

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES), Download unter www.ages.at

PFLANZENSCHUTZ- BERICHTE

Schriftleitung und Redaktion
Univ.-Doz. Dr. G. Bedlan, Wien
Mag. Astrid Plenk, Wien

Unter Mitarbeit von

Prof. Dr. Carmen Büttner, Berlin
Univ.-Prof. Mag. Dr. Erhard Christian, Wien
Prof. Dr. Heinz-Wilhelm Dehne, Bonn
Dr. Jost Freuler, Nyon

Univ.-Prof. Dr. Erwin Führer, Wien
Dr. Hans-Ulrich Haas, Freiburg
Dr. Martin Hommes, Braunschweig
Dr. Andreas Kahrer, Wien

Dr. Andreas Kofoet, Großbeeren
Prof. Dr. Wolfgang Nentwig, Bern
Univ.-Prof. Dr. Karl Stich, Wien
Prof. Dr. Andreas von Tiedemann, Göttingen
Prof. Dr. Josef-Alexander Verreet, Kiel
Prof. Dr. Volker Zinkernagel, Freising-Weihenstephan

BAND 61/ HEFT 2
2005



Inhalt	Contents	
Zukunftsperspektiven der Phytomedizin ^{*)}	Future prospects of phytomedicine	GEORG F. BACKHAUS 1
Die Bedeutung der angewandten Forschung für den Gartenbau ^{*)}	The impact of applied research for horticulture	MARTINA SCHRAUDNER 11
Gartenbau und öffentliches Grün als Indikator für den Wohlstand unserer Gesellschaft ^{*)}	Horticulture and urban green as an indicator of the prosperity of our society	HARTMUT BALDER 16
Wirkung von <i>Tribolium castaneum</i> (Hbst.), <i>Rhizopertha dominica</i> (F.) und <i>Sitotroga cerealella</i> (Oliv.) auf zwei Weizensorten	Response of two wheat varieties to <i>Tribolium castaneum</i> (Hbst.), <i>Rhizopertha dominica</i> (F.) and <i>Sitotroga cerealella</i> (Oliv.) ^{*)}	MANSOOR-UL-HASAN WAQAS WAKIL FAIZA BASHIR 27
Identifizierung und Charakterisierung des Pepino Mosaik Virus isoliert aus importierten Tomatenfrüchten	Identification and characterization of <i>Pepino mosaic virus</i> isolated from imported tomato fruits ^{*)}	LILIAN JÄRVEKÜLG S. VILLEMSON VIHU PAALME REET HUNT FRED EHRIG FRANK RABENSTEIN 33
Zum Auftreten und zur Entwicklung von <i>Spinotarsus caboverdus</i> PIERRARD (1987) (Diplopoda: Odontopygidae) auf den Kapverden ^{*)}	Occurrence and development of <i>Spinotarsus caboverdus</i> PIERRARD (1987) (Diplopoda: Odontopygidae) on Cape Verde	NASCIMENTO, B. SERMANN, H. BÜTTNER, C. 43
Reaktion von Dauersporen der Kohlhernie (<i>Plasmodiophora brassicae</i> Wor.) gegenüber Temperatur sowie einigen Herbiziden und Chemikalien unter In-vitro-Bedingungen	Response of resting spores of clubroot (<i>Plasmodiophora brassicae</i> WOR.) to temperature, some herbicides and chemicals under in-vitro-conditions ^{*)}	PAUL SCHOLZE YUNCAY JIAN 53

^{*)} Originalsprache

ISSN 0031-675X

Abonnements laufen ganzjährig und verlängern sich automatisch, wenn nicht 1 Monat vor Jahresende die eingeschriebene Kündigung erfolgt.

Schriftleitung und Redaktion: Univ.-Doz. Dr. Gerhard Bedlan und Mag. Astrid Plenk, AGES, Institut für Phytomedizin, A 1226 Wien, Spargelfeldstraße 191.

Verleger und Abonnentenbetreuung: w.o.

Erscheinungsweise: 2mal jährlich - Bezugspreis € 37,50 + 20% Mwst. p.a.

Hersteller: RepaCopy DC Wien, Triester Straße 122, 1230 Wien

Zukunftsperspektiven der Phytomedizin *)

Future prospects of phytomedicine

G. F. BACKHAUS

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig

Zusammenfassung

Die Phytomedizin ist die Wissenschaft von den Krankheiten und Beschädigungen der Pflanzen, ihren Ursachen, Erscheinungsformen, ihrem Verlauf, ihrer Verbreitung, sowie von den Maßnahmen und Mitteln zur Gesunderhaltung der Pflanzen und Bekämpfung der Schaderreger. Der Pflanzenschutz, also quasi die Therapie, ist damit ein integrativer Bestandteil dieser Wissenschaft. Der Pflanzenschutz und mit ihm die Phytomedizin befinden sich nicht nur in einer tief greifenden Diskussion, sondern auch in einer regelrechten Umbruchphase. Dies mag zwangsläufig mit ihren Arbeitsinhalten verbunden sein. Im Vordergrund steht nun vor allem die Frage, welchem Leitbild die Phytomedizin zukünftig folgen soll und wie mit den vorhandenen Ressourcen verfahren wird. Aktueller Handlungsbedarf besteht in der Definition ihrer Klientel, der Einbeziehung von verschiedensten Interessengruppen, Ziele neu zu definieren und neue Handlungskonzepte zu entwickeln. Weiters darf die Schaffung effizienter Formen der Zusammenarbeit auch mit anderen Disziplinen, die realistische Abschätzung von Trends im Zusammenhang mit langfristigen Entwicklungen und die dringende Intensivierung ihrer PR-Maßnahmen nicht vernachlässigt werden. Doch vor allem muss sich die Phytomedizin den kontroversen Diskussionen weiterhin auf wissenschaftlicher Basis stellen.

Schlüsselwörter: Phytomedizin, Pflanzenschutz, Leitbild, wissenschaftliche Diskussionen, Abschätzung von Trends

Summary

Phytomedicine is the science dealing with plant diseases and plant pests as well as general damages to plants, their causes, manifestations, epidemiology, distribution, as well as means and measures to ensure plant health and combat harmful organisms. Plant protection, the therapy so to speak, is an integrative component of this science. Plant protection and also phytomedicine are not only deep in fundamental discussion, but also in radical change. This is probably inevitably connected with the subjects of their work. Questions like which model phytomedicine should follow in the future and how the existing resources should be used are placed in the foreground. The current needs of action consist of the definition of their clientele, the inclusion of diverse interest groups, a redefinition of their goals and the development of new concepts of action. Further needs are the creation of efficient forms of co-operation with other

*) gehalten als Plenarvortrag beim 4. Symposium Phytomedizin und Pflanzenschutz im Gartenbau, 22. – 25. September 2003, Wien

disciplines, a realistic estimation of trends in connection with long-term developments and an urgent intensification of their PR measures. But above all phytomedicine must always face critical and controverse discussions on a strictly scientific basis.

