanzenkrankheiten aufzuzeigen. Dabei fand bislang vorwiegend die Resistenz gegenüber Schadfaktoren Beachtung - die Toleranz von Pflanzen gegenüber biotischen und abiotischen Schadursachen wurde nicht oder nur zufällig genutzt. Toleranz ist die Fähigkeit von Pflanzen, trotz Schaderregerbefalls oder Einwirkung abiotischer Schadfaktoren ihre genetisch fixierte Leistungsfähigkeit optimal auszuschöpfen. Umfassende wissenschaftliche Kenntnisse über Ausmaß und Grenzen von Toleranz sowie die daran beteiligten physiologischen bzw. molekularen Mechanismen als Voraussetzung für eine breite praktische Nutzung fehlen aber weitgehend.

Mit dem nachfolgend dokumentierten, wissenschaftlichen Kolloquium zum obigen Thema, das in Kleinmachnow am 27./28. Januar 1997 stattfand, sollte versucht werden, den gegenwärtigen Kenntnisstand zu dokumentieren. Dabei ging es auch darum, Begriffe festzulegen, gültige Definitionen zu finden und den aktuellen Stand der Forschung vorzustellen und zu diskutieren.

Für die erfreuliche hohe Anzahl der Beiträge möchten wir allen Kollegen danken. Wir hoffen, daß sich aus dieser Thematik und der anregenden Diskussion nachfolgende, koordinierte Forschungsaktivitäten ergeben werden. Wir beabsichtigen, in einem weiteren Kolloquium zum Thema "Toleranz von Pflanzen gegenüber biotischen und abiotischen Schadfaktoren" Fortschritte auf dem Forschungsgebiet zu diskutieren und zur Entwicklung möglicher Kooperationen beizutragen.

Bonn, im März 1997

Prof. Dr. Heinz-W. Dehne

Toleranz von Pflanzen gegenüber Stressoren - Ausgangssituation und mögliche Ziele

Heinz-Wilhelm Dehne

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institut für Pflanzenkrankheiten,
Nussallee 9, 53115 Bonn

Das Ziel des Pflanzenschutzes ist nicht die Bekämpfung und Abtötung von Schadorganismen, sondern Ertragsverluste durch diese Schaderreger auf ein ökonomisch akzeptables Maß zu reduzieren. Als Pflanzenschutzmaßnahmen finden allgemeine pflanzenbauliche Verfahren zur Vermeidung des Auftretens bzw. der Akkumulation von Schaderregern, die Resistenz der Kulturpflanzen gegenüber Pathogenen und Schadtieren sowie Maßnahmen zur direkten oder indirekten biologischen und chemischen Bekämpfung Anwendung. Neben der sortenspezifischen Resistenzlage der Pflanzen bestimmt aber auch deren Reaktion auf einen Schaderregerbefall, der Grad der Erkrankung und Schädigung, die Höhe der Ertragsausfälle durch Schaderreger.

Bereits 1894 unterschied Cobb Weizensorten anhand ihrer Reaktion gegenüber einem Rostbefall und bemerkte: 'A rust-enduring wheat is one which, though liable to rust, is able, notwithstanding the attack of the rust, to mature a fair crop of grain under ordinary circumstances. The term [rust-enduring] has a more limited and less certain application than the other three [rust-proof, rust-resistant, rust-escaping], but will nevertheless be found useful.'

Toleranz bezeichnet die Fähigkeit einer Pflanze(nsorte), Schaderregerbefall oder die Einwirkung abiotischer Streßfaktoren unter geringerer Einbuße an Leistungsfähigkeit zu überstehen als eine empfindliche Pflanze(nsorte) bei gleicher Belastungsintensität. Die Einbeziehung und gezielte Nutzung dieser Pflanzeigenschaft in Pflanzenschutzkonzepten würde dem eigentlichen Ziel des Pflanzenschutzes (s.o.) verstärkt Rechnung tragen, eine Reduzierung direkter Pflanzenschutzmaßnahmen ermöglichen und dazu beitragen, das Auftreten fungizidresistenter Erreger zu vermeiden. Bezogen auf die abiotischen Stressoren wären eine Ausweitung des Anbaus von Kulturpflanzen bzw. eine bessere Standortadaptation möglich.

Zur Vermeidung von Ertragsverlusten durch die schwer oder gar nicht bekämpfbaren Virose- oder Nematoden werden derzeit 'tolerante' Sorten gezüchtet, die auch in Gegenwart der Erreger höhere Erträge erbringen als andere Sorten. Hierbei ist aber weitgehend ungeklärt, in welchem Maß Resistenz- und/oder Toleranzmechanismen beteiligt sind. Bei der Züchtung und Entwicklung neuer Sorten der meisten Nutzpflanzen wird eine gezielte Nutzung von Toleranzeigenschaften derzeit kaum berücksichtigt. Die Bearbeitung und Aufklärung von Toleranzmechanismen bietet einen innovativen Forschungsschwerpunkt, der es ermöglichen würde, den Anschluß an die internationale pflanzenbauliche Forschung zu gewinnen.

Für eine wissenschaftliche und praktische Bewertung dieses Themenkomplexes muß Toleranz quantifizierbar und gegebenenfalls streßfaktorabhängig differenzierbar sein. Die Spezifität der Toleranz von Kulturpflanzen gegenüber verschiedenen (biotischen und abiotischen) Streßfaktoren

und ihre Stabilität unter verschiedenen Anbau- und Befallsbedingungen müssen bekannt sein, bevor eine gezielte praktische Nutzung erfolgen kann. Die Nutzung von Toleranz erscheint derzeit in Kulturen nicht geeignet, in denen das bloße Vorhandensein eines Befalls das Erntegut qualitativ beeinträchtigt wird. Aber auch in den anderen Kulturen muß geklärt sein, daß die Toleranzmechanismen nicht nur quantitative Einbußen weitgehend verhindern, sondern daß auch qualitätsbestimmende Inhaltsstoffe wie Stärke, Aminosäuren, Vitamine, etc. in adäquater Menge und Zusammensetzung vorhanden sind.

Toleranz von Pflanzen gegenüber Stressoren - Definitionen

Erich-Christian Oerke

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institut für Pflanzenkrankheiten,
Nussallee 9, 53115 Bonn

Toleranz bezeichnet die vererbare Fähigkeit von Pflanzen, trotz Schaderregers oder Einwirkung abiotischer Schadfaktoren ihre genetisch fixierte Leistungsfähigkeit besser auszuschöpfen als empfindliche Pflanzen bei gleicher Belastungsintensität. Resistenz und Toleranz sind voneinander unabhängige Merkmale einer Pflanze. Toleranz unterscheidet sich von Resistenz dadurch, daß nicht der Schadfaktor selbst abgewehrt, sondern dessen negative Auswirkungen auf die Pflanze begrenzt werden. Toleranz umfaßt demzufolge in einem kompatiblen Wirt-Parasit-Verhältnis postinfektionelle Mechanismen der Pflanzen, das Ausmaß der schaderregerbedingten Veränderungen so gering wie möglich zu halten. Ähnlich wie Resistenz ist Toleranz gegenüber Streßbedingungen sortenspezifisch und damit eine durch abiotische und biotische Störeinflüsse beeinflusste Eigenschaft.

Das gegenwärtig am weitesten differenzierte Konzept pflanzlicher Toleranz gegenüber Schaderregern wurde von BARKER (1993) in Anlehnung an CLARKE (1986) gegeben. Entsprechend der Abfolge 'Befall \Rightarrow Schädigung \Rightarrow Schaden' wird zwischen Toleranz gegenüber dem Pathogen und Toleranz gegenüber der Krankheit unterschieden: Befallstoleranz beschreibt die Fähigkeit einer Pflanze, dem Einfluß eines parasitären Befalls zu widerstehen, welcher an anderen Pflanzen der gleichen oder ähnlicher Spezies ein größeres Ausmaß an Schädigung bzw. Krankheit hervorrufen würde. Krankheitstoleranz bezeichnet die pflanzliche Eigenschaft, dem Einfluß einer Krankheit zu widerstehen, die an anderen Pflanzen der gleichen oder ähnlicher Art größere Beeinträchtigungen von Wachstum und Ertrag (Schäden) verursachen würden. Durch sorten- bzw. artenspezifische Unterschiede in diesen Eigenschaften können sich erhebliche Unterschiede in den Befalls-Verlust-Relationen ergeben.

Derzeit kann die Toleranz einer Pflanze nur am Ertrag bewertet werden, der mit dem anderer Pflanzen mit gleicher Belastung verglichen wird. Neben der Quantität kommt besonders bei Nutzpflanzen auch der Ertragsqualität Bedeutung zu, in anderen Kulturen kann auch die Vitalität der Pflanzen ein Ertragsparameter sein. Ansätze zur Erfassung und Bewertung von Toleranz anhand physiologischer Reaktionen auf einen Streßfaktor bedürfen z.T. der Überprüfung auf breitere Gültigkeit, da sie entweder als Maß für die Adaptationsfähigkeit der Pflanze oder aber als Abweichung von der Reaktionsnorm interpretiert werden können.

Toleranz wird als physiologische und biochemische Reaktion der ganzen Pflanze verstanden und ist besonders in Wildtypen und Landsorten stark ausgebildet. Als Ursachen von höherer Toleranz werden die Inaktivierung von Erregerenzymen und -toxinen, die Abwesenheit präformierter phytotoxischer Stoffe, die in empfindlichen Pflanzen bei Gewebeschädigung freierwerden, die Stabilität der Sink-and-Source-Verhältnisse, große Nährstoffreserven, eine verzögerte Seneszenz sowie die Fähigkeit zu Kompensationswachstum der Pflanzen diskutiert. Dabei wird eine negative Korrelation zwischen Ertragsniveau und der Toleranz gegenüber Schadfaktoren vermutet. Für die praktische Nutzung von Toleranz ist die Spezifität und Stabilität dieses pflanzlichen Merkmals von besonderer Bedeutung, d.h. gegen welche Schadfaktoren die Pflanzen eine geringere Empfindlichkeit aufweisen, und unter welchen Umwelt- und Anbaubedingungen (Ertragsniveau, Befallsdruck, etc.) diese Eigenschaft der Pflanze ermöglicht, größere Ertragseinbußen zu vermeiden.

Literatur:

Clarke, D.D., 1986: Tolerance of parasites and disease in plants and its significance in host-parasite interactions. p 161 - 197 in D.S. Ingram, and P.H. Williams (eds.): *Advances in Plant Pathology* Vol. 5. Academic Press, London.

Barker, K.R., 1993: Resistance/tolerance and related concepts / Terminology in plant nematology. *Plant Disease* 77, 111 - 113.

Toleranz von Pflanzen gegenüber Stressoren - Möglichkeiten und Grenzen

Petra Seidel

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für integrierten Pflanzenschutz,
Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow

Obwohl die Fähigkeit von Pflanzen zur Toleranz gegenüber biotischen und abiotischen Stressoren seit längerem bekannt ist, sind deren Wirkungsmechanismen insbesondere in Pflanze-Schaderreger-Interaktionen nur wenig erforscht. Über Toleranzmechanismen ist nicht nur eine Minderung der durch Schaderreger verursachten Schäden bis zu deren Kompensation (Toleranzreaktionen des Typs A) ohne deren Abwehr möglich. In besonderen Fällen ist die

Pflanze in der Lage, ihr Leistungsvermögen über das Maß befallsfreier Pflanzen durch sogenannte Stimulationsreaktionen (Toleranzreaktionen des Typs B) hinaus zu steigern. Derartige Leistungssteigerungen beziehen sich immer auf eine Bilanz über die gesamte Pflanze. Leistungssteigerungen nur einzelner Pflanzenteile fallen nicht unter diesen Typ. Die Mechanismen und Ursachen für derartige Stimulationsreaktionen (Typ B) sind noch unbekannt. In ihrer Erforschung liegt ein enormes Innovationspotential z.B. für die Entwicklung von Toleranzinduktoren. Für Typ A (Kompensation) sind hingegen schon einige Mechanismen bekannt, die vorgestellt wurden. Denkbare Anwendungsgebiete für die Reaktionen des Typs A wären: Pflanzenzüchtung, Pflanzenschutzmittelanwendung, Resistenzinduktoren- und Pflanzenstärkungsmittelanwendung, Befall-Schaden- Analyse und Schadenprognose, Endophyten/ Mykorrhizaanwendung sowie die Nützlingsanwendung. In der Pflanzenzüchtung könnte die Selektion toleranter Sorten oder die Züchtung von Sorten mit kombinierter Resistenz und Toleranz zur Verringerung des durch den Befall bzw. Restbefall verursachten Schadens führen. Toleranz wäre hilfreich bei Krankheiten, für die keine Resistenzen bekannt sind oder bei Krankheiten, gegen die keine Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen (Bekämpfungslücken). Da Toleranz weniger spezifisch als Resistenz ist, kann sie nicht durch Anpassung der Schaderreger durchbrochen werden. Ähnlich könnten Resistenzinduktoren, die neben einer Resistenz gegen Schaderreger auch eine Toleranz induzieren würden, wirken. Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, welche gleichzeitig Toleranzreaktionen induzieren oder vorhandenen Reaktionen stärken, könnte zu einer Reduzierung ihrer Anwendung in Menge und/oder Häufigkeit führen. Eine auch auf der Toleranzfähigkeit der Pflanzen basierende Schadensprognose würde die gegenwärtigen Modellen noch anhaftende Fehlerquote reduzieren und überflüssige Pflanzenschutzmittelanwendungen weiter mindern. Die vorhandenen großen Forschungslücken lassen jedoch gegenwärtig nur eine sehr eingeschränkte praktische Umsetzung dieser Möglichkeiten zu. Diese aus Sicht des Pflanzenschutzes bestehenden Lücken in Grundlagen- und angewandter Forschung sind: fehlendes Wissen über kausale Zusammenhänge, fehlende Untersuchungen auf Ganzpflanzenebene sowie über längere Zeiträume, fehlende Kenntnisse über die Wirkungsweise multipler Stressoren und die maximal verkraftbare Streßstärke unter verschiedenen Belastungsbedingungen („Toleranzschwelle“), fehlende Widerspiegelung von Toleranzreaktionen in Wirt- Parasit- Modellen und Modellen für die Schadensprognose, der Toleranzgrad der Sorten ist nicht bekannt, ein Toleranzindikator steht nicht zur Verfügung und die Wechselwirkungen mit anderen Pflanzenschutzmaßnahmen sind nicht untersucht. Quantifizierte Aussagen zum Nutzen der Toleranz unter verschiedenen Bedingungen lassen sich gegenwärtig aufgrund der lückenhaften Kenntnisse nicht ableiten. Sich verändernde ökonomische und ökologische Rahmenbedingungen für die landwirtschaftliche Produktion erfordern jedoch die Erschließung pflanzeigener Regulationskräfte. Daher sind die bestehenden Forschungslücken durch interdisziplinäre Bearbeitung dringend zu schließen.