Keywords: phytomedicine, plant protection, model, scientific discussions, estimation of trends

Der Pflanzenschutz und mit ihm die Phytomedizin befinden sich nicht nur in einer tiefgreifenden Diskussion, sondern auch in einer Umbruchphase. Einerseits werden sie und ihre Ergebnisse dringend benötigt. Dies versichern Praktiker, Berater und Verbandsvertreter der Landwirtschaft und des Gartenbaus immer wieder mit Vehemenz. Andererseits werden sie teils heftig und nicht immer wissenschaftsbasiert angegriffen. Kritik an Phytomedizin und Pflanzenschutz mag zwangsläufig mit ihren Arbeitsinhalten verbunden sein. Diese haben beispielsweise mit denen des Umweltschutzes und des Verbraucherschutzes nicht nur viele Berührungspunkte, sondern auch Schnittmengen. Leider richten sich aber viele Angriffe nur theoretisch gegen den Pflanzenschutz als Fachgebiet. Praktisch treffen sie auch die Menschen, die sich diesem Fachgebiet mit Engagement widmen und gewidmet haben. Es ist deshalb von außerordentlicher aktueller Bedeutung

- aktiv anzusprechen, welche Zukunftsperspektiven die Phytomedizin hat, wobei der Begriff „Perspektiven“ im Sinne der lateinischen Wortherkunft als Einblick und Durchblick, aber auch als Zukunftsaussicht verstanden werden soll,
- über Genese, Gegenwart und Zukunft dieser Wissenschaft zu diskutieren
- und daraus zukunftsfähige Konzepte zu entwickeln.

Es ist mein Anliegen, eine Diskussion zur Entwicklung dieser Wissenschaft anzuregen, damit die Weichen für die Zukunft richtig gestellt werden können.

Phytomedizin im gesellschaftlichen Kontext

Phytomedizin ist nach Aust et al. (1993) definiert als: „Wissenschaft von den Krankheiten und Beschädigungen der Pflanzen, ihren Ursachen, Erscheinungsformen, ihrem Verlauf, ihrer Verbreitung, sowie von den Maßnahmen und Mitteln zur Gesunderhaltung der Pflanzen und Bekämpfung der Schaderreger“. Der Pflanzenschutz, also quasi die Therapie, ist damit ein integrativer Bestandteil dieser Wissenschaft. So eingängig Fachwissenschaftlern dieser Begriff auch sein mag, so schwierig ist es, seine Bedeutung in der Öffentlichkeit transparent zu machen. Selbst Humanmediziner verstehen unter „Phytomedizin“ oftmals eher die Kunst des Heilens mit Hilfe von Pflanzen und Pflanzenextrakten als das Heilen der Pflanzen selbst.

Vielen Menschen aber sind Sachverhalte bewusst, die mit dem zweiten Teilgebiet der Phytomedizin, dem Pflanzenschutz, zusammenhängen. Den einen, weil sie Landwirte sind oder selbst einen Garten haben und wissen, dass Pflanzenschutz die Leistungsfähigkeit oder Schönheit der Pflanzen erhalten soll. Den anderen, weil sie Negativschlagzeilen kennen über Pflanzenschutzmittel im Wasser, im Honig, auf anderen Nahrungsmitteln oder gar im Fettgewebe wild lebender Tiere. Leider sind die Kenntnisse über Pflanzenschutz und Phytomedizin häufig recht diffus und verbunden mit

einem gerüttelten Maß an Verunsicherung. Diese Verunsicherung, das ist ein persönlicher Eindruck, ist aber nicht singular auf Pflanzenschutz ausgerichtet. Sie ist offenbar eingebettet in eine allgemeine aktuelle gesellschaftliche Situation. So erleben wir eine zwiespältige Reaktion auf neue technologische Entwicklungen. Auf der einen Seite sind die Menschen fasziniert von neuen Dimensionen der Kommunikationstechnik, der Globalisierung der Märkte, der Chancen der Gentechnik für die Humanmedizin und vieles mehr. Auf der anderen Seite sind die Menschen verunsichert, und zwar auf nahezu allen Ebenen.

Auf **Verbraucherebene** erstrecken sich Verunsicherung und häufig auch Misstrauen auf die Qualität der Produkte und Produktionsprozesse und die Glaubwürdigkeit der Experten. Dies trifft im Falle des Pflanzenschutzes tief ins Herz der Phytomedizin. Die Verunsicherung erstreckt sich gleichwohl auf die Entscheidung von Behörden und auf das Vertrauen in Pflanzenproduzenten und die Hersteller von Therapeutika (Pflanzenschutzmittel).

Auf der **Entscheidungsebene** herrschen Verunsicherungen darüber: Sind die Daten valide, auf deren Basis Entscheidungen und Zukunftsprogramme aufgebaut wurden und werden? Mit welcher Geschwindigkeit entwickeln sich neue Technologien? Werden sie in Zukunft beherrschbar sein? Sind aufgrund neuer Technologien gravierende gesellschaftliche Veränderungen zu besorgen? Sind die gestern getroffenen Entscheidungen heute noch Maßstab oder muss wieder einmal nachgebessert werden?

Auf der **wissenschaftlichen Ebene**, und hier schließt sich der Bogen zur Phytomedizin, bestehen viele Fragen, beispielsweise: Wie können die modernen Biowissenschaften integriert und in praktische Anwendungen umgesetzt werden? Welchen Stellenwert hat die klassische Phytomedizin, und wie kann sie sich im Rahmen knapp gewordener Forschungsmittel behaupten? Welche Ausbildungsrichtungen müssen jungen Menschen anempfohlen oder vorgegeben werden? Mit welcher Form und mit welchen Inhalten der wissenschaftlichen Ausbildung kann die Zukunft der Phytomedizin und die des wissenschaftlichen Nachwuchses gesichert werden?

Auf der **Umsetzungsebene** von Forschungsergebnissen und behördlichen Entscheidungen, also beispielsweise in der Beratung, ist die Unsicherheit vielleicht besonders ausgeprägt. Dabei tragen bestimmte Faktoren zur Verunsicherung bei:

- Die EU-Wirkstoffprüfung verbunden mit der Fragen, welche Stoffe tatsächlich zukunftsfähig sein werden.
- Der Druck der Umwelt- und Verbraucherverbände mit dem Ruf nach stärkeren Restriktionen, Abschaffung von Wirkstoffen, Kontrollen und Qualitätssicherungsmaßnahmen.
- Der Druck der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Praxis aus ökonomischen und Wettbewerbsgründen.
- Der enorme Druck der Haushälter auf die Budgets der Forschungs- und Beratungsorganisationen mit einer ständigen Folge von Umorganisationen, Neustrukturierungen und Aufgabenänderungen, in der Regel verbunden mit erheblichem Personalabbau.
- Die Rolle des Integrierten Pflanzenschutzes in der Zukunft.

Welches ist das Leitbild ?

Integrierter Pflanzenschutz ist „eine Kombination von Verfahren, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer, anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränkt wird“. Dieser Integrierte Pflanzenschutz war für Jahrzehnte das Leitbild der Phytomediziner (vgl. Freier et al., 1999), und das nicht nur auf nationaler, sondern auch auf internationaler Ebene. So ist in der Agenda 21 (United Nations Conference on Environment and Development A/Conf. 151/4 (Part II), 98) nachzulesen: „Ein integrierter Pflanzenschutz, der die biologische Bekämpfung, Wirtspflanzenresistenz und angepasste Anbaupraktiken miteinander verknüpft und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf ein Minimum reduziert, ist eine optimale Lösung für die Zukunft, da er die Erträge sichert, die Kosten senkt, umweltverträglich ist und zur Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft beiträgt.“ In verschiedenen Konferenzen der OECD und anderer internationaler Organisationen (z. B. der ISPP, 2003) ist dieses in den vergangenen Jahren mehrfach bestätigt worden.

Zwischenzeitlich werden jedoch Zweifel laut, ob der Integrierte Pflanzenschutz diese Erwartungen wirklich erfüllen kann. Die Zweifel werden geschürt durch Meldungen, wonach

- die Menge der in der Landwirtschaft, im Gartenbau, Obstbau ; Weinbau und in der Forstwirtschaft ausgebrachten Pflanzenschutzmittel seit Jahren keineswegs rückläufig sei, sondern stagniere,
- den gestiegenen Aufwendungen für den Pflanzenschutz keine Abnahme, sondern eine Zunahme an relevanten Pflanzenschutzproblemen gegenüber stehe (z. B. Schönbeck et al., 1988),
- sich der Integrierte Pflanzenschutz ohnehin in der Praxis des intensiven Landbaus nicht umsetzen ließe.

Darüber hinaus würden die erarbeiteten Modelle und Konzepte immer wieder durch Entscheidungen politischer, ökonomischer oder administrativer Art, die wir als Phytomediziner nicht beeinflussen könnten, erneut überarbeitungsbedürftig. Hinzu kommt, dass offizielle politische Verlautbarungen der jüngeren Zeit in eine andere Richtung weisen. So äußerte U. Höfken, damals stellvertretende Vorsitzende des Agrarausschusses des Deutschen Bundestages im Februar 2001 (Quelle: Focus 5, 2001; Pro & Contra): „Perspektivisch ist der Ökolandbau unser Leitbild für eine moderne zukunftsfähige Landwirtschaft, weil er die Erzeugung gesunder Lebensmittel mit dem Schutz der natürlichen Ressourcen und tiergerechten Haltungsformen verbindet.“ Diese Sichtweise wurde von vielen anderen politischen Stellungnahmen mit getragen.

Aus all diesen Erscheinungen erwachsen für viele Fachkollegen die Fragen: Wofür soll sich die Phytomedizin engagieren, worauf soll sie ihre Arbeitsrichtung konzentrieren? Soll sie nur noch kontrollieren, zertifizieren und neue Richtlinien, Auflagen und Bestimmungen formulieren und im Zweifelsfall Sicherheitsforschungen betreiben? Lohnt es sich noch, sich für den Schutz der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen auf breiter Ebene aktiv einzusetzen? Ist ein weiterer wissenschaftlich-technischer Fortschritt hier überhaupt noch erwünscht, insbesondere in den relativ wohlhabenden Industrieländern Europas?

Leistungen der Phytomedizin

Das ist ein Eindruck, den viele Gespräche der vergangenen zwei oder drei Jahre vermittelt haben. Als selbstbewusster Vertreter einer zukunftsorientierten Wissenschaft muss man sich aber fragen: Haben wir Phytomediziner diese Verunsicherung eigentlich nötig? Es haben doch gerade die Arbeitsergebnisse der Phytomedizin erheblich dazu beigetragen, die Ernten zu sichern, mühsame Handarbeit zu ersetzen, die Qualität der pflanzlichen Produkte wie auch die Effizienz des Anbaus zu verbessern, ja letztlich, dem Verbraucher hochwertige Nahrungsmittel zu erschwinglichen Preisen zur Verfügung zu stellen, und das trotz der vielfältigen politischen Veränderungen in den vergangenen 100 Jahren. Damit stand und steht die Phytomedizin doch immer auch im Dienste der Konsumenten, wie auch des Pflanzenbaus. Wie war denn die Ausgangslage zur der Zeit, als beispielsweise die Biologische Abteilung für Land- und Forstwirtschaft am Kaiserlichen Gesundheitsamt zu Berlin (heutige Nachfolgerin: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft) gegründet wurde (1898)? Ich möchte hier speziell die Phytomedizin ansprechen und nicht ausführlicher auf die Ernährungslage oder Produktqualität zu der damaligen Zeit eingehen (vgl. auch Backhaus, 1998). Ausgangspunkt für die wissenschaftlichen Bemühungen um die Ursachen von Pflanzenkrankheiten und Beschädigungen war stets das Auftreten schwerwiegender Probleme in der Praxis des Pflanzenbaus mit Ernteverlusten, die bis hin zu Hunger in der Bevölkerung Auswirkungen zeigten, oder mit mangelhafter Qualität der Früchte und Ziergewächse, die die Verkaufsfähigkeit beeinträchtigten oder verhinderten und die Existenz von Produktionsbetrieben oder ganzen Anbauregionen bedrohten (vgl. auch Appel 1926, Spreng 1927). Es mag mit dem wachsenden Bevölkerungsdruck und dem steigenden Bedarf für gärtnerische und landwirtschaftliche Produkte besonders in den industriell geprägten Ballungszentren der damaligen Zeit zusammenhängen, dass die immensen Bemühungen um eine Steigerung der Produktivität in Gartenbau und Landwirtschaft während des 19. Jahrhunderts u. a. auch in zunehmenden wirtschaftlichen Verlusten durch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge mündeten. Als Beispiel der Situation zur damaligen Zeit sei von Thümen (1886) zitiert: *„Es ist leider eine nicht wegzuleugnende Thatsache, dass die Anzahl der den Landwirth in seinen Culturen und in seinen Producten bedrohenden Schädlinge nicht allein von Jahr zu Jahr stetig, ja, sogar rapid steigende ist, sondern dass auch andererseits die durch all diese Feinde involvirten Schäden immer heftiger und fühlbarer werden, mit einem Worte, dass die meisten der Uebel selbst einen stets gefährlicher werdenden Charakter annehmen.“* Und weiter: *„Mit Feinden aus dem Thier- und Pflanzenreiche hat der Ackerbauer, der Forstmann, Gärtner, Obst- und Weinzüchter seit jeher, ... , zu kämpfen gehabt. Niemals haben diese Feinde aber den von ihnen heimgesuchten derartig schwere Sorgen bereitet, wie es heutigentags der Fall ist, niemals in einer solchen Weise - die man geradezu als existenzvernichtend bezeichnen kann - gewüthet, wie wir dies in der Gegenwart erleben.“*