Seidel, P. 1996: Toleranz von Pflanzen gegen Stress - das Stiefkind der phytopathologischen Forschungen? Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 18, 30 S.

Toleranzinduktion gegenüber Schadinsekten, insbesondere Aphiden

Hans-Michael Poehling und Martina Galler

Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Universität Hannover,
Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover

Pflanzen haben im Laufe der Evolution (Coevolution) zwei grundsätzliche Strategien entwickelt, um den Einfluß von Schadinsekten zu minimieren oder „erträglich“ zu gestalten: Resistenz ist direkt gegen den Schädling gerichtet, wobei die Wirtswahl (Antixenosis) und/oder Entwicklung (Antibiosis) beeinflußt werden können oder die natürliche Regulation, zum Beispiele durch Synomonproduktion, gefördert wird. Toleranz ermöglicht es den Pflanzen, eine bestimmte Schädlingsdichte besser zu ertragen als nicht tolerante Pflanzen. Beide Strategien haben Vor- und Nachteile. Nachteile der Resistenz wie hoher Selektionsdruck auf die Schädlingspopulation oder mögliche negative Effekte auf natürliche Gegenspieler werden bei toleranten Pflanzen nicht beobachtet, diese können jedoch zu unerwünschten Schädlingsreservoirs werden.

Wie bei der Resistenz kann auch bei der Toleranz zwischen der konstitutiv vorhandenen Toleranz (Sortenspezifität) und der induzierten Toleranz unterschieden werden. Konstitutive, sortenspezifische Toleranz kann mit hohen „Kosten“ für die Pflanze verbunden sein, die sich in einem geringeren Ertragsniveau toleranter Sorten äußern. Diese Nachteile können durch induzierte Toleranzreaktionen reduziert werden. Zur Beschreibung von Toleranzen kann die Relation zwischen Ertragsparametern und Schädlingsbiomasse herangezogen werden. Erstmals zeigte Wittmann (1995), daß durch den Resistenzinduktor B 50 (gereinigtes Kulturfiltrat von *Bacillus subtilis*) bei Weizen Toleranz gegenüber *Rhopalosiphum padi* induziert werden kann. Trotz gleicher Befallsdichten fielen die Ertragsreduktionen an induzierten Pflanzen deutlich geringer aus als an unbehandelten Kontrollpflanzen. Eine Entkopplung von Befall und Verlust, wie von Wittmann (1995) für *R. padi* beschrieben, konnte in eigenen Untersuchungen auch bei *Sitobion avenae* an Weizen beobachtet werden.

Zur frühen Erkennung von Toleranz ist es notwendig Parameter zu finden, die bereits bei Jungpflanzen entsprechende Effekte indizieren. Ein Mechanismus der Toleranz kann die unterschiedliche Assimilatverteilung (sink-source) in der Pflanze sein. Nach Wittmann (1995) eignen sich beispielsweise der Saccharose- und/oder der Glutaminsäuregehalt des jüngsten Blattes (‘sinks’) als physiologische Toleranzindikatoren. Der Befall mit *Rhopalosiphum padi* auf Primär- und Sekundärblättern von Weizenpflanzen reduzierte generell den Gehalt an Saccharose und Glutaminsäure im Tertiärblatt (sink). Diese Verminderung war bei den induzierten Pflanzen aber deutlich geringer. Während im Fall von *R. padi* nur eine Toleranzinduktion beobachtet werden konnte, deuten unsere Untersuchungen bei *S. avenae* auf eine gleichzeitige Induktion von Resistenz und Toleranz hin. Neben unterschiedlichen Ertrag-Biomasse Relationen bei behandelten und unbehandelten Pflanzen (Toleranz) war die Entwicklung von *Sitobion avenae* (rm-Werte) auf induzierten Pflanzen vermindert. Weitergehende Untersuchungen sollen sich primär auf die

Charakterisierung weiterer resistenz- oder toleranzspezifischer Faktoren konzentrieren sowie auf vergleichende Analysen anderer Wirt-Schädlings-Systeme, um die Spezifität der Toleranzinduktion genauer zu erfassen.

Literatur:

Wittmann, J., 1995: Möglichkeiten und Wirkungsweisen einer Toleranzinduktion gegen Schaderreger. Dissertation, Universität Hannover.

Toleranz von Pflanzen gegenüber Viren - Möglichkeiten und Grenzen

Günter Adam

Institut für Angewandte Botanik, Universität Hamburg,
Marseiller Straße 7, 20355 Hamburg

Wenn man sich mit dem Phänomen Toleranz von Pflanzen gegenüber Viruserkrankungen befaßt, so muß man sich zunächst darüber im klaren werden, was unter Toleranz zu verstehen ist. In der Reaktion der Pflanzen gibt es die zwei Möglichkeiten, Immun und Infizierbar, als grundsätzlich verschiedene Verhaltensweisen. Immun ist eine Pflanze dann, wenn es nicht einmal in einzelnen primär inokulierten Zellen zur Virusvermehrung kommt. Pflanzen, die infizierbar sind, sind grundsätzlich Wirte, und man kann in inokulierten Zellen Virusvermehrung nachweisen. Die weiteren Reaktionen des Wirtes können von extremer Resistenz über hypersensitive Resistenz zu sensibler Reaktion mit systemischer Ausbreitung gehen. Als tolerant wäre ein Wirt zu definieren, in dem eine systemische Ausbreitung und ungehemmte Vermehrung ohne Symptomausprägung erfolgt, was man bisweilen auch als latente Infektion tituliert. Wenn Toleranz so definiert wird, stellen Pflanzen mit diesem Verhalten eine, aus virologischer und epidemiologischer Sicht, ernstzunehmende Gefahr dar, weil sie bei großflächigem Anbau ein unerkanntes Virusreservoir, mit allen daraus für andere Kulturen abzuleitenden Nachteilen, bilden können. Man sollte die Suche oder Selektion von virustoleranten Pflanzen daher nicht als ein vorrangiges Zuchtziel betreiben, es sei denn es gibt bei der speziellen Pflanze keinen anderen Ausweg.

Es ist unbestritten, daß das Verhalten von infizierbaren Pflanzen gegenüber Virusinfektionen genetisch im Wirt festgelegt ist. In einigen Fällen, insbesondere da, wo man von qualitativen Merkmalen redet (Ausbreitungsresistenz und hypersensitiver Reaktion), kennt man z.T. auch die funktionellen Hintergründe und beteiligten Gene bei Wirt und Pathogen. Anders sieht es bei quantitativen Merkmalen aus, worunter dann Begriffe wie Feld-, Infektions-, relative Resistenz und auch Toleranz subsumiert werden. Auch für diese Fälle gibt es eindeutige Hinweise auf einen Erbgang des Phänotyps und damit einen genetischen Hintergrund. Es ist durchaus legitim, daraus abzuleiten, daß wir es bei der Virus-Wirts-Interaktion in den meisten Fällen nicht mit simplen Gen für Gen Beziehungen zu tun haben, sondern mit komplexen Regelkreise mit mehreren beteiligten

Genen zu tun haben die parallel oder sequentiell reagieren müssen, um ein extrem resistentes Verhalten zu bewirken. Je nachdem, wie effizient die einzelnen Glieder dieser Reaktionsketten auf ein Pathogen reagieren können, kommt es zu abgestuftem Verhalten, welches dann schlußendlich zu einem fließenden Übergang von Resistenz bis zu Toleranz führen kann. Wenn dieses Szenario tatsächlich tolerantem Verhalten zugrunde liegt, so wäre es von wissenschaftlicher Seite hochinteressant und experimentelle Bemühungen wert. Das Problem wird dabei sein, wie man von experimenteller Seite an die Problematik der Ursachenforschung herangeht. Es gibt bei Zuckerrüben/Rizomaniavirus und bei Gerste/BYDV gutuntersuchte genetische Systeme, die sicher geeignet wären, mit modernen molekularbiologischen Methoden, kombiniert mit klassischer Züchtung, entsprechende Gene zu isolieren und zu charakterisieren. Andere gutbeschriebene Systeme gibt es bei den Viroiden, z.B. PSTVd - Tomate, wo geringfügige Nukleinsäuremutationen am Pathogen über den Phänotyp krank oder tolerant entscheiden.

Modellsysteme für Untersuchungen der Ursachen von Toleranz wären z.B.: Recovery-Phänomen, bei denen ursprünglich symptomtombildende Pflanzen nach einiger Zeit symptomlos weiterwachsen; die Ausbildung von 'green islands' in infizierten Blättern, die zumindest während des Wachstums der Pflanze pathogenfrei bleiben; und als Paradebeispiel die Gruppe der Cryptoviren, die trotz Vermehrung in ihren Wirten keinerlei Symptome hervorrufen und die in vielen unserer Kulturpflanzen nachgewiesen wurden. An solchen Systemen könnten generelle Prinzipien, die zu Toleranz führen, modellhaft untersucht werden. In einem Forschungsverbund, der sich neben biotischen auch mit abiotischen Stressoren befaßt, wäre es gleichfalls denkbar und wünschenswert, synergistische Auswirkungen von abiotischem Stress und Virusinfektionen näher zu untersuchen. Diese Effekte sind in der Literatur beschrieben, aber bisher nicht oder kaum untersucht. Allein die Tatsache, daß Ozon, als abiotischer Stressor, schlußendlich ähnliche oder gar dieselben Abwehrmechanismen induziert, wie Virusinfektionen mit hypersensitiver Resistenzantwort, scheint solche Untersuchungen zu rechtfertigen.

Toleranz von Pflanzen gegenüber Viren am Beispiel des Gerstengelbverzwergungsvirus der Gerste

Antje Habekuß, Gerhard Proeseler, und Edgar Schliephake

Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Epidemiologie und Resistenz, Theodor-Roemerweg 4, 06449 Aschersleben

Nach WALKEY (1991) versteht man unter Virustoleranz die Fähigkeit einer Pflanze, trotz Virusvermehrung mit nur geringfügig oder nicht verminderter Wachstumsleistung zu reagieren. Charakterisiert wird die Virustoleranz durch eine ungehinderte Virusvermehrung, -ausbreitung und -konzentration, keine oder nur schwache Virussymptome sowie keine oder nur geringe

Ertragsverluste. Bedenken bezüglich der Virustoleranz bestehen aus epidemiologischer Sicht, da tolerante ebenso wie anfällige Pflanzen als Virusreservoir von Bedeutung sind für die Virusausbreitung. Neben Virusresistenz wurde Virustoleranz in verschiedenen Virus / Wirt-Systemen nachgewiesen, wie z.B. Gerstenstreifenmosaikvirus - Gerste, Wurzelbärtigkeitsvirus-Zuckerrübe, Kartoffelvirus Y - Kartoffel, Gurkenmosaikvirus - Gurke und Paprika.

Ein weiteres Beispiel ist die Toleranz von Wintergerste gegenüber dem ausschließlich blattlausübertragbaren Gerstengelverzweigungsvirus (BYDV). Das Interesse an der Züchtung von Sorten mit Widerstandsfähigkeit gegenüber dem BYDV begann in Deutschland nach dem epidemischen Virusauftreten in der Vegetationsperiode 1983/84. Im Gegensatz zur Züchtung von resistenten Sorten gegenüber den Viren des Gerstengelmosaikvirus-Komplexes, für die zahlreiche qualitativ wirkende Resistenzgene ermittelt wurden, erweist sich die Züchtung von BYDV-toleranten Sorten als wesentlich schwieriger. Dies resultiert daraus, daß es sich bei der bisher festgestellten Widerstandsfähigkeit um quantitative Befallsunterschiede bzw. Toleranz handelt, die semidominant bzw. polygen vererbt wird. Einzelne virustolerante Herkünfte werden in der Literatur unterschiedlich beurteilt. Dieser Sachverhalt kann bedingt sein durch abweichende Witterungsverhältnisse im jeweiligen Prüfgebiet, andere Infektionstechnik bzw. -intensität, das Alter der Pflanzen zum Zeitpunkt der Infektion, den verwendeten Virusstamm u.a. Faktoren.