Ähnliche Beschreibungen der offenbar katastrophalen Situation jener Zeit finden sich auch in anderen Werken. Noch fast 40 Jahre später beklagt Appel (1926): *„Das Auftreten von Krankheiten ist weit zurück zu verfolgen; aber während früher nur einige wenige so stark auftraten, daß man besondere Maßnahmen dagegen ergriff, ist heute die Bekämpfung der Krankheiten eines der wichtigsten Gebiete unseres Pflanzenbaus geworden. Welche Bedeutung die Krankheiten und ihre Bekämpfung heute besitzen, geht daraus hervor, daß die Kultur einzelner, besonders wertvoller Pflanzen schon seit*

längerer Zeit gar nicht mehr durchgeführt werden kann.“ Appel (1926) nannte in diesem Zusammenhang besonders den Gemüse- und Obstbau, den er aufgrund der Pflanzenschutzprobleme als stark gefährdet ansah. So beschrieb er als Beispiel die Situation des Alten Landes nach starkem Auftreten von Apfelschorf und Apfelblattsaugern folgendermaßen: *„Ein genauer Kenner dieses Erwerbsobstbaus schätzt den jetzigen Hektarertrag an Äpfeln auf allerhöchstens 25% der früher in derselben Gegend gewonnenen Ernte. Wenn es nicht gelingt, in kurzer Zeit die Bäume wieder zum Tragen zu bringen, so ist der Obstbau an der Niederelbe unrettbar verloren.“* Diese Aussagen zeigen eine gewisse Verzweiflung der Betroffenen wie auch der Forscher angesichts der Tatsache, dass oftmals nicht einmal die Schadensursachen hinreichend bekannt waren, geschweige denn, dass praktikable und wirksame Abwehrverfahren gegen Schadorganismen zur Verfügung gestanden hätten. Daraufhin folgte in Verlauf der Jahrzehnte der Aufbau von Forschungseinrichtungen, die Organisation vernetzter Pflanzenschutzdienste und die Entwicklung innovativer Pflanzenschutzverfahren. Und heute sehen wir in der Retrospektive die Phytomedizin als eine prosperierende Wissenschaft mit interdisziplinärem Charakter, die viele Erfolge aufzuweisen hat. Sie hat beispielsweise:

- eine Vielzahl an Schadensursachen mit Untersuchung der Wirt-Parasit-Verhältnisse geklärt und die physiologischen Reaktionen von Pflanze, Pathogen und Schädlingen analysiert,
- Nachweisverfahren entwickelt und optimiert,
- sich bemüht, Befall bereits vorausschauend zu verhindern, z. B. durch Prognosemodelle, Maßnahmen der Hygiene und der Pflanzenbeschau, und sie hat dazu ganze Netzwerke auf administrativer Ebene aufgebaut,
- sich mit Erfolg darum gekümmert, Pflanzen zu schützen, und sie war dabei und auch bei den Einzelmethoden sehr findig, sich immer wieder den Anforderungen von außen zu stellen, ihre Konzepte danach auszurichten und Risiken für Verbraucher und Umwelt über Sicherheits- und Begleitforschung und geeignete Maßnahmen zu minimieren,
- ihr Möglichstes getan, um die Effizienz der Maßnahmen zu optimieren (z. B. über die Applikationstechnik, innovative Formulierungen etc.),
- und sie hat die Erkenntnisse in Form betriebsbezogener Konzepte mit Hilfe der Beratung, Diagnosehilfen, Expertensysteme und auch Kontrollen in der Praxis verankert.

Wenn hier von der „Phytomedizin“ die Rede ist, dann standen und stehen dahinter immer engagierte Menschen in Forschung, Entwicklung, Beratung und Administration, die mit Akribie und Begeisterung bei der Sache waren und - das halte ich für wichtig - mit Kontinuität an den jeweiligen Fragen arbeiten konnten. Wie es die Vielfalt der Interessenlagen von Menschen mit sich bringt, ging und geht das nicht ohne intensive Diskussionen und auch kontroversen Auseinandersetzungen, heute nicht und früher auch nicht. Beispiele dafür, dass die Maßnahmen insbesondere des chemischen Pflanzenschutzes schon immer unter den Phytomedizinern kontrovers diskutiert wurden und die Risikobetrachtungen der heutigen Zeit vom Grundsatz her gar nicht so neu sind, findet man u. a. bei Richter (1910), der mit Blick auf die damaligen Pflanzenschutzmaßnahmen im Obstbau schreibt: *„Abgesehen davon, dass trotz aller Bespritzung der Obstbäume mit Karbolineum und dergleichen sehr häufig das Ungeziefer überhaupt*

nicht vertilgt wird, so erwächst durch Anwendung dergleichen Spritzmitteln ein weiterer unberechenbarer Schade. Sämtliche Singvögel, unsere besten Gehilfen bei der Vertilgung der schädlichen Insekten, bleiben den gespritzten Obstbäumen fern.“ Und weiter: „wird außer den Blättern und Zweigen nicht auch der Boden mit Spritzgift getränkt? ...Werden die weiteren Ernährer des Baumes nicht geradezu gezwungen, allmähliches Krankwerden, womöglich den Tod durch Vergiftung über sich ergehen zu lassen?“ Und nahezu resignierend schließt Richter (1910): „Es ist daher tief zu beklagen, dass man Gesundheit, Ertragsfähigkeit, Wohl und Wehe unseres heutigen Obstbaus von künstlichen, womöglich Gift enthaltenden Mitteln abhängig machen will.“

Natürlich, so weiß man im Nachhinein, gab es Defizite, Versäumnisse und Fehleinschätzungen. Daraus kann und muss man lernen. Insgesamt jedoch verfügt die Phytomedizin über eine große Expertise und über langfristig nutzbare Arbeitsergebnisse. Es hat deshalb keinen Sinn, in ein Resignationskonzert einzustimmen. Änderungen müssen auch als Chance begriffen werden. Was wirklich sinnvoll ist, ist eine nüchterne Faktorenanalyse und darauf aufbauend die Erarbeitung von Modellen für die Zukunft. Das kann niemand allein leisten. Dies muss gemeinsam mit all den Menschen angegangen werden, die nicht nur ihr Wissen und ihre Erfahrung zur Verfügung stellen, sondern die mit Optimismus und Interesse den Weg der Phytomedizin weiter entwickeln, definieren und gestalten wollen.

Erfordernisse zur Zukunftsgestaltung und Handlungsbedarf

Um die Zukunft anzugehen, müssen eine Reihe von Fragen beantwortet werden, insbesondere:

- Welches Potential steht zur Bewältigung der Zukunftsaufgaben zur Verfügung und wie belastbar ist es?
- Welche Faktoren sind so stringent, dass sie die Erfolgswahrscheinlichkeit jedes Konzeptes, das wir entwickeln, determinieren und die deshalb bei jeder Konzeptentwicklung berücksichtigt werden müssen?
- Wo müssen in Zukunft die Akzente gesetzt werden?

Last not least muss der Handlungsbedarf identifiziert, definiert und formuliert werden.