Im Ergebnis mehrjährig durchgeführter Freiland-, Gewächshaus- und Gazezeltversuche des Gaterslebener Wintergerstensortimentes (ca. 1600 Accessionen) konnten 11 Herkünfte mit stabilem BYDV-Toleranzniveau gemessen an der Symptomausprägung und der Ertragsleistung selektiert werden (HABEKUSS und PROESELER, 1995). So traten bei den toleranten Formen überwiegend Pflanzen ohne bzw. mit schwachen Symptomen auf. Bei den virusanfälligen Gersten hingegen zeigten die meisten Pflanzen starke Vergilbungen und Verzweigungen. In der Ertragsleistung erreichten die toleranten Herkünfte 68-82 % der nichtinfizierten Kontrollpflanzen, während die anfälligen Sorten nur 30 % erzielten. Bezüglich der relativen Viruskonzentration wurden jedoch keine Unterschiede im Vergleich zu BYDV-anfälligen ('Rubina', 'Erfä') und toleranten Standardsorten ('Post', 'Vixen') nachgewiesen. Von besonderem züchterischen Interesse sind die BYDV-toleranten Herkünfte HHOR 3097, 3471, 4224 und 3151, bei denen auch Mosaikresistenz festgestellt wurde. Eine dieser Herkünfte (HHOR 3151) ist außerdem resistent gegenüber *Drechslera teres*. Nachkommenschaftsanalysen von DH-Linien haben gezeigt, daß die Toleranz der Sorte 'Post' durch mehr als ein Gen bedingt ist.

Literatur:

Walkey, D.G.A., 1991: Applied Plant Virology. St Edmundsbury Press, 338 p.

Habekuss, A.; Proeseler, G., 1995: Screening des Gaterslebener Wintergerstensortimentes auf Virusresistenz. Bericht über die Arbeitstagung 1995 der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, Gumpenstein, S. 15-19

Toleranz von Pflanzen gegenüber pflanzenparasitären Nematoden

Richard A. Sikora

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Phytomedizin in Bodenökosystemen, Institut für Pflanzenkrankheiten, Nussallee 9, 53115 Bonn

Die Existenz von Toleranz in Kulturpflanzen gegenüber pflanzenparasitären Nematoden ist ein wichtiger ökonomischer Faktor für die Züchtung und die Akzeptanz von Sorten der vier wichtigsten landwirtschaftlichen Nutzpflanzengruppen Getreide, Kartoffeln, Zuckerrüben und Gemüse. Die Toleranz ist von großer Wichtigkeit, da die nematodenresistenten Sorten, die eine Eindringung der Nematoden, und damit eine Schädigung der Pflanze zulassen, gleichzeitig tolerant gegenüber dem Befall sein müssen, um für den Anbauer akzeptabel zu sein. Resistente Sorten, bei denen keine Toleranz vorliegt, werden durch den Frühbefall der jungen Wurzeln und die beginnende Entwicklung der Tiere, die auch in resistenten Pflanzen vorliegt, stark geschädigt. Hohe Ertragsverluste treten besonders dann auf, wenn, wie häufig in integrierten Anbauverfahren vorliegend, die Ausgangspopulationen sehr hoch sind. Die Nichtakzeptanz von resistenten Sorten ohne Toleranzeigenschaften führt in vielen Ländern zur Verwendung von Nematiziden.

Hohe Toleranzniveaus wurden in einer Reihe von Rüben-, Kartoffel- und Gerstensorten, die in Deutschland gezüchtet und angebaut werden, entdeckt (Schlang; Müller; Lauenstein, pers. Mitt.). Toleranz in resistenten Sorten wurde besonders bei den ökonomisch wichtigen Zystennematodenarten demonstriert. Das Wissen darüber, daß Toleranz im Genom dieser resistenten Sorten vorliegt, kann zur Entwicklung geeigneter Methode zur Detektierung von Toleranz in nicht-resistenten Sorten genutzt werden. Dies ist besonders im Hinblick auf die Anwendung biologischer Bekämpfungsverfahren von Bedeutung, da die Verwendung von toleranten Sorten die Wirkung der Antagonisten mit geringerer Wirkung unterstützt (Kombination) bzw. in Rotationen fördert.

Es besteht ein großer Forschungsbedarf zur Aufdeckung der für die Toleranz verantwortlichen Mechanismen. Die folgenden Arbeitsgebiete stehen hierbei im Vordergrund: Nematoden-Wurzel-Interaktion auf Makro- und Mikro-Ebene, physiologische und biochemische Mechanismen, genetische Basis und der Einfluß biotischer und abiotischer Faktoren auf die Toleranz. Ein Meilenstein könnte die Entwicklung von molekularen Methoden und spezifischen Bioassays sein, welche das Vorhandensein von Toleranz bereits in sehr frühen Stufen der Züchtung detektieren können.

Aktivierung der Streßtoleranz bei Kulturpflanzen durch Anwendung von naturidentischen Aminoalkoholen

Hans Bergmann, H. Eckert, Bärbel Lippmann, Volker Leinhos und Silvia Tiroke

Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Ernährung und Umwelt,
Naumburger Straße 98, 07743 Jena

In Getreidepflanzen führt Wassermangel zu einer verstärkten Auslagerung von Stickstoff (^{15}N) und Assimilaten (^{14}C) aus den Bestockungstrieben in Haupttriebe. Dieser N- und C-Assimilatexport ist mit einer verstärkten Seneszenz der Bestockungstriebe unter Trockenstress verbunden. Durch Anwendung von 2-Aminoethanol (AE) und Cholin (einem AE-Metaboliten) sowie von AE-Fettsäurederivaten (0,5 mg/Pflanze, 1 - 1,5 kg/ha) wird die streßgeförderte Auslagerung von ^{14}C - und ^{15}N -markierten Verbindungen aus Bestockungstrieben vermindert und die Zahl ährentragender Bestockungstriebe nimmt zu.

Auf der biochemischen Ebene bewirkt Trockenheit einen Konzentrationsanstieg an 'Streßmetaboliten' wie Glycinbetain, Prolin, Putrescin, Arginin (als einer Vorstufe von Putrescin), p-Cumarsäure, Kaffeesäure und Lignin in der Sproßbiomasse von Getreide. Außerdem induziert Trockenheit Veränderungen im Proteinstückmuster löslicher Proteine (Löslichkeit in Neutralsalzlösungen). Diese biochemische Streßantwort wird durch Anwendung von AE, Cholin und ausgewählten AE-Derivaten signifikant abgeschwächt.

Die biochemische und morphologische Streßantwort der Getreidepflanzen auf Trockenheit wird durch erhöhte Cd-Gehalte im Boden (> 1,5 mg/kg) und Bodensalinität verstärkt. Nach Einwirkung dieser mehrfaktoriellen Belastung auf Getreidepflanzen führen AE und Cholin ebenfalls zu signifikanten streßvermindernden Effekten. Durch Anwendung von AE und Cholin wurde die Wurzeloberfläche (Oberflächensummen der Seitenwurzeln) um 20 - 50% vergrößert und die streßstimulierte Wurzelexsudation von Aminosäuren verringert.

In langjährigen Gefäß-, Feld- und Großversuchsreihen konnte nachgewiesen werden, daß durch Anwendung von AE und Cholin der Ertrag in Abhängigkeit von der Streßintensität bei Sommergerste, Winterroggen, Winterweizen, Kartoffeln, Zuckerrüben und Tomaten anstieg (5 bis 8% Ertragsanstieg bei geringer bis mäßiger Trockenheit, über große Versuchsreihen statistisch gesichert; bis 20% Ertragsanstieg bei erhöhtem Wassermangel, Ertragseffekte aber durch streßbedingte Streuungszunahme und wenige Versuche nicht signifikant).

Im Vergleich zu Abszissinsäure (ABA) und Ethylen beruht der streßmindernde Effekt bei Aminoalkoholen auf anderen Wirkungsweisen. So stimuliert beispielsweise ABA die Streßmetabolitenbildung im Unterschied zu AE und Cholin; andererseits senken obengenannte Aminoalkohole den Blattwassergehalt unter Trockenheit im Gegensatz zu ABA geringfügig, so daß die Anwesenheit des Stressors in aminbehandelten Pflanzen bestehen bleibt.

Folglich sind die hier vorgestellten Aminoalkohole für die weitere Erforschung von Toleranzmechanismen geeignet. Über Moleküleabwandlungen der naturidentischen Substanzen sollte ferner nach wirkungsvolleren Toleranzinduktoren gesucht werden.

Schwermetalltoleranz höherer Pflanzen

Dieter Neumann

Universität Halle, Institut für Pflanzenbiochemie,
Weinberg 3, 06120 Halle/Saale

Die Toleranz höherer Pflanzen gegenüber Schwermetallen beruht auf der Fähigkeit dieser Pflanzen in Zytoplasma und Organellen toxische Konzentrationen an freien Schwermetallen verhindern zu können. Das wird in den von uns untersuchten toleranten Pflanzen von Cu- und Zn-belasteten Böden Species- und Schwermetallspezifisch durch sehr unterschiedliche Mechanismen erreicht:

1. Ausscheidung von Schwermetallen

- Aktive Ausscheidung durch Salzdrüsen bei *Armeria*.
- Ausscheidung durch Hydathoden in den Blättern von *Minuartia*.
- Ausscheidung durch Ektodesmen bei *Silene* und *Thlaspi*.

2. Speicherung von Schwermetall in Zellwänden und Interzellularen

Diese Kompartimente sind ein großer Puffer für die Speicherung von Schwermetall. An der Speicherung sind sehr unterschiedliche Bindungspartner beteiligt, z.B. Proteine (*Armeria*, *Silene*). Aus Zellwänden von *Silene* wurde ein konstitutiv exprimiertes, Cu-bindendes Protein isoliert. Zn wird in *Minuartia* als Zinksilikat gespeichert, in *Armeria* dagegen als ZnS.

3. Speicherung im Zytoplasma und in Organellen

In *Armeria* werden erhebliche Mengen an Cu im Zytoplasma, den Chloroplasten und im Heterochromatin der Kerne gespeichert. Die Bindungspartner sind bisher nicht identifiziert.

4. Speicherung in Vakuolen

Cu, aber nicht Zn, wird in Tanninhaltigen Idioblasten von *Armeria* durch Komplexierung mit phenolischen OH-Gruppen gebunden. Cd konnte in Vakuolen von *Lycopersicon* als CdS/Phytochelatin-Komplex nachgewiesen werden.

5. Expression von Hitzestressproteinen (HSP)

Schwermetalle sind in der Lage in toleranten und nichttoleranten Pflanzen die Synthese von HSP zu induzieren. Die Bildung dieser Proteine bewirkt eine Erhöhung der Toleranz gegenüber

Schwermetallen. Membranschäden der Plasmamembran und zytoplasmatischer Membranen werden durch HSP offenbar verhindert. Die bevorzugte Lokalisation von HSP70 am Plasmalemma spricht für eine Beteiligung dieses Proteins an der Faltung von Membranproteinen (Chaperonfunktion).

Die Expression von HSP führt offenbar in allen Pflanzen zu einer gewissen Steigerung der Toleranz gegenüber Schwermetallen. Damit allein kann die Schwermetalltoleranz bestimmter Spezies aber nicht erklärt werden. In solchen Pflanzen kommen zusätzliche Speichermechanismen hinzu, die von der Art des Schwermetalles und den biochemischen Kapazitäten der jeweiligen Pflanze abhängig sind. Ein allgemeingültiges Prinzip, das die Schwermetalltoleranz höherer Pflanzen erklärt, gibt es offenbar nicht.

Pflanzenmaterial:

1. Pflanzen einer mittelalterlichen Cu-Schieferhalde bei Halle (*Armeria maritima*, *Silene cucubalis*, *Minuartia verna*).
2. Pflanzen Zn-belasteter Böden bei Aachen (*Armeria maritima*, *Thlaspi alpestre*, *Viola calaminaria*, *Minuartia verna*).
3. Zellkulturen von *Lycopersicon peruvianum*.

Methoden:

- konventionelle Elektronenmikroskopie
- Energierdispersive Röntgenanalyse (EDX)
- Elektronenenergieverlust-Spektroskopie (EELS) und quantenchemische Rechnungen
- Biochemische und gentechnische Methoden (Proteinanalytik, Sequenzierung, Screening von Genbanken)

Entwicklung von Energieflußmodellen zur Erfassung der Toleranz von Weizen gegen Echten Mehltau

Hans-Jürgen Aust

Institut für Mikrobiologie der TU, Spielmannstr. 7, 38106 Braunschweig

Aufbauend auf Berechnungen des Stickstoff- und Energieflusses von der Kulturpflanze (Weizen) zum Schaderreger (Echter Mehltau) werden Energieflüsse vom Wirt zum Parasiten ermittelt. Hierfür steht ein Pflanzenwachstumsmodell des Weizens, das mit einem Modell für den Nachvollzug der Populationsdynamik des Weizenmehltaus gekoppelt ist, zur Verfügung. Beide Teilmodelle wurden im Rahmen von Arbeiten des ausgelaufenen Sonderforschungsbereiches 179 (Wasser- und Stoffdynamik in Agrarökosystemen) entwickelt.

Aufgrund der angestrebten Simulationsrechnungen sollen mögliche Toleranzschwellen des Weizens gegen Echten Mehltau erfaßt werden. Zu diesem Zweck scheinen herkömmliche Befalls-Verlust-Relationen weniger gut geeignet zu sein, zumal es auch darum geht, ontogenetisch bedingte Toleranzwirkungen des Wirtes gegen Mehltau während verschiedener Entwicklungsstadien des Weizens zu ermitteln. Die Rechnungen und Versuche werden mit unterschiedlich anfälligen Weizensorten (anfällig, tolerant, teilresistent) durchgeführt.

Folgende Vorgehensweise wird angestrebt: Das bereits vorhandene Gesamtmodell (Weizen/Echter Mehltau) wird verbessert, so dass mit Hilfe von Simulationsrechnungen mögliche Stadien des Wirtes in Abhängigkeit seiner Anfälligkeit und den Umwelteinflüssen sowie verschiedenen Befallsstärken des Mehltaus erfaßt werden, in denen der Wirt Toleranz gegenüber dem Befall des Schaderregers aufweist. Diese Ergebnisse gilt es anhand von Klimaschrank- und Feldversuchen zu überprüfen. Aufgrund der Resultate aus den Feld- und Klimaschrankversuchen wird das Gesamtmodell weiter optimiert.

Ziel der Untersuchungen ist es, die funktionalen Zusammenhänge bei der Ausprägung von Toleranz des Wirtes gegenüber dem Parasiten mit Hilfe von Energieflußmodellen zu erfassen.

Zur Beurteilung und Verbesserung der Strebtoleranz von *in vitro* vermehrten Pflanzen

Gisela Grunewaldt-Stöcker

Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Universität Hannover,
Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover

Die *in vitro*-Massenvermehrung im Zierpflanzen-, Obstbau- und Baumschul-Bereich ist in der modernen, arbeitsteiligen Pflanzenproduktion unter ökonomischen und marktpolitischen Aspekten unverzichtbar; sie hat maßgeblichen Anteil an der raschen Anpassung an Sortenwünsche und Erschließung neuer Marktsegmente. Die meisten *in vitro*-Vermehrungsverfahren sind speziell auf die Pflanzenart abgestimmt; dabei ist die Verwendung von Phytohormonen für eine ausreichende Multiplikationsrate erforderlich. Physikalische Parameter in den Kulturgefäßen sowie umgebende Wachstumsfaktoren entscheiden mit über die Leistungsfähigkeit der sich differenzierenden Pflanzen. Bei der Akklimatisierung *ex vitro* und der anschließenden Jungpflanzenanzucht kommt es zu Verlusten, wenn die Vitalität der Pflänzchen beeinträchtigt ist, z.B. durch Hyperhydrizitätseffekte, ungenügende Kohlenhydratreserven und bei Belastung mit abiotischen oder auch biotischen Streßfaktoren.

An Problemfällen mit wirtschaftlicher Bedeutung (Warmhauspflanzen: Anthurien, *Phalaenopsis*) wird gezeigt, daß die Klärung der Ursachen für solche Vitalitätsstörungen äußerst schwierig ist: zum einem aus juristischen Gründen bei arbeitsteiliger Produktion in verschiedenen Betrieben, zum anderen aus fachlichen Schwierigkeiten bei der Diagnose abiotischer Schadfaktoren. Die Streßtoleranz der Pflanzen kann auf vielfältige Weise überfordert sein. Visuelle Bonituren der *in vitro*-Kulturen reichen offensichtlich nicht aus, um den Gesundheitszustand und die potentielle Leistungsfähigkeit der Pflanzlinge hinreichend zu beurteilen. Um Vertrauen in moderne Vermehrungstechniken zu bilden und Konflikte in der arbeitsteiligen Jungpflanzenproduktion zu vermeiden, müssen Vitalitätsstörungen frühzeitig erkennbar gemacht werden. Dies setzt die Diagnose von Pflanzengesundheit („innere“ Qualität) und Toleranz gegenüber abiotischen Streßfaktoren bei einzelnen Kulturarten voraus, ein Thema mit grundlegendem Forschungsbedarf. Es werden physiologische Parameter und Testmethoden vorgestellt, die einen Beitrag zur Beurteilung von Toleranz leisten könnten. Zur Verbesserung der Streßtoleranz *in vitro* vermehrter Pflanzen werden erste erfolgreiche Beispiele genannt: mit Hilfe von Mikroorganismen (Bakterien, Mycorrhiza-Pilzen) oder Chemikalien konnten die Überlebensraten und das Wachstum bei diversen Kulturarten in der äußerst sensiblen Jungpflanzenphase entscheidend erhöht werden.

Biotische und abiotische Stressoren und ihre Indikation

Annette Friebe und Heide Schnabl

Institut für Landwirtschaftliche Botanik, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn,
Meckenheimer Allee 176, 53115 Bonn

Am Institut für Landwirtschaftliche Botanik wird seit vielen Jahren grundlagenorientierte Forschungsarbeit zur Wirkung biotischer und abiotischer Stressoren auf höhere Pflanzen geleistet. Im Rahmen des präsentierten Beitrages wurden ausgewählte Methoden zur Indikation von Stressoren auf molekularer und zellulärer Ebene vorgestellt. Die Ausführungen bezogen sich auf folgende Schwerpunkte:

1. Proteinubiquitinierung
2. Membranabbau durch Lipidperoxidation
3. Wirkung von Stressoren auf wichtige enzymatische Systeme
(Plasmamembran-assoziierte H⁺-ATPase, PEPCase)
4. Einfluß auf Photosynthese und Atmung

Die Wirkung abiotischer Stressoren auf diese ausgewählten Systeme wurde anhand von Beispielen für Hitzestreß, Gravistimulation sowie dem Einfluß ökotoxischer Substanzen und elektrischer Felder dokumentiert. In diesem Zusammenhang konnte gezeigt werden, daß auf der Grundlage der Methoden eine Untersuchung der pflanzlichen Antworten auf unterschiedliche Stressoren möglich ist. Es erfolgte ein Ausblick auf ihre Anwendung zur Charakterisierung der Induktion von Toleranzen durch Applikation kommerzieller Pflanzenstärkungsmittel.

In zukünftigen Untersuchungen ist zu prüfen, ob die Methoden zum Auffinden molekularer Marker für eine Toleranz von Pflanzen gegenüber Stressoren geeignet sind.

Toleranz und Resistenz der Ackerbohne gegenüber pilzlichen Schaderregern

Holger Deising

Universität Konstanz, Fakultät für Biologie, Phytopathologie,
Universitätsstr. 10, 78434 Konstanz

Mechanismen der Resistenz und der Toleranz wirken in Pflanzen zusammen, um die Wirkung von verschiedenen Schaderregern zu begrenzen; so sind Resistenz und Toleranz potentiell geeignet, um stabile Erträge zu sichern. Durch die Applikation verschiedener Substanzen, z.B. mikrobielle Stoffwechselprodukte wie den B-50-Induktor aus *Bacillus subtilis* oder definierte Chemikalien wie Salicylsäure, Dichlor-Isonicotinsäure oder Benzothiadiazol, läßt sich Resistenz gegen ein breites Spektrum von Pilzen, Bakterien und Viren induzieren. Im Falle des B-50-Induktors wurde neben der resistenzinduzierenden Wirkung auch eine toleranzinduzierende Wirkung nachgewiesen. Während in verschiedenen Wirt-Pathogen-Interaktionen die Mechanismen der Resistenz gut untersucht sind, besteht völlige Unklarheit in Bezug auf die Mechanismen der Toleranz.

Seit einer Reihe von Jahren befassen wir uns mit den Wirts- und Nichtwirtsinteraktionen zwischen Leguminosen und Rostpilzen. Während der auf der Kuhbohne nicht-pathogene Rost *Uromyces fabae* nach dem Eindringen in den Interzellularraum nach Differenzierung von Haustorienmutterzellen abgewehrt wird, kann ein anderer auf dieser Pflanze nichtpathogener Rost, der Bohnenrost (*Uromyces appendiculatus*) einige primäre, manchmal sogar sekundäre Haustorien bilden. Die Zellwände der befallenen Mesophyllzellen zeigen Autofluoreszenz, was für die Einlagerung ligninähnlicher Verbindungen spricht. Verglichen mit der kompatiblen Interaktion konnte bei den Nichtwirts-Interaktionen ein Anstieg der Phenylalanin-Ammonium-Lyase und zweier extrazellulärer Peroxidasen nachgewiesen werden (Fink et al., 1991. *Planta* **185**, 246-254). So scheint die mechanische Verstärkung der Zellwand bei diesen Nichtwirts-Resistenzen eine Rolle zu spielen.

Nach Resistenzinduktion der Ackerbohne (*Vicia faba*) mit Salicylat gegen den Ackerbohnenrost (*Uromyces fabae*) konnten wir die Synthese von PR-1-homologen Proteinen zeigen. Diese Proteine inhibieren die Differenzierung von Rost-Infektionsstrukturen in den Interzellularen der Blätter. Da die inhibitorische Wirkung durch Antikörper gegen diese Proteine aufgehoben werden kann, gehen wir von der Beteiligung von PR-1 an der Ausprägung der Induzierten Resistenz gegen Rostpilze aus.

Ähnlich wie bei der Resistenzinduktion kann in verschiedenen Pflanzen mit bestimmten Chemikalien Toleranz induziert werden (siehe Beitrag von Prof. Dr. H. Bergmann). So wäre es interessant zu untersuchen, ob auch in der Ackerbohne Toleranz gegen Rostbefall induziert werden kann. Von Bedeutung ist die Frage, ob es gelingen wird, biochemische oder/und molekulare Marker für Toleranz zu finden, und zu sehen, ob sich Marker für Induzierte Toleranz und für Resistenz unterscheiden.

Chemische Klimatelemente als Stressoren für die pflanzliche Leistungsfähigkeit: Ausmaß und Mechanismen

Hans-Joachim Weigel

FAL Braunschweig, Institut für Produktions- und Ökotoxikologie,
Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

Unter den verschiedenen natürlichen und anthropogenen Luftinhaltsstoffen, die in Wechselwirkung mit Agrarökosystemen stehen, spielt das troposphärische Ozon (O_3) als Leitkomponente der Photooxidantien eine für das Pflanzenwachstum herausragende Rolle. Aufgrund der auf Biomoleküle stark oxidierend wirkenden Eigenschaften des Gases können die in den Frühjahrs- und Sommermonaten in Bodennähe auftretenden O_3 -Konzentrationen das Wachstum von Nutzpflanzenarten negativ beeinflussen. O_3 muß daher als zusätzlicher Streßfaktor speziell für Kulturpflanzen angesehen werden.

Zu unterscheiden ist zwischen akuten Wirkungen kurzfristig auftretender hoher O_3 -Konzentrationen, die zu sichtbaren Blattschädigungen führen, und chronischen, makroskopisch nicht sichtbaren Wirkungen (latente Wirkungen). Beide Wirktypen können sich in Wachstums- bzw. Ertragsverlusten äußern. Als direkte O_3 -Wirkungen werden Beeinflussungen biochemischer (z.B. Membranstrukturen, Enzymaktivitäten) und physiologischer (z.B. Photosynthese, C-Allokation) Parameter des Pflanzenwachstums bezeichnet, die unmittelbar zu Wachstums- und Ertragsverlusten führen. Basierend auf experimentellen Untersuchungen zur Ermittlung von Dosis-Wirkungsbeziehungen unter Berücksichtigung nur dieser direkten Wirkungen sind in den

USA und in Europa Ertragsverluste (z.B. von Sommerweizen) durch heutige O₃-Belastungen zwischen 5-15% geschätzt worden.

Unter den komplexeren und größtenteils noch unbekanntem indirekten Wirkungen des Gases werden Effekte zusammengefaßt, die zu Veränderungen der Empfindlichkeit von Pflanzen gegenüber anderen abiotischen (z.B. Wassermangel, Frost- und Hitzeeinwirkung) und biotischen (Viren, Bakterien, Pilze, Insekten) Streßfaktoren führen bzw. die Wechselwirkungen mit diesen Faktoren beeinflussen. So wurden z.B. prädisponierende Wirkungen von O₃-Belastungen auf Frostempfindlichkeit und die Anfälligkeit gegenüber pilzlichen Schaderregern sowie Interaktionen mit Wasserstreß und die Beeinflussung symbiotischer Beziehungen (Rhizobien, Mykorrhizen) beobachtet. Häufig werden dabei Änderungen der C-Allokation (z.B. der Sproß-/Wurzel-Verhältnisse) nachgewiesen. Möglicherweise sind diese aus der Interaktion mit anderen Wachstumsfaktoren resultierenden indirekten Wirkungen des O₃ von größerer Bedeutung für die Leistungsbeeinträchtigung vieler Pflanzen, als die unmittelbaren Wirkungen des Gases. Hierzu liegen kaum Untersuchungen vor.