Zu den **wichtigsten Potentialen** der Phytomedizin zählen:

- Engagierte Menschen mit guter Ausbildung und Erfahrung
- Interdisziplinäres Wissen und Arbeiten
- Unmittelbare Verknüpfungen zwischen Forschung und Anwendung
- Funktionierende Infrastruktur
- Vielzahl vorhandener Werkzeuge, Verfahren, Methoden
- Breit angelegte internationale Kontakte
- Internationale und nationale Anerkennung der Arbeiten

Diese unglaublich wichtigen Potentiale sind noch vorhanden. Es besteht aber durchaus die Gefahr, dass sie angesichts der ständigen und häufig scheinbar oder tatsächlich unkoordinierten organisatorischen Umformungen in Hochschulen, Industrie, Forschungseinrichtungen und Behörden und angesichts der Zunahme der Bedeutung rein

administrativer Maßnahmen, bis hin zur Intensivierung der staatlichen oder staatlich veranlassten Überwachungsfunktionen, rapide abnehmen. Diesem Potenzialabbau müssen sich die Phytomediziner entgegenstemmen. Das wird nicht in konservatorischer Form in dem Sinne gehen, dass die bisherigen Formen erhalten werden müssten. Zu tiefgehend sind die globalen und nationalen strukturellen und gesellschaftlichen Veränderungen. Vielmehr gilt es neue Konzepte für die Zukunftsfähigkeit der Phytomedizin im gesellschaftlichen Kontext zu erarbeiten.

Die Faktoren, die es bei einer Konzeptfindung zu berücksichtigen gilt, sind dabei sehr vielfältig. Zu den **wichtigsten Einflussfaktoren** auf die Phytomedizin und deren Konzeptgestaltung in der Zukunft zählen:

- Der politische Wille
- das Verhalten der Verbraucher
- die Urbanisierung der Gesellschaft
- die Pflanzenproduzenten und –verarbeiter, ihr Verhalten und ihre Rahmenbedingungen
- die Internationalisierung von Handels- und Geschäftsbeziehungen
- die Fusionsprozesse der Industrieunternehmen
- die Konzentrierung der Vermarkter gärtnerischer und landwirtschaftlicher Produkte, besonders im Lebensmitteleinzelhandel
- die spezifischen Interessen der Lebensmittelindustrie (z. B. functional food)
- der weltweite Bevölkerungsanstieg mit allen anhängenden sozioökonomischen Folgen, und, besonders wichtig
- die Phytomediziner selbst und deren Engagement und Verhalten zugunsten der gemeinsamen Sache

Wenn in Anbetracht der vorgehend beschriebenen Faktoren und der derzeitigen Gesamtlage die **Schwerpunkte für die Zukunft** neu gesetzt werden, dann sollte als besonders wichtig einbezogen werden:

- Weiterentwicklung und Optimierung von Diagnoseverfahren und deren Umsetzung in Expertensysteme. Dazu gehört unbedingt auch die Expertise in der Taxonomie.
- Stärkere gegenseitige Integration der Molekularbiologie und der „klassischen“ Phytopathologie, z. B. für Screeningprogramme, Diagnosen, etc..
- Analysen der Wirt-Parasit-Beziehungen, besonders mit Blick auf Resistenz/Toleranz.
- Weiterentwicklung des Integrierten Pflanzenschutzes – Erarbeitung weiterer realistischer Modelle und Verfahren, um die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß zu beschränken, inkl. innovativer Anwendungsformen und –techniken. Dieses Konzept gilt – vielleicht in abgewandelter Form – auch für ökologische Anbauweisen.
- Verstärkte Entwicklung biologischer Pflanzenschutzverfahren, besonders für Sonderkulturen, in denen geeignete andere Lösungen nur begrenzt zur Verfügung stehen.
- Entwicklung von Methoden und Verfahren der Schadensverhinderung im ökologischen Landbau.

- Nachhaltige Verfahren des Pflanzenschutzes im urbanen Grün bzw. im urbanen und periurbanen Gartenbau (vgl. auch Backhaus und Balder, 2000).

Diese Überlegungen führen zu einem aktuellen vielfältigen **Handlungsbedarf** für die Phytomedizin, damit sie auch international den Anschluss behält und sich als zukunftsfähig erweist. Als besonders dringend sollen genannt sein:

- Die Phytomedizin muss ihre Klientel bzw. Kunden und Ansprechpartner klar definieren.
- Audiatur et altera pars – die Phytomedizin muss in ihren Diskussionsprozess verschiedene Interessengruppen einbeziehen und sich den kontroversen Diskussionen weiterhin stellen, und zwar auf wissenschaftlich abgesicherter Basis.
- Die Phytomedizin muss ihre Ziele definieren und neue gemeinsame Handlungskonzepte, auch bereichsübergreifend, entwickeln.
- Fördermittel müssen gezielt und strukturiert eingesetzt werden. Die Phytomedizin muss sich hier mit ihren Gremien stärker einbringen.
- Die Phytomedizin muss effiziente Formen der Zusammenarbeit finden. Auf keinen Fall darf sie zulassen, dass das bislang so erfolgreiche wissenschaftlich-praktische Netzwerk (des Pflanzenschutzdienstes) ersatzlos schrumpft oder gar verschwindet.
- Die Phytomedizin muss die horizontale Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen fördern und darf sich mit ihren verschiedenen Zweigen nicht gegeneinander ausspielen oder ausspielen lassen.
- Die Phytomedizin muss langfristige Entwicklungen, auch solche gesellschaftlicher und ökonomischer Art, einbeziehen und sich bemühen, Trends realistisch abzuschätzen.
- Die Phytomedizin muss dringend ihre PR-Maßnahmen intensivieren.
- Die Diskussion zwischen Regulierungsseite und fachwissenschaftlicher Seite muss weiter intensiviert werden. Eine wesentliche Aufgabe der fachwissenschaftlichen Seite ist es, die Regulierungsseite unabhängig und wissenschaftlich zu beraten und damit u. a. Überregulierungen entgegen zu wirken.

Diese Zusammenstellung der Gedanken eines Wissenschaftlers zur Phytomedizin und ihrer Zukunft erfüllt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, und sie repräsentiert vielfach auch nur persönliche Erfahrungen. Es handelt sich um Vorschläge, um die Diskussion zu initiieren. Es ist aber ohne Zweifel eine wichtige Aufgabe der nächsten Zeit, die hier aufgestellten Fragen und Gedanken mit konkreten Inhalten zu erfüllen. Das kann niemand allein leisten, und es gelingt auch nicht im stillen Kämmerlein. Das ist eine gemeinsame Aufgabe. Und diese verlangt außer Aufwand, Arbeit, Abstimmung von Interessen und Meinungen etwas sehr wichtiges, nämlich Begeisterung für die Wissenschaft Phytomedizin.

Literatur:

ANONYM: Agenda 21. United Nations Conference on environment and development A/conf. 151/4 (Part II), 98, 1992

Anonym: Erstes Gesetz zur Änderung des Pflanzenschutzgesetzes (PflSchG). BGBl. I S. 971, 1527, 1998

Appel, O.: Die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes. In: Vogt, E.: Die chemischen Pflanzenschutzmittel. W. de Gruyter Verlag Berlin, 5 – 10, 1926

Aust, H.-J., Bochow, H., Buchenauer, H., Klingauf, F., Niemann, P., Petzold, R., Pöhling, H. M., Scheinpflug, H., Schönbeck, F.: Glossar phytomedizinischer Begriffe. Schriftenreihe der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft, Vol.3, Ulmer Verlag Stuttgart, 149 Seiten, 1993

Backhaus, G. F.: Gartenbau und Pflanzenschutz im Wandel der Zeit. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 345, 7-47, 1998

Backhaus, G. F. und Balder, H.: Urbaner Gartenbau an der Schwelle eines neuen Jahrhunderts. Stadt und Grün 49 (13), 3 – 9, 2000

Freier, B., Burth, U., Klingauf, F.: Integrierter Pflanzenschutz als Leitbild – Die Anforderungen liegen über der derzeitigen Handlungsnorm der guten fachlichen Praxis. Nachrichtenbl.Deut.Pflanzenschutzd. 51 (3), 66-70, 1999

Richter, R.: Der neue Obstbau. 2. Auflage, Jungborn Verlag Stapelburg/Harz, 134 Seiten, 1910

Schönbeck, F., Klingauf, F., Kraus, P.: Situation, Aufgaben und Perspektiven des Biologischen Pflanzenschutzes. Gesunde Pflanzen 40 (3), 86-96, 1988

Spreng, H.: Der Obstbau wie er ist und wie er sein sollte. Verbandsdruckerei Bern, herausg. vom Verband der schweizerischen Obsthandels- und Obstverwertungsfirmer in Zug, Schweiz. 1927

Thümen, F. von: Die Bekämpfung der Pilzkrankheiten unserer Culturgewächse. Faesy Verlag Wien, 157 Seiten, 1886

Die Bedeutung der angewandten Forschung für den Gartenbau *)

The impact of applied research for horticulture

MARTINA SCHRAUDNER

Fraunhofer Gesellschaft München, HansasträÙe 27c

Zusammenfassung

Die Diskussion um die Gentechnik, BSE, "functional food" und der Druck zum umweltbewussten Denken hat in den letzten Jahren in Europa eine heftige Diskussion um Lebensmittel, Lebensmittelqualität und notwendige strukturelle Veränderungen ausgelöst. Während die Grundlagenforschung sich dem Erkenntnisgewinn verschreibt, ist die angewandte Forschung, so auch die Forschung für Landwirtschaft und Gartenbau entlang der Wertschöpfungskette orientiert. In der gartenbau- und landwirtschaftlichen Forschung hat die Lebensmittelsicherheit und die ökologische Orientierung auf allen Ebenen an Bedeutung gewonnen. Die Forschung in Landwirtschaft und Gartenbau hat sich damit neben dem Ziel der gesicherten Ernährung für die Bevölkerung - einem weltweit hohen Ziel - um Aspekte erweitert, die für eine Informationsgesellschaft typisch sind. Dazu gehören neben dem Produzenten landwirtschaftlicher Erzeugnisse, dem Verbraucher und den Behörden auch die Beratung und die Forschung für die Nahrungsmittel- und Chemische Industrie.

Stichwörter: Erkenntnisgewinn, Wertschöpfungskette, Lebensmittelsicherheit

Summary

The discussions on genetic engineering, BSE and „functional food“ as well as the pressure for environmental consciousness have aroused an intense discussion in Europe within the last few years on food, food quality and necessary structural changes. While fundamental research is devoting itself to academic dividends, applied research in general, and in agriculture and horticulture in particular, also orients itself along the value-adding chain. In agricultural and horticultural research food quality and an ecological orientation have increased in importance at all levels. Besides setting itself the goal of ensuring the nourishment of the population – a high objective worldwide – it has expanded by aspects typical of the information society. In addition to producers of agricultural products, consumers and governmental authorities, advice and the research are also given to the food and chemical industries.

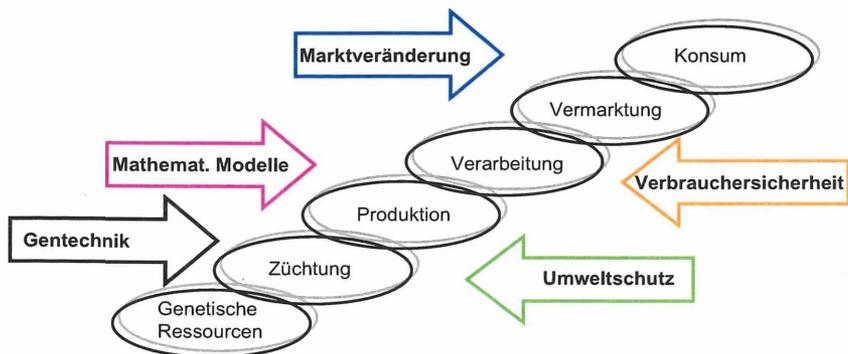
Keywords: cognition profit, value chain, food safety

*) gehalten als Plenarvortrag beim 4. Symposium Phytomedizin und Pflanzenschutz im Gartenbau, 22. – 25. September 2003, Wien

Die landwirtschaftliche Forschung durchläuft eine Neuorientierung. Die Diskussion um die Gentechnik, BSE, "functional food" und der Druck zum umweltbewussten Denken hat in den letzten Jahren in Europa eine heftige Diskussion um Lebensmittel, Lebensmittelqualität und notwendige strukturelle Veränderungen ausgelöst. So gab es in der Europäischen Union das Moratorium zur Freisetzung von gentechnisch veränderten Pflanzen und lang anhaltende Debatten über die Kennzeichnungspflicht gentechnisch veränderter Lebensmittel. Inzwischen sind in den Mitgliedstaaten der EU unterschiedliche Regelungen gefunden worden. Es sind nun die Schwellenländer Asiens und Südamerikas, die zu den größten Herstellern genetisch veränderten Saatguts gehören (in der Reihenfolge: USA, Argentinien, Kanada, Brasilien, China). Eine andere Entwicklung ist die signifikante Zunahme von *Nahrungsergänzungsmitteln*, *angereicherten Lebensmitteln* sowie insbesondere vom so genannten *Functional Food*, die inzwischen aufgrund ihrer gesundheitsbezogenen Aussagen und beschriebenen Wirkungen auf den Organismus im Grenzbereich zwischen Arznei- und Lebensmittel einzuordnen sind. Zwar weisen die heutigen Lebens- und Futtermittel einen bisher nie erreichten Qualitäts- und Sicherheitsstandard auf, da die Effektivität der Lebensmittelüberwachung, aber auch die Intensität der Eigenkontrollmaßnahmen der Hersteller ständig zunehmen. Jedoch zeigen die verschiedenen Skandale in der jüngeren Vergangenheit, dass Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit nur im Rahmen einer gut funktionierenden internationalen Zusammenarbeit realisiert werden können. Die Gründung der europäischen Lebensmittelbehörde belegt derartige Entwicklungen. Sie hat sich den der Aufbau eines Schnellwarnsystems für Lebens- und Futtermittel auf europäischer Ebene zur Aufgabe gestellt.