Die erheblichen Unterschiede in der O₃-Empfindlichkeit zwischen Arten, Sorten einer Art und sogar Individuen einer Sorte werden in der Literatur sowohl durch die Begriffe O₃-Resistenz als auch O₃-Toleranz charakterisiert. Die vorliegenden Empfindlichkeitsskalierungen von Arten und Sorten sind jedoch umstritten, da die Höhe der O₃-Belastung, das jeweils zugrunde gelegte Wirkungskriterium (Blattschädigung, Photosynthese, Ertrag) sowie das jeweilige Entwicklungsstadium der Pflanzen Einfluß auf die Reaktion gegenüber O₃ haben und für derartige Abstufungen nicht berücksichtigt wurden. Eine absolute „O₃-Toleranz“ ist nicht bekannt. Die Ursachen für die unterschiedlichen Empfindlichkeiten sind größtenteils unbekannt, insbesondere weil die Wirkmechanismen des Gases noch nicht erklärt werden können. Unterschiede in den stomatären Leitfähigkeiten zwischen Pflanzen, d.h. unterschiedliche O₃-Aufnahmeraten durch die Stomata und/oder (z.T. genetisch fixierte) unterschiedliche Kapazitäten von Detoxifizierungs- bzw. Reparaturmechanismen (z.B. Antioxidantien) werden diskutiert. Ebenso wie unter Belastung mit anderen Stressoren sind Induktionsphänomene (z.B. Streßmetabolite, Streßproteine) sowie primäre „Alarmreaktionen“ („oxidative burst“) unter O₃-Einwirkung bekannt. Streßantworten auf O₃-Belastung, die auf der Ebene von Pflanzenteilen oder Organen beobachtet werden, manifestieren sich oft nicht auf der Bestandesebene.

Wirkung von abiotischem Stress auf Pathosysteme

Christine Boyle

Institut für Mikrobiologie der TU, Spielmannstr. 7, 38106 Braunschweig

Grundlegende Untersuchungen zu Veränderungen der Source-Sink-Verhältnisse in Pflanzen bzw. ihren Organen wurden auf der Basis wichtiger Metabolitpools des Primärstoffwechsels (Nukleoside, Nukleotide, ECA, Zucker, Proteine, Aminosäuren usw.) von anfälligen Gersten-, Winterweizen- und Bohnenpflanzen vorgestellt. Obligat biotrophe Parasiten (Echter Mehltau an Getreide, Bohnenrost) als biotische Stressoren beeinträchtigten die primärblattinfizierte Gesamtpflanze insbesondere zulasten der Wurzeln, die generell an Metaboliten z.B. den Adennukleotiden ATP, ADP und AMP, an Adenosin und den Pyridinderivaten (NAD, NADP) verarmten. Die stoffwechselfysiologisch aktiveren nichtinfizierten Folgeblätter deckten aber den Mehrbedarf des infizierten Primärblattes ab.

In einzelnen Blättern bewirkten die biotischen Stressoren neben entsprechenden Verarmungen in den direkt befallenen Blattarealen auch ein verändertes Syntheseverhalten und eine verstärkte Translokationen in Richtung des Pathogens.

Setzt man diese Pathosysteme zusätzlich abiotischem Stress aus, so kommt es je nach Stressor zu einer direkten (UV-Licht), aber auch indirekten Beeinträchtigungen der Pathogenentwicklung (Ozon, Dunkelstress), insbesondere in Richtung einer früher einsetzenden Ausbildung von Überdauerungsstadien. Die Auswirkungen auf das Pathogen werden dabei wesentlich von der Terminierung der Stressoren beeinflusst (Prä-/Postdisposition).

In der Wirkung auf die Wirtspflanze und ihre Ertragstoleranz kam es unter dem Einfluß abiotischer und biotischer Stressoren, auch bei geringeren Infektionsdichten und naturnahen z.B. Ozonapplikationen, zu signifikanten Veränderungen einzelner Wachstumsparameter, nicht jedoch zu Ertragsverlusten. Die Pflanzen waren offensichtlich in der Lage, gegenüber diesen Stressorkombinationen mit Toleranz zu reagieren und die Translokationsverluste durch veränderte Source-Sink-Verhältnisse zu kompensieren.

Eine graduell unterschiedliche Toleranz der Wirte gegenüber abiotischem Stress (anfällige bzw. sensitive Sorten) spiegelte sich auch in entsprechenden Reaktionen gegenüber dem biotischen Stressor wieder. Welche Rolle veränderte Translokationen in der Pflanze unter dem Gesichtspunkt der Ertragstoleranz unterschiedlicher Sorten spielen, wird auf der Basis der bis erarbeiteten Daten ein Thema künftiger Untersuchungen sein.

Endophytische Pilze als tolerierte biotische Stressoren

Barbara Schulz

Institut für Mikrobiologie der TU, Spielmannstr. 7, 38106 Braunschweig

Endophyten sind Bakterien oder Pilze, die im Innern von Pflanzen auftreten, ohne makroskopisch sichtbare Symptome eines Befalls oder Schadens zu induzieren. Um zu verstehen, wie es für einen pilzlichen Endophyten möglich ist, in seinem Wirt symptomlos zu wachsen und toleriert zu werden, haben wir die Endophyt-Wirt- und die Pathogen-Wirt-Interaktionen untersucht und verglichen. Da der pilzliche Endophyt Nährstoffe von dem Wirt entzieht, ohne ausgeprägte Krankheitssymptome bzw. vermindertes Wachstum zu verursachen, ist der Endophyt ein tolerierter biologischer Stressor. Die Abwehr der Pflanze gegenüber pilzliche Endophyten erfolgt anders als die Abwehr gegen Pathogene, die Krankheiten auslösen. Erste Ergebnisse hierzu liegen aus Untersuchungen von Lärche, Gerste und dem Problemunkraut *Lamium purpureum* vor.

Infektionen der Wurzel von Lärchen- bzw. Gerstensämlingen mit den Endophyten (*Cryptosporiopsis* sp. bzw. *Fusarium* sp.) verliefen symptomlos, während die mit den Pathogenen (*Heterobasidion annosum* bzw. *Drechslera* sp.) ausgeprägte Krankheitssymptome verursachten und bald zum Tode der Pflänzchen führten. Sowohl Endophyten als auch Pathogene verursachten ausgedehnte inter- und intrazelluläre Infektionen.

Die Konzentration phenolischer Abwehrmetabolite war in der Pathogen-Wirt-Interaktion niedriger als in der Endophyt-Wirt-Interaktion. Nach pathogener Infektion der Lärchenwurzel sanken die Konzentrationen des präformierten Abwehrstoffes Catechin und der oligomeren Proanthocyanidine, die vermutlich aus Catechin polymerisiert werden, auf Null. Nach endophytischer Infektion ging die Konzentration von Catechin auf ca.50% der Kontrolle zurück, während die von den oligomeren Proanthocyanidinen anstieg. Die Konzentrationen dieser Metaboliten blieben in den Kontrollpflanzen unverändert. Der Gehalt an unlöslichen Proanthocyanidinen blieb in allen Versuchspflanzen konstant.

Während im Laufe des Versuches mit Gerste die Konzentrationen von n-4-Cumaroylputrescin und Cumaroylagmatin (Agmatine sind Vorstufen der antifungischen Hordatine der Gerste) in den Kontrollpflanzen und in den mit Endophyten infizierten Pflanzen gleichermaßen anstiegen, konnten diese Substanzen in den mit Pathogenen infizierten Pflanzen nicht mehr nachgewiesen werden. Die Konzentrationen von 4-Cumarsäure in den zellwandgebundenen Fraktionen folgten einem ähnlichen Muster.

Die PAL-Aktivität von einem Wirtskallus des problematischen Unkrauts *Lamium purpureum* wurde in Dualkulturen mit dem Endophyt *Coniothyrium palmarum* bzw. dem Pathogen *Alternaria* sp. gemessen. Eine durch den Pilz ausgelöste Nekrotisierung des Kallus wurde als hypersensitive Reaktion gedeutet. Es gab es einen schnelleren Anstieg der PAL-Aktivität auf ein

höheres Niveau nach Interaktion mit dem Pathogen im Vergleich zum Endophyt. Die gleichen Ergebnisse konnten mit Elicitoren (Zellwandpräparationen beider Pilze) erzielt werden.

Wenn der Mechanismus dieser Toleranz von Pflanzen gegenüber Endophyten vollständig aufgeklärt ist, können diese Erkenntnisse genutzt werden, um die Toleranz von Pflanzen gegen Pathogene zu erhöhen. Ansatzpunkte hierzu bieten Untersuchungen wie eine endophytische Infektion in Kombination mit einer Infektion eines Pathogens bzw. eines Mykorrhizapilzes die Toleranz der Pflanze beeinflusst.

Bedeutung von abiotischem Stress für den Ertrag und die Qualität von Zierpflanzenstecklingen

Uwe Drüge

Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V., Abteilung Pflanzenvermehrung, Mittelhäuser Straße D-99189 Kühnhausen

Der Einfluß von abiotischen Stressoren und die entgegengerichtete Toleranz sind bei der Vermehrung von Zierpflanzen durch Stecklinge einerseits ertragslimitierende Faktoren, andererseits haben sie auch für die Qualität der Stecklinge, d.h. im wesentlichen für deren Bewurzelungsfähigkeit, eine große Bedeutung. Letzteres trifft besonders dann zu, wenn die Stecklinge nach der Ernte gelagert oder transportiert werden. Wesentliche Voraussetzungen für die Beurteilung von Toleranz gegenüber abiotischen Stressoren sind die quantitative Diagnose von Stress als Anspannungszustand der Pflanze und die Kenntnis der Beziehung zwischen Stressausmaß und dem Ertrag bzw. der Qualität des Ernteproduktes.

An einem Modellsystem, der Chrysanthemen-Mutterpflanzenkultur der Sorte 'Puma weiß' in dem hydroponischen Kultursystem Plant Plane Hydroponic (Nutzung von Vlies als Substrat), wurde in insgesamt sechs Gewächshausversuchen untersucht, ob a) die Aminosäure Prolin geeignet ist, bestimmte Stresssituationen im Wurzelraum anzuzeigen, und b) welche quantitative Beziehung zwischen dem Prolingehalt der Blätter und dem Stecklingsertrag besteht.

Als geeignete Untersuchungsorgane erwiesen sich die Blätter der erntereifen Stecklinge, die durch die kontinuierliche Beerntung regelmäßig nachwachsen. Die in dem hydroponischen Kultursystem kultivierten Chrysanthemen hatten im Vergleich zu einer Kultur in organischem Substrat höhere Prolingehalte. Die Verwendung von Vliesen mit ungünstigeren Wasserspeichereigenschaften führte zu höheren, eine Verringerung des Ammonium-Nitrat-Verhältnisses der Nährlösung zu niedrigeren Prolingehalten. Eine Stabilisierung der stark schwankenden Wurzelraumtemperaturen auf einen Bereich um 20 °C resultierte ebenfalls in niedrigeren Prolingehalten, wobei dies zu

einem großen Anteil auf einen verminderten Kältestress zurückgeführt wurde. Die Wirkung eines Stressfaktors auf den Stecklingsertrag war offenbar abhängig von der allgemeinen, anhand des Prolingehaltes gemessenen Stresssituation der Pflanzen. Bei gemeinsamer Betrachtung aller sechs Versuche ergab sich für die untersuchte Sorte als Mittelwert für den gesamten Erntezeitraum ein ertragskritischer Schwellenwert im Bereich von 220 - 290 µg Prolin pro g Frischmasse, bei dessen Überschreitung ein Minderertrag an Stecklingen auftrat.

Mit Hilfe des Prolingehaltes besteht für die untersuchte Sorte die Möglichkeit, das Stressausmaß und dessen Ertragsrelevanz zu beurteilen. Hierauf aufbauend wird diese Meßgröße in ein Forschungsvorhaben einbezogen, das sich mit der Qualität von Chrysanthemen-, Pelargonien- und Poinsettienstecklingen befaßt. Die möglichen Einflüsse und Wechselwirkungen von Stressfaktoren und -toleranz bei der Stecklingsproduktion und -nacherntebehandlung (Transport/Lagerung) wurden vorgestellt. Aufgrund der hohen Sortenspezifität des Prolin und des komplexen Problems der Stecklingsbewurzelung werden weitere Inhaltsstoffe wie z.B. Nährstoffe, Kohlenhydrate und Phytohormone (zunächst Ethylen) mit einbezogen.

Toleranzmechanismen gegenüber obligat-biotrophen Sproßpathogenen

Henning von Alten und Heike Gernns

Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Universität Hannover,
Herrenhäuser Straße 2, 30419 Hannover

Pflanzen besitzen in sehr unterschiedlichem Maße die Fähigkeit, den Befall durch Pathogene ohne größere Einbußen der Leistungsfähigkeit überstehen zu können. Dieses Phänomen der Toleranz ist auch mit Hilfe von chemischen Substanzen wie z.B. B50, einem Kulturfiltrat eines *Bacillus subtilis*-Isolates, induzierbar. Gezeigt werden konnte solch eine reduzierte Schadwirkung bereits am System Echter Mehltau/Gerste im Freiland anhand des Ertrages. Neben dieser erhöhten Kompensationsfähigkeit der Pflanze, steigert B50 zusätzlich die Abwehrbereitschaft der Pflanze gegenüber dem Pathogen, sie ist induziert resistent und weist somit einen geringeren Pathogenbefall auf. Will man aber den Ursachen der Toleranz näher kommen, ist es notwendig das Phänomen der induzierten Resistenz von dem der erhöhten Kompensationsfähigkeit zu trennen. Gefordert ist ein weiteres Toleranz-induzierendes Prinzip, das in Bezug auf die Pathogenentwicklung keinen oder sogar einen fördernden Einfluß hat. Solch ein weiterer Induktor kann die arbuskuläre Mykorrhiza sein. Trotz einer systemisch erhöhten Krankheitsbereitschaft gegenüber biotrophen Sproßpathogenen sind mykorrhizierete Pflanzen in der Lage, die Schadwirkung dieser Pathogene zu reduzieren.

Anhand dieser beiden Toleranz induzierenden Prinzipien (einzeln und in Kombination miteinander) werden am System Gerste/Echter Mehltau physiologische Ursachen solch einer erhöhten Widerstandsfähigkeit untersucht. Hierzu werden im Verlauf der Entwicklung von Pflanze, Pathogen und Symbiont die Einflüsse dieser verschiedenen sinks auf die Physiologie der Pflanze beobachtet. Als Parameter dienen zunächst der Kohlenhydrat- und Stickstoffhaushalt, sowie die Seneszenzentwicklung. Ein besonderes Augenmerk ist auf den Fructanpool als wichtigsten Langzeitspeicher für Kohlenhydrate im vegetativen Gewebe des Getreides gerichtet. Veränderungen in der Menge der Fructane in den Internodien und dessen Anteil an der Kornfüllung hängen mit einer gestörten Balance zwischen Bedarf und Verfügbarkeit zusammen, wie sie zum Beispiel durch einen Befall mit biotrophen Blattpathogenen entsteht. Eine verstärkte Anlage und eine bessere Remobilisierung dieser Polymere könnten eine mögliche Ursache für eine erhöhte Kompensationsfähigkeit von Pflanzen sein. Jedoch muß neben der Menge der Assimilate auch deren Verteilung in der Pflanze unter Einfluß verschiedener sinks eine große Bedeutung zugemessen werden.

Varianz der Toleranz von Weizen gegenüber Blattläusen in Abhängigkeit von Ertragsniveau, Blattlausart und Nützlingswirkung

Bernd Freier

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Integrierten Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow

Eine wichtige Aufgabe der angewandten Forschung zur Toleranz von Kulturpflanzen besteht darin, die Dimension und Dynamik von Befall-Schadensrelationen für Schadorganismen zu erforschen und daraus Toleranzeffekte zu quantifizieren. Ein interessantes Demonstrationssystem stellt die Interaktion Getreideblattläuse-Winterweizen dar, zu der bereits ein beachtlicher Kenntnisstand vorliegt. Zahlreiche Untersuchungsergebnisse belegen, daß die Befall-Schadensrelation für *Sitobion avenae* (Ertragsverlust in mg/Ähre = $f(\text{Blattlausindex in Blattlaustage/Halm})$) degressiv steigend verläuft, wobei im schwachen Befallsbereich bis ca. 100 Blattlaustage/Halm keine Schadwirkung, also volle Toleranz, nach JAHN (1984) sogar Stimulation, erwartet werden muß. Ein geeignetes Kriterium für die Beschreibung von Toleranzeffekten ist der Ertragsverlust/Blattlaustag. Wie Modellversuche zeigen, liegt er bei Blattbefall im Vergleich zum Ährenbefall unter 50%, d.h. Blattbefall wird mehr toleriert als Ährenbefall. Auch der Befallszeitraum hat Bedeutung. In Klimakammerversuchen 1994 bei hohem Ertragsniveau (Kontrolle: 1,9 g/Halm) führte starker Frühbefall mit *Sitobion avenae* zu Ertragsverlusten von 0,56 mg/Blattlaustag, starker Spätbefall hingegen nur zu Verlusten von 0,3 mg/Blattlaustag. Spätbefall wurde also mehr toleriert als Frühbefall. Im Klimakammerexperiment 1995 bei einem extrem hohen Ertragslevel (Kontrolle: 2,5 g/Halm) wurde festgestellt, daß der

Frühbefall, der immerhin 800 Blattlaustage/Halm erreichte, unerwartet keine Ertragsauswirkungen hatte, und der hohe Spätbefall mit 0,1 mg/Blattlaustag weit unter dem Ergebnis des 1. Experimentes lag. Dieses Phänomen deutet auf beachtliche Toleranzeffekte bei extrem hohem Ertragsniveau besonders auf Frühbefall hin. Leider lieferten Zwischenernten und N-Analysen keine erklärenden Erkenntnisse. Damit wurde den Thesen von ROSSING (1991) widersprochen.

Die bisherigen Erkenntnisse verdeutlichen die enorme Varianz der Befall-Schadensrelationen und der Toleranzeffekte von Winterweizen gegenüber Getreideblattläusen in Abhängigkeit von Blattlausart, Befallsverlauf, z.B. modifiziert durch Nützlinge, und Ertragsniveau. In systematischen Modellversuchen können Daten zur Dimension der Toleranzeffekte gewonnen und Toleranzschwellen abgeleitet werden. Toleranzschwellen markieren das Feld bevor Schwellenwerte interessant werden und sind deshalb von großem praktischen Interesse. Aber auch Toleranzschwellen unterliegen einer Varianz, insbesondere im Zusammenspiel mit weiteren Schadorganismen und anderen Streßfaktoren.

Strebtoleranz-erhöhende Wirkung Phytohormon-aktiver Stoffwechselprodukte von *Bacillus subtilis*-Isolaten

Helmut Bochow, Stefan Dolej und Melkamu Alemayehu

Humboldt-Universität Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften,
Dorfstr. 9, D-13051 Berlin-Malchow

Aus unserer Sicht und basierend auf bisherige Definitionen einer Toleranz von Pflanzen gegenüber biotischen und abiotischen Stressoren (DPG Glossar, 2.Aufl., 1993) charakterisieren wir diese Eigenschaft als die Fähigkeit einer Pflanze, leistungsmindernde bzw. leistungsbeeinträchtigende Wirkungen biotischer und abiotischer Stressoren graduell zu kompensieren und/oder zu deaktivieren. Toleranz unterscheidet sich damit von einer Resistenz gegenüber abiotischen und biotischen Stressoren, indem diese Fähigkeit eine Abwehr oder Blockierung des (pathogenen) Streßeinflusses kennzeichnet. Entsprechend unterschiedlich sind die Bezugsbasen: Grad der Toleranz ist an der Leistung der Pflanze (Biomasseproduktion, Ertrag, Vitalität, Fitness) bei Einwirkung von Stressoren meßbar, Grad der Resistenz hingegen ist mit Parametern der durch den Stressor bedingten Pathogenese (Befallsintensität, Symptome, Ausbreitung bei biotischen Stressoren) zu ermitteln.

Es wird davon ausgegangen, daß die Mechanismen der Toleranz und der Resistenz qualitativ und quantitativ verschieden sind, dennoch aber in bestimmten Bereichen Kongruenzen gegeben sind. In beiden Ebenen dürften die genetisch verankerten Fähigkeiten exogen beeinflussbar (induzierbar, expressierbar, elicitierbar) sein. Mechanismen der Toleranz dürften dabei überwiegend mit den

leistungsbestimmenden Prozessen bei der Pflanze in Zusammenhang stehen (Energiepotential, Wachstum, Reparaturprozesse, Regeneration etc.).

Diese Auffassungen zur Toleranz wurden abgeleitet von unseren Untersuchungsbefunden über den Wirkungsmechanismus von Rhizosphäre-Besiedlungen mit bestimmten Isolaten des Nutzbakteriums *Bacillus subtilis*, die zu einer Wachstums- **und** Gesundheitsverbesserung (Toleranzerhöhung) gegenüber abiotischen (Toxin Fusarinsäure) und biotischen Stressoren (Pilzpathogen-Befall) bei den Pflanzen führen. Als maßgeblicher Mechanismus konnte dabei belegt werden, die Bildung von proteinen Stoffwechselprodukten des Bakteriums, die mit unmittelbarer Transduktion zur Pflanze den Phytohormonhaushalt derselben (Auxin-, Cytokinin-Aktivität) positiv beeinflussen, als vermutliches Signal zur Wachstums- und Toleranzsteigerung.

Toleranzinduktion durch Stoffwechselprodukte von *Bacillus subtilis* FZB C gegenüber *Meloidogyne*-Befall an Tomate

Eshetu Ahmed und Helmut Bochow

Humboldt-Universität Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, FG Phytomedizin/
Angewandte Entomologie, Dorfstr. 9, 13051 Berlin-Malchow

Es wurden eine Reihe von Versuchen mit Kulturfiltraten von *Bacillus subtilis* FZB C und mit synthetischen Phytohormonen bzw. Vorstufen gegen *Meloidogyne arenaria* *in vivo* und *in vitro* durchgeführt. Die Behandlungen der Tomatensämlinge erfolgte mit standardisierten Sterilkulturfiltraten (unter Ausfällung von Peptid-Antibiotika) von *B. subtilis* aus verschiedenen Fermentationsphasen (Log-Phase = 8 h, Übergangsphase = 14 h, und stationäre Phase = 72 h) durch Gießen der 50%igen KF (5ml/ Topf und Sämling) an den Wurzelhals. Eine Wasserbehandlung diente als Kontrolle. Die Applikation fand im 2-Blattstadium der Tomatenpflanzen statt. Die Pflanzen wurden nach einer Woche mit *Meloidogyne*-Larven (2000 L₂/ Pflanze und Topf) inokuliert. Quarzsand (200 ml) wurde als Substrat verwendet. Die Testpflanzen wurden nach Bedarf, wöchentlich mit 0,2%iger Wopillösung gedüngt und nach Gewicht täglich mit Wasser gegossen. Vier Wochen nach der Inokulation wurden die Biomassenentwicklung sowie Sproßfrisch-, -trockenmasse, Wurzelfrischmasse der Pflanzen und die Nematodenvermehrung (Eier/Larven pro Wurzelsystem) erfaßt.

Der *Meloidogyne*-Befall, gemessen an Eier/Larven pro Wurzelsystem, wurde durch die Kulturfiltratbehandlungen, insbesondere von der Übergangsphase und stationären Phase, gefördert. Die erhöhte *Meloidogyne*-Vermehrung führte jedoch zu keiner Verminderung der Leistungen der behandelten, befallenen Pflanzen im Vergleich zu der unbehandelten, befallenen Kontrolle (keine geringere Biomassenbildung). Die Behandlungen führten damit zu erhöhter

Toleranz, d.h. die Pflanzen waren in der Lage, die Schäden zu kompensieren. Es wurden sogar Wachstumsverbesserungen durch die Behandlungen festgestellt.

Der direkte Einfluß von Stoffwechselprodukten (Kulturfiltrate mit Antibiotika) von *B. subtilis* auf die *Meloidogyne*-Larven wurde *in vitro* untersucht. Es wurden 50, 10 und 1%ige Konzentrationen der Kulturfiltrate, des Landy-Mediums und Wasser getestet. Niedrige Konzentrationen (10 und 1%) der Kulturfiltrate von *B. subtilis* zeigten keinen Einfluß auf die Mortalität der *Meloidogyne*-Larven. In 50%igen Kulturfiltraten (außer der stationären Phase) und dem Landy-Medium (Kontrolle) lag die Mortalitätsrate am ersten Tag (24 h) nach Versuchsbeginn zwischen 70-72%. Dagegen war die Mortalitätsrate im Wasser und in der stationären Phase nach 24 h bei 1-5%. Allerdings betrug die Mortalität der *Meloidogyne*-Larven bei allen Varianten nach 72 h (Ausnahme Wasser) 99-100%. Als Erklärung könnte ein nematizider Effekt von Glutaminsäure, die sich im Landy-Medium befand, herangezogen werden (AL-SAYED; THOMASON 1988; TANDA ET AL. 1989; OSMAN 1993).

Es wurden Versuche unternommen, den Phytohormonhaushalt der Testpflanzen durch Zugabe synthetischer Phytohormone bzw. Vorstufen zu beeinflussen. Es kamen folgende Phytohormone und Vorstufen zum Einsatz: a) Indole-3-Acetic Acid (IAA) 10^{-6} mol; b) Kinetin 10^{-6} mol; c) Indole-3-Pyruvic Acid 10^{-6} mol (IPA); d) Tryptophan (TRY) 10^{-3} mol. Es wurden 40 ml/ Topf und Pflanze appliziert. Das Gießen und Düngen erfolgte ähnlich wie oben beschrieben.