Um diesen Veränderungen im Bereich der agrarwissenschaftlichen Forschung zu folgen, sind im Zug der Hochschulprofilierung im deutschsprachigen Raum an den Universitäten *Lebenswissenschaftliche Zentren* mit unterschiedlichen Schwerpunkten entstanden: so wird in Weihenstephan die Landwirtschaft mit der Ernährungsphysiologie kombiniert, Hohenheim verstärkt die Thematik der Weiterverarbeitung von landwirtschaftlichen Produkten.

Damit erfährt die Forschung im Agrarbereich eine Neuorientierung. Während die Grundlagenforschung sich dem Erkenntnisgewinn verschreibt, ist die angewandte Forschung, entlang der Wertschöpfungskette orientiert (Abbildung 1).



Intensiver Wissenstransfer zwischen Forschung und Praxis

Abb.1: Prozesskette in der Landwirtschaft

In der agrarwissenschaftlichen Forschung hat die Lebensmittelsicherheit und die ökologische Orientierung im Produktionsprozess auf allen Ebenen an Bedeutung gewonnen. Konsequenterweise vernetzen sich die bisherigen Forschungsansätze von der Züchtung über den Anbau, die Bodenbearbeitung bis hin zu n, kulturtechnische Maßnahmen im Sinne der Ertragssicherung, dem Pflanzenschutz und der Vermarktung mit der Verbrauchersicherheit und Verbrauchergesundheit. Diese inhaltliche Verschiebung und Vernetzung der Forschung lässt sich in den Förderplänen der Ministerien, z.B. des deutschen Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) ablesen. Die Forschung in Landwirtschaft und Gartenbau hat sich damit neben dem Ziel der gesicherten Ernährung für die Bevölkerung - einem weltweit hohem Ziel - um Aspekte erweitert, die für eine Informationsgesellschaft typisch sind. Das zunehmende Verlangen des Verbrauchers nach Information führt in der Gesellschaft zu einem größeren Wissensbedarf über die Herstellung und Qualität von Nahrungsmitteln. Gleichzeitig beeinflusst die Gesellschaft verstärkt die Zielsetzung der Landwirtschaft und des Gartenbaus und dadurch in zunehmendem Maß deren Grundlagenforschung (Abbildung 2).



Abb. 2: Aktuelle Themen der Angewandten Forschung in Gartenbau und Landwirtschaft

Aktuell stehen die Fragen des Verbraucherschutzes im Vordergrund der Forschungsförderung. Es ist abzusehen, dass sich zukünftig der Verbraucherinformationsbedarfe weiter verstärken und damit die Notwendigkeit zur Agrarforschung Fragen des Pflanzenschutzes, der Produktionsverfahren und der Zielsetzung von landwirtschaftlich-gärtnerischen und landespflegerischen Maßnahmen mit einem vernetzten Ansatz an Bedeutung gewinnen wird. Damit wird das Aufgabenfeld der Angewandten Forschung und Beratung deutlich, das verschiedene Kundenkreise zu bedienen hat (Abbildung 3). Dazu gehören neben dem Produzenten landwirtschaftlicher Erzeugnisse, dem Verbraucher und den Behörden auch die Beratung und die Forschung für die Nahrungsmittel- und Chemische Industrie.

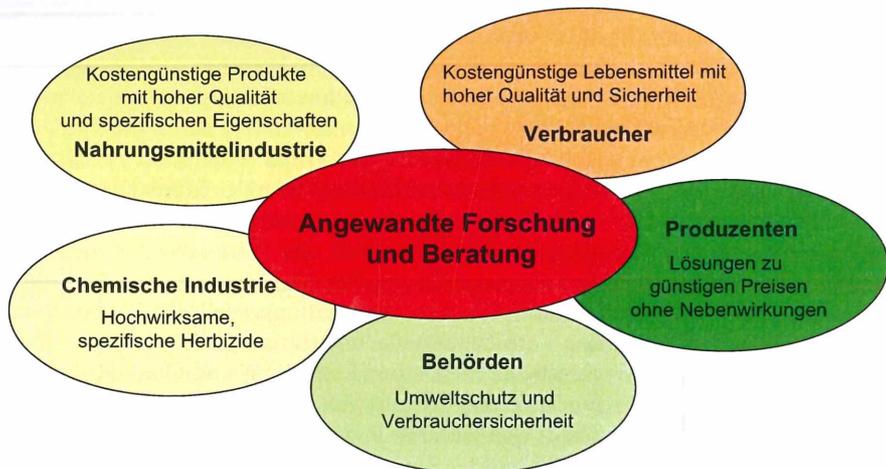


Abbildung 3: Die angewandte Forschung in der Landwirtschaft vermittelt zwischen verschiedenen Akteuren.

Die Bedeutung der angewandten Forschung liegt jedoch nicht nur in der Vermittlung und fundierten Beratung in bereits bestehenden Themen- und Aufgabenfeldern. Weitere Aufgaben müssen darin bestehen, durch eigene Forschung auf aktuelle Ergebnisse der Grundlagenforschung einzugehen und damit auf zukünftige Anforderungen in Gartenbau und Landwirtschaft - aus Sicht der Landwirtschaft und des Gartenbaus beratend - reagieren zu können. Weiteres Ziel muss es sein, neue, innovative Marktsegmente für die Landwirtschaft zu erschließen und gleichzeitig die Gestaltung der Kulturlandschaft im Sinne des Ressourcenschutzes im Blick zu halten. Da dies nicht nur für die nationalen oder europäischen Märkte gilt, steht die landwirtschaftliche Forschung dem Agrarsektor als weltweit größtem Arbeitgeber gegenüber. Eine Milliarde Landwirte erzeugen weltweit Nahrung für 6 Milliarden Menschen. In verschiedenen Regionen der Welt die Quantität und die Qualität der Nahrungsmittel weiterhin sicherzustellen und zu verbessern ist eine große Herausforderung für die Forschung. Forschungsthemen der Zukunft sind der Anbau und der Umgang mit nachwachsenden Rohstoffen als Ausgangsbasis für die chemische Industrie oder als Energielieferant. Diese Forschung wird mit den Anforderungen an die Nachhaltigkeit im siebten Forschungsrahmenprogramm der EU neuen Auftrieb erhalten. Ein anderes Feld wird der Anbau von Pharmazeutika, Diagnostika und Impfstoffen werden. So wurde in USA die Anbauzulassung für transgene Maispflanzen erteilt, die einen Mukoviszidose-Wirkstoff exprimieren. Aktuelle Forschungsprojekte beschäftigen sich z.B. mit der Produktion von Impfstoffen gegen die Schlafkrankheit in Pflanzen. Am Fraunhofer Center for Molecular Biotechnology in Delaware wird derzeit ein Impfstoff gegen Infektionen mit dem Respiratory Virus (RSV), der in den USA jährlich zu nahezu 100 000 Krankenhausaufenthalten mit einem Kostenvolumen um 300 Mio US Dollar führt. Der Impfstoff, der auf Peptidfragmenten basiert, wird mit Hilfe eines viralen Vektors in Pflanzenzellen produziert. Durch diese Methode kann eine schnelle Optimierung

und eine kostengünstige Herstellung von potenziellen Impfstoffkandidaten erreicht werden.