Die Zufuhr synthetischer Phytohormone bzw. Vorstufen beeinflussten kaum das Pflanzenwachstum. Jedoch zeigte die IAA-Behandlung der Testpflanzen eine Erhöhung der *Meloidogyne*-Vermehrung (12-21%) gegenüber der Kontrolle. Die Wirkung von Kinetin war variabel. Bei *in vitro* Untersuchungen mit synthetischen Phytohormonen und Vorstufen auf die Mortalität der *Meloidogyne*-Larven wurde kein direkter Einfluß in den geprüften Konzentrationen festgestellt. Allerdings zeigte Tryptophan eine Verdopplung bis Verdreifachung der Larvenmortalität ab 72 h des Versuchsbeginnes. Tryptophan besaß eine nematostatische Eigenschaft bzw. Nematizidwirkung.

Literatur:

- Al-Sayed, A.A., Thomson, I.J. 1988: *Meloidogyne incognita* and tomato response to thiamine, ascorbic acid, L-arginine and L-glutamic acid. J. Nematology 20, 451-456
- Osman, G.Y. 1993: Effect of amino acids and ascorbic acid on *Meloidogyne javanica* Chitw. (*Tylenchidae, Nematoda*). Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 66, 140-142
- Tanda, A.S., Atwal, A.S.; Bajaj, Y.P.S. 1989: *In vitro* inhibition of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by sesam root exudate and its amino acids. Nematologica 35: 115-124

Reaktion von Kartoffelpflanzen auf Behandlungen mit Pflanzenextrakten und -stärkungsmitteln unter ökologischen Anbaubedingungen bei Befall mit *Phytophthora infestans*

Sabine Liedmann und Annegret Schmitt

Sächsische Landesanstalt f. Landwirtschaft, G.-Kühn-Str. 8, 04132 Leipzig; Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Biologischen Pflanzenschutz, Heinrichstr. 243, 64287 Darmstadt

Im ökologischen Landbau hat der Kartoffelanbau - insbesondere die Erzeugung von Speisekartoffeln - eine große Bedeutung. Hierbei ist die Produktion eines qualitativ hochwertigen Angebotes besonders wichtig. Da die Qualität beim Speisekartoffelanbau durch viele Faktoren beeinflusst werden kann, muß eine genaue Abstimmung der einzelnen Produktionsschritte bis hin zur Vermarktung erfolgen. Umfangreiche Literaturrecherchen sowie wiederholte Gespräche mit Praktikern und Beratern des Ökolandbaues haben ergeben, daß kritische Bereiche vor allen Dingen in der Sortenwahl, der *Phytophthora*-Prophylaxe und der Lagerung bestehen.

Die Bekämpfung der Kraut- und Braunfäule (Erreger: *Phytophthora infestans* Mont. de Bary) bereitet im Ökologischen Landbau große Probleme. Bisher sind mit den üblichen Verfahren keine befriedigenden Ergebnisse erzielt worden. Der Einsatz von erfolgversprechenden Präparaten wie z.B. kupferhaltigen Mitteln ist aufgrund der hohen ökologischen Risiken im Ökolandbau nicht oder nur mit Einschränkungen erlaubt. Innerhalb dieses Projektabschnittes werden daher ca. 10 verschiedene Mittel auf ihre Wirksamkeit hinsichtlich der Bekämpfung dieser Krankheit geprüft. Es handelt sich hierbei um neuentwickelte, erfolgversprechende Präparate wie auch um bereits in der Anwendung zugelassene, jedoch noch nicht auf ihre Wirksamkeit getestete Mittel. Zur Beurteilung der Wirkung werden neben der Bonitur des Krankheitsbefalls auch zahlreiche qualitative und quantitative Ertragsparameter erfaßt. Momentan liegen die Ergebnisse aus 2 Versuchsjahren von 2 Standorten vor. Die im folgenden erörterten Ergebnisse können demnach nur orientierenden Charakter haben. Die Prüfungen wurden in Form von Feldversuchen (vollständig randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen und 2 Sorten) durchgeführt.

Keines der geprüften Präparate konnte den Befall mit Krautfäule im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle signifikant reduzieren bzw. in annähernd gleichem Maße wie die konventionell chemisch behandelte Vergleichsvariante verringern. Allerdings konnte bei zwei Pflanzenextrakten (eigene Herstellung) sowie den Pflanzenbehandlungsmitteln „Penac P“ (Fa. Plocher, Meersburg) und „Biplantol forte“ (Fa. Bioplant Naturverfahren GmbH, Konstanz) eine positive Ertragswirkung beobachtet werden. Der Gesamtertrag der dementsprechend behandelten Varianten lag zwischen 5 und 30% über dem der unbehandelten Kontrolle, der Marktwareertrag (Knollen mit 35 - 65 mm Durchmesser) sogar zwischen 8 und 35% darüber. Während beim Merkmal „Anteil an Untergrößen“ (Knollen <35mm) keine Abweichungen festzustellen waren, war der Anteil an Übergrößen (Knollen >65mm) z.T. erheblich verringert.

Eingehende Untersuchungen des Erntematerials konnten bestätigen, daß diese Ertragswirkungen nicht mit verringerter Knollenqualität (Krankheitsbefall, Formschönheit etc.) einhergingen. Weiterhin wurden Ernteproben der einzelnen Varianten des Feldversuchs für 6 Monate eingelagert. Die Ergebnisse der ersten Lagerperiode (95/96) lassen auf eine uneingeschränkte Lagerfähigkeit der mit den angeführten Präparaten behandelten Varianten schließen. Da die behandelten Pflanzen bei nicht vermindertem Krankheitsbefall dennoch höhere Erträge erzielen konnten als die der unbehandelten Kontrolle, ist von einer Toleranzreaktion, welche durch die Behandlungsmittel ausgelöst wurde, auszugehen. Zur Sicherung dieser Aussagen müssen selbstverständlich die Ergebnisse des letzten Versuchsjahres sowie der 2. und 3. Lagerperiode abgewartet werden.

Toleranz von Pflanzen gegenüber Bakterienerkrankungen - Möglichkeiten und Grenzen

K.W.E. Rudolph, Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz der Universität Göttingen

Nach MUSSEL (1980) kommt es bei Toleranz im Gegensatz zur Resistenz zu einer starken Entwicklung des Pathogens *in planta*, ohne daß die Pflanze deutlich geschädigt wird. Es werden drei mögliche Mechanismen unterschieden:

- a) Die schädlichen Produkte des Pathogens werden inaktiviert,
- b) es fehlen Rezeptorstellen für Produkte des Pathogens und
- c) die Pflanze kompensiert die schädlichen Wirkungen.

Bei vier in Göttingen bearbeiteten Wirt/Parasit-Kombinationen wurden tolerante Interaktionen beobachtet:

1. Gegen den Bakterienbrand der Buschbohne, hervorgerufen durch *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* sind Genotypen mit guter Resistenz nur sehr selten beschrieben worden. Aber auch die Toleranz von 'Great Northern, Selektion 27' wurde durch einige hoch aggressive Bakterienstämme gebrochen. Die typischen Merkmale einer toleranten Reaktion zeigten u.a. einige Kreuzungslinien von Wilkinson (Ithaca, N.Y.) mit mehreren additiv wirkenden 'minor genes', deren Wirkungsmechanismen noch ganz ungeklärt sind (BOZZANO 1993).
2. Auch gegenüber dem bakteriellen Doldenbrand des Korianders (*Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola*) wurden Genotoypen mit toleranter Reaktion gefunden (AL-SHINAWI 1997).
3. In den letzten 2 Jahren wurden 1.400 Genotypen von Maniok auf Anfälligkeit gegenüber *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*, Erreger des Bakterienbrandes, geprüft. Bei sogenannten resistenten Sorten traten trotz Symptomentwicklung keine Ertragseinbußen (Knollengewicht) auf, weil der infektionsbedingte Schaden kompensiert werden konnte (WYDRA und DIXON, 1996). Hier besteht Forschungsbedarf zum unterschiedlichen Regenerationsvermögen der Genotypen, auch in Abhängigkeit von den ökologischen Bedingungen (Klimazonen), und zum Einfluß des Bakterienbefalls auf das Source/Sink-Verhältnis und die Metabolisierung zusätzlicher Knollensubstanzen.
4. Bei der toleranten Reaktion von Augenbohnen (cowpea) gegen *Xanthomonas campestris* pv. *vignicola* wurden die Interaktionen zwischen Biomassenproduktion und Samenertrag zum Teil positiv durch die Infektion beeinflusst (WYDRA und SIKIROU, unveröffentl.). Die Genetik der Toleranz und die zugrunde liegenden Mechanismen sollen in Zusammenarbeit mit Züchtern des IITA (Ibadan, Nigerien) untersucht werden.

In allen Fällen (insbesondere bei 1 und 3) hat es sich als schwierig erwiesen, Kultursorten mit hoher und dauerhafter Resistenz zu züchten. Um das in den toleranten Genotypen vorhandene Potential zur Unterdrückung der Krankheiten besser ausnutzen zu können, ist es erforderlich, die der Toleranz zugrundeliegenden Mechanismen zu analysieren.

Literaturzitate

- Al-Shinawi, T., 1997: Untersuchungen zur Epidemiologie von *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola*, dem Erreger des bakteriellen Doldenbrandes an Koriander (*Coriandrum sativum* L.), und zu seiner Bekämpfung durch resistente Linien. Dissertation, Universität Göttingen.
- Bozzano-Saguier, G., 1993: Unterschiedliche Sortenresistenz von Buschbohnen (*Phaseolus vulgaris* L.) gegenüber den beiden Formen des bakteriellen Bohnenbrandes (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* und *X. c.* pv. *phaseoli* var. *fuscans*), Magisterarbeit, Phytomedizin, Universität Göttingen.
- Mussel, H., 1980: Tolerance to disease, In: Horsfall, J.G. and E.B. Cowling (eds): Plant Disease, Vol. 5, pp. 39-52, Academic Press, New York, London.
- Wydra, K., and A.G.O. Dixon, 1996: Yield loss due to cassava bacterial blight, In: Ann. Report of the IITA, 1995, Project 6, Integrated management of cassava pests and diseases, p. 72.

Teilnehmerverzeichnis

Prof. Dr. Günther Adam
Universität Hamburg
Institut f. Angew. Botanik
Marseillerstr. 7
20355 Hamburg
Tel.: 040 / 412 312 353 Fax: 040 / 412 316 593
e-mail: rrz-cip-1@rrz.uni-hamburg.de

Melkamu Alemayehu
Universität Berlin
Landw.-gärtner. Fakultät, Fachgruppe Phytomedizin
Dorfstr. 9
13051 Berlin
Tel.: 030 /925 05 89 Fax: 030 /925 02 35

Prof. Dr. H.J. Aust
TU Braunschweig
Inst. f. Mikrobiologie
Spielmannstr. 7
38106 Braunschweig
Tel.: Fax: 0531 / 391 58 54

Prof. Dr. Hans Bergmann
Universität Jena
Inst. f. Ernährung und Umwelt
Dornburger Str. 27/29
07743 Jena
Tel.: 03641 / 683-0 Fax: 03641 / 693-390

Prof. Dr. Helmut Bochow
Universität Berlin
Landw.-gärtner. Fakultät, Fachgruppe Phytomedizin
Dorfstr. 9
13051 Berlin
Tel.: 030 /925 05 89 Fax: 030 /925 02 35

Dr. Christine Boyle
TU Braunschweig
Inst. f. Mikrobiologie
Spielmannstr. 7
38106 Braunschweig
Tel.: Fax: 0531 / 391 58 54

e-mail: c.boyle@tu-bs.de
Prof. Dr. H. Buchenauer
Universität Hohenheim, Inst. für Phytomedizin
Otto- Sander- Str. 5
70593 Stuttgart
Tel. 0711/459- 2387

Prof. Dr. U. Burth
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Inst. f. Integrierten Pflanzenschutz
Stahnsdorfer Damm 81
14532 Kleinmachnow
Tel.: 033203 / 48204 Fax: 033203 / 48425

Prof. Dr. Heinz-W. Dehne
Universität Bonn
Institut für Pflanzenkrankheiten
Nussallee 9
53115 Bonn
Tel. 0228 / 73 36 31 Fax 0228 / 73 34 42
e-mail: hW-dehne@uni-bonn.de

Dr. Holger Deising
Universität Konstanz
Biologie / Phytopathologie
Universitätsstr. 10
78434 Konstanz
Tel.: 07531 / 88 23 56 Fax: 07531 / 88 30 35
e-mail: holger.deising@uni-konstanz.de

Stefan Dolej
Universität Berlin
Landw.-gärtner. Fakultät ,Fachgruppe Phytomedizin
Lentzallee 55 - 57
14195 Berlin
Tel.: 030 /3147 11 75 Fax: 030 /3147 11 78

Dr. Uwe Drüge
Inst. f. Gemüse- und Zierpflanzenbau
Abteilung Pflanzenvermehrung
Mittelhauser Straße
99189 Kühnhausen
Tel.: 036201 / 785 222 Fax: 036201 / 785 250

Dr. Bernd Freier
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Inst. f. Integrierten Pflanzenschutz
Stahnsdorfer Damm 81
14532 Kleinmachnow
Tel.: 033203 / 48322 Fax: 033203 / 48425

Annette Friebe
Universität Bonn
Institut für Landwirtschaftliche Botanik
Meckenheimer Allee 176
53115 Bonn
Tel.: 0228/ 732830 Fax:

Martina Galler
Universität Hannover
Institut f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz
Herrenhäuser Str. 2
30419 Hannover
Tel.: 0511 / 762 5375 Fax: 0511 / 762 3015

Heike Germns
Universität Hannover
Institut f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz
Herrenhäuser Str. 2
30419 Hannover
Tel.: 0511 / 762 5375 Fax: 0511 / 762 3015

Dr. Gisela Grunewaldt-Stöcker
Universität Hannover
Institut f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz
Herrenhäuser Str. 2
30419 Hannover
Tel.: 0511 / 762 3507 Fax: 0511 / 762 3015

Dr. Antje Habekuß
Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen
Institut f. Epidemiologie u. Resistenz
Theodor-Roemerweg 4
06449 Aschersleben
Tel.: 03473 / 879 112 Fax: 03473 / 2709

Jürgen Helbig
Universität Berlin
Landw.-gärtner. Fakultät, Fachgruppe Phytomedizin
Lentzallee 55 - 57
14195 Berlin
Tel.: 030 /3147 11 40 Fax: 030 /3147 11 78
e-mail: helbig@map_1.iae.tu-berlin.de

Birgit Höding
FZB Biotechnik GmbH
Glienicke Weg 185
12489 Berlin
Tel.: 030 / 6705 72 56 Fax:

Prof. Dr. Jürg Huber
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Heinrichstr. 243
64287 Darmstadt
Tel.: 06151 / 407 220 Fax: 06151 / 407 290
e-mail: j.huber.biocontrol.bba@t-online.de

Birgit Krebs
FZB Biotechnik GmbH
Glienicke Weg 185
12489 Berlin
Tel.: 030 / 6705 72 56 Fax:

Volker Leinhos
AuA GmbH Jena
Saalbahnhofstr. 25
07743 Jena
Tel.: Fax: 03641 / 464 924

Dr. Sabine Liedmann
Sächsische Landesanstalt f. Landwirtschaft
FB 4 / Ref. OL
G.-Kühn-Str. 8
04132 Leipzig
Tel.: 0341 / 9174 194 Fax: 0341 / 9174 111

Dr. Bärbel Lippmann
Universität Jena
Inst. f. Ernährung und Umwelt
Naumburger Str. 98
07743 Jena

Tel.: Fax: 03641 / 6830

Prof. Dr. Horst Lyr
Georg-Herweghstr. 8
16225 Eberswalde
Tel.: 0334 / 22433 Fax: 033203/48 425

Nadja Marquardt
Universität Berlin
Landw.-gärtner. Fakultät
Lentzallee 55 - 57
14195 Berlin
Tel.: 030 /3147 11 37 Fax: 030 /3147 11 78

Dr. Frank Müller-Riebau
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Stahnsdorfer Damm 81
14532 Kleinmachnow
Tel.: 033203/ 48-328 Fax: 033203 / 48 425

Dr. Dieter Neumann
Institut f. Pflanzenbiochemie
Weinberg 3
06120 Halle/Saale
Tel.: 0345 / 55 82 251 Fax: 0345 / 55 82 157
e-mail: d.neumann@ipb.uni-halle.de

Dr. Erich-Christian Oerke
Universität Bonn
Institut für Pflanzenkrankheiten
Nussallee 9
53115 Bonn
Tel. 0228 / 73 33 41 Fax: 0228 / 73 24 42
e-mail: ec-oerke@uni-bonn.de

Prof. Dr. Hans-Michael Poehling
Universität Hannover
Institut f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz
Herrenhäuser Str. 2
30419 Hannover
Tel.: 0511 / 762 2641 Fax: 0511 / 762 3015
e-mail: poehling@mbox.ipp.uni-hannover.de

Prof. Dr. Gerhard Proeseler

Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen
Institut f. Epidemiologie u. Resistenz
Theodor-Roemerweg 4
O6449 Aschersleben
Tel.: 03473 / 879 112 Fax: 03473 / 2709

Andrea Puls
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut f. Integrierten Pflanzenschutz
Stahnsdorfer Damm 81
14532 Kleinmachnow
Tel.: 033203 / 48 404 Fax: 033203 / 48 425

Prof. Dr. Klaus Rudolph
Universität Göttingen
Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz
Grisebachstr. 6
37077 Göttingen
Tel.: 0551 / 39 37 21 Fax: 0551 / 39 41 87
e-mail: krudolp@gwdg.de

Dr. Edgar Schliephake
Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen
Institut f. Epidemiologie u. Resistenz
Theodor-Roemerweg 4
O6449 Aschersleben
Tel.: 03473 / 879 112 Fax: 03473 / 2709

Prof. Dr. Eckart Schlösser
Universität Gießen
Institut. für Phytopathologie
Bismarckstr. 16
35390 Gießen
Tel.: 0641 / 99 37 572 Fax: 0641 / 79 24 76

Dr. Annegret Schmitt
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Heinrichstr. 243
64287 Darmstadt
Tel.: 06151 / 407 241 Fax: 06151 / 407 290
e-mail: anne.schmitt.biocontrol.bba@t-online.de

Prof. Dr. Fritz Schönbeck

Universität Hannover
Institut f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz
Herrenhäuser Str. 2
30419 Hannover
Tel.: 0511 / 762 38 84 Fax: 0511 / 762 3015

Dr. Barbara Schulz
TU Braunschweig
Inst. f. Mikrobiologie
Spielmannstr. 7
38106 Braunschweig
Tel.: Fax: 0531 / 391 58 54
e-mail: b.schulz@tu-bs.de

Dr. Petra Seidel
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Inst. f. Integrierten Pflanzenschutz
Stahnsdorfer Damm 81
14532 Kleinmachnow
Tel.: 033203 / 48319 Fax: 033203 / 48425
e-mail: p.seidel@BBA.de

Prof. Dr. Richard A. Sikora
Universität Bonn
Institut f. Pflanzenkrankheiten
Nussallee 9
53115 Bonn
Tel.: 0228 / 73 24 39 Fax: 0228 / 73 24 32
e-mail: ulp406@ibm.rhrz.uni-bonn.de

Dr. Bernd Steinhauer
Universität Gießen
Institut. für Phytopathologie
Bismarckstr. 16
35390 Gießen
Tel.: 0641 / 99 37 570 Fax: 0641 / 79 24 76

Silvia Tiroke
Universität Jena
Inst. f. Ernährung und Umwelt
Naumburger Str. 98
07743 Jena
Tel.: 03641-6830 Fax: 03641 / 6830

Dr. Henning von Alten
Universität Hannover
Institut f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz
Herrenhäuser Str. 2
30419 Hannover
Tel.: 0511 / 762 3504 Fax: 0511 / 762 3015
e-mail: von-alten@mbox.ipp.uni-hannover.de

Prof. Dr. Hans-Joachim Weigel
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig- Völkenrode
Institut f. Produktions- und Ökotoxikologie
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Tel.: 0531 / 596 315 Fax: 0531 / 596 366
e-mail: weigel@poet.fal.de

Prof. Dr. Gerhard Wolf
Universität Göttingen
Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz
Grisebachstr. 6
37077 Göttingen
Tel.: 0551 / 39 37 83 Fax: 0551 / 39 41 87
e-mail: gwolf@gwdg.de

Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft erscheinen seit 1995 in zwangloser Folge. Es liegen vor:

- Heft 1, 1995: Sachverständigengutachten zur Genehmigung von Weihnachtsbaumkulturen (in Landschaftsschutzgebieten) unter Berücksichtigung von Herbizideinsätzen bzw. mechanischen oder kulturtechnischen Verfahren zur Unkrautbekämpfung und deren Folgewirkungen auf den Naturhaushalt. Dr. Gerd Heidler, 100 S.
- Heft 2, 1995: Liste der zugelassenen Pflanzenschutzmittel (Stand: 1. Januar 1995). Bearb. von Dr. Achim Holzmann u. Andreas Spinti, 63 S.
- Heft 3, 1995: Rechtliche Regelungen der Europäischen Union zur Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Wirkstoffen (Richtlinien, Verordnungen, Entscheidungen und Protokolle) (Stand: 1. Juni 1995). Bearb. von Dr. Jörg-Rainer Lundeohn, 233 S.
- Heft 4, 1995: Verzeichnis der Wirkstoffe in zugelassenen Pflanzenschutzmitteln (ehemals Merkblatt Nr. 20), (Stand: November 1994). Bearbeitet von Dr. Günter Hoffmann, 86 S.
- Heft 5, 1995: Spritz- und Sprühgeräte für Flächenkulturen. Auszug aus der BESCHREIBENDEN PFLANZENSCHUTZ- LISTE -Teil Geräte-. Bearbeitet von Dr.-Ing. Heinz Ganzelmeier, Sabine Gebauer, Hans-Joachim Wehmann und Siegfried Rietz, 170 S.
- Heft 6, 1995: Information Exchange and Prior Informed Consent (PIC) Procedure in the Export and Import of Pesticides in the Framework of the FAO Code of Conduct. Bearbeitet von Dr. Achim Holzmann, 111 S.
- Heft 7, 1995: Workshop Integrated Pest Management. November 2nd 1995, Kleinmachnow. Bearbeitet von Dr. Holger Beer, 39 S.
- Heft 8, 1995: Art und Menge der in der Bundesrepublik Deutschland abgegebenen und der exportierten Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln (1987-1994). Ergebnisse aus dem Meldeverfahren nach § 19 des Pflanzenschutzgesetzes. Bearbeitet von Dr. Hans-Hermann Schmidt, Dr. Achim Holzmann und Edelgard Adam, 65 S.
- Heft 9, 1995: Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit im öffentlichen Dienst (Stand: Juni 1995). Dirk Altwein, 16 S.
- Heft 10, 1996: Zur Umsetzung biometrischer Verfahren in SAS mit Beispielen aus dem Pflanzenschutz. Dr. Eckard Moll, 185 S.
- Heft 11, 1996: Liste der zugelassenen Pflanzenschutzmittel (Stand: 1. Januar 1996). Bearb. von Dr. Achim Holzmann u. Andreas Spinti, 63 S.
- Heft 12, 1996: Methodische Anleitung zur Bewertung der partiellen Resistenz und die SAS Anwendung RESI. Eckard Moll, 60 S.
- Heft 13, 1996: Saatgutbehandlung von Getreide und Beschreibende Liste - Beizgeräte (Stand: Dezember 1995). Bearbeitet von Dr. Helmut Ehle, Dr. Günter Menschel, Dr. Wolfgang Radtke, Siegfried Rietz, Friedrich-Otto Ripke, 48 S.
- Heft 14, 1996: Die SAS-Anwendung FELD_VA-konstruktion des Lageplanes und der varianzanalytischen Auswertung ein- bis dreifaktorieller Feldversuche. Dr. Eckard Moll, 43 S.
- Heft 15, 1996: Dokumentation der Forschungsvorhaben - Forschungsaufgaben der BBA unter besonderer Berücksichtigung ihrer „Drittmittelforschung“ - laufende Vorhaben der BBA, Stand: Januar 1996. Dr. Holger Beer, Dr. Heinrich Brammeler, 145 S.
- Heft 16, 1996: Assessing Volatilization of Pesticides: A Comparison of 18 Laboratory Methods and a Field Method. Bearbeitet von Ulrike Walter, Dr. Matthias Frost, Gamet Krasei, Prof. Dr. Wilfried Pestemer, 44 S.
- Heft 17, 1996: Fachgespräch zur Statistik in der Ökotoxikologie, 26. - 27. September 1995, Braunschweig. Bearbeitet von Dr. Gerd Joermann, Herbert Köpp, Dr. Christine Kula, 34 S.
- Heft 18, 1996: Toleranz von Pflanzen gegen Stress - das Stiefkind der phytopathologischen Forschungen? Petra Seidel, 28 S.
- Heft 19, 1996: Zuständigkeiten bei der Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und bei der EU-Wirkstoffprüfung (Stand: September 1996). Bearbeitet von Edelgard Adam, 47 S.
- Heft 20, 1996: Rechtliche Regelungen der Europäischen Union zur Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Wirkstoffen. (Richtlinien, Verordnungen, Entscheidungen und Protokolle), Stand: 1. September 1996. 2. Auflage. Bearbeitet von Dr. Jörg-Rainer Lundeohn, 347 S.
- Heft 21, 1996: Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit im öffentlichen Dienst (Stand: August 1996). Dirk Altwein, 21 S.
- Heft 22, 1996: Strategiepapier „Lückenindikation“ -Situation und Lösungen-. Dr. Waltraud Pallutt und Dr. Karsten Hohgardt, 35 S.
- Heft 23, 1997: Einführung in die Biometrie unter Berücksichtigung der Software SAS, Teil 1: Grundbegriffe, beschreibende Statistik und Vergleich zweier Mittelwerte. Dr. Eckard Moll, 111 S.
- Heft 24, 1997: Liste der zugelassenen Pflanzenschutzmittel (Stand: 1. Januar 1997). Bearb. von Dr. Achim Holzmann u. Andreas Spinti, 64 S.
- Heft 25, 1997: Synopsis of Testing Plant Protection Equipment in the Federal Republic of Germany. Bearbeitet von Siegfried Rietz, 170 S.
- Heft 26, 1997: Zuständigkeiten bei der Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und bei der EU-Wirkstoffprüfung (Stand: März 1997). Bearbeitet von Edelgard Adam, 53 S.