Literatur

Weltbank, OECD, International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications

Gartenbau und öffentliches Grün als Indikator für den Wohlstand unserer Gesellschaft ^{*)}

Horticulture and urban green as an indicator of the prosperity of our society

HARTMUT BALDER

Technische Fachhochschule Berlin, FB V Gartenbau

Zusammenfassung

Der Wohlstand einer Gesellschaft ist an der Quantität und Qualität des Stadtgrüns messbar. Der historische Rückblick zeigt die Entstehung und den Wandel im Stadtgrün. Aktuell prägen ein Grün-Design-Denken und ein Qualitätsverfall in der praktischen Vorgehensweise das Bild vieler Grünanlagen. In Zeiten knapper Kassen wird die gestaltete Vegetation sich schnell selbst überlassen, da häufig andere Prioritäten gesetzt werden und die Wertschätzung immer weniger gegeben ist. Es fehlt an dem Bewusstsein, das bedarfsgerechte, nutzbare und vitale Grünanlagen die Qualität des menschlichen Lebensraumes positiv gestalten und andere Finanzaufwendungen vermindern, indem sie das Wohlempfinden des Menschen im urbanen Umfeld steigern, das städtische Klima verbessern, stadtbedingte Belastungen in ihren Wirkungen kostengünstig mindern und soziale Konflikte abbauen. Eine moderne Gesellschaft am Beginn des 21. Jahrhunderts sollte auf diese Werte nicht verzichten.

Stichwörter: Öffentliches Grün, Grün-Design, Ertrag, Stadtbäume, urbaner Gartenbau, Baumpfleg

Summary

The affluence of a society is measurably at the quantity and quality of the urban green. The historic retrospective view shows the formation and the change in the city-green. Currently, a green-design-thinking and a quality-decay shape the picture of many lawns in the practical procedure. In times of scarce cash registers, the shaped vegetation is quickly even left itself since other priorities are put down frequently and the esteem is given more and more less. There is a lack of the consciousness, that demand-just, usable and vital lawns shape the quality of the human habitat positively and decrease other finance-expenditures, in that they increase the wellness of the human being in the urbane surroundings, the urban climate improves, city-conditional burdens in their effects advantageously social conflicts decrease and reduce. A modern society at the beginning of the 21. century should not abstain on these values.

Keywords: Public green, green-design, profit, urban horticulture, tree care

Einleitung

Geschichte und Kultur des menschlichen Lebensraumes spiegeln sich nicht nur allein in der Hochbauarchitektur wider, sondern auch in der Art der Grünplanung und Freiraumgestaltung öffentlicher und privater Flächen. Die Bereitstellung von Finanzmitteln zur Erstellung der Grünflächen sowie zur langjährigen Unterhaltung war zunächst das Privileg von wenigen Betuchten, erst mit der Organisation städtischer Lebensräume und dem Bewusstsein der zahlreichen positiven Effekte des Stadtgrüns wurden auch öffentliche Bereiche begrünt. Heute werden die öffentlichen Grünanlagen als Allgemeingut der Kommunen und Städte angesehen und auch so behandelt. Über die Quantität und Qualität, ihre Ausgestaltung sowie ihre Finanzierbarkeit wird bis heute gestritten. Als Spiegelbild der menschlichen Kultur ist sie ein Indikator für den Wohlstand unserer Gesellschaft.

Historie des Stadtgrüns

Mittelalterliche Städte waren geprägt durch wenig Grün, die Straßen und öffentlichen Plätze waren baum- und schmucklos (Abb.1). Lediglich in den Höfen der bäuerlichen Grundstücke wurden Bäume in der Regel zur Fruchterziehung angepflanzt, ansonsten befand sich das Grün vor den Toren der Dörfer und Städte.



Abb. 1: Alte Dörfer zeigen noch heute die mittelalterliche Struktur mit baumlosen Straßen und Baumbestand in den Innenhöfen

Aus Gründen der Repräsentation begannen zunächst die Herrschaftshäuser schrittweise mit dem Bau erster größerer und aufwändiger Parkanlagen. Unter Ausschluss der Öffentlichkeit entwickelte sich alsbald ein Wettbewerb um die Einzigartigkeit und Besonderheit dieser Grünanlagen in Form und Pflanzenverwendung. Viele Grünanlagen wurden ständig erweitert und entsprechend dem Zeitgeist immer wieder umgestaltet. Im europäischen Raum finden sich gleichermaßen in Ost und West noch heute

viele historische Schlossanlagen, die dank der gartendenkmalpflegerischen Rekonstruktion Zeugnis des damaligen gärtnerischen Könnens ablegen (Abb. 2). Sogar spezielle Gebäude (Orangerien) wurden entwickelt und aufwändig errichtet, um fremdländischen Pflanzen in Nordeuropa das Überwintern zu ermöglichen (Abb. 3), u.a. Zitrus- und Lorbeergewächse. Die damaligen Gärtner, die dies alles durch sachgerechte Pflanzenanzucht, Anlagenbau und Pflege ermöglichten, waren daher aufgrund ihrer Fachkompetenz bei ihren Auftraggebern hoch angesehen. Bei Festafeln der Herrschaftshäuser saßen sie in unmittelbarer Nähe ihrer Herrschaften.



Abb. 2: Blick in das rekonstruierte Parterre des Charlottenburger Schlossgartens (Berlin)



Abb. 3: Orangerie im Schlossgarten Rheinsberg, Brandenburg

Erst später begann auch die Gestaltung des öffentlichen Raumes durch die Herrschaftshäuser. Zunächst wurden die Zufahrten und Verbindungswege zwischen den Schlossanlagen begrünt, in Berlin wurde z.B. 1647 der noch heute vorhandene Boule-

vard „Unter den Linden“ in Form einer 6reihigen Baumallee angelegt. Bezeichnenderweise wurden schon damals wie heute keine regionalen Pflanzen verwendet, sondern der holländische Hofgärtner HANFF pflanzte auf 949 m Straßenlänge 1000 Linden und 1000 Walnussbäume aus seiner Heimat (Abb.4). Vor dem Hintergrund der hohen Bau- und Unterhaltungskosten sowie der symbolischen Bedeutung dieser ersten gezielten Straßenbepflanzung wurden frevelhafte Beschädigungen der Bäume nach der Berliner Gassenordnung von 1660 mit dem Abschlagen einer Hand bestraft. Schädigungen der Baumallee konnten jedoch dadurch nicht verhindert werden, so wird von Baumschäden durch umherstreunende Schweine ebenso berichtet wie auch von phytotoxischen Auswirkungen durch Gas aus undichten Leitungen erster Gaslaternen sowie von Brandschäden an den Baumstämmen durch Hunde-Urin (BALDER u.a., 1997). Die Baumallee wurde seitdem mehrfach nachgepflanzt und steht erneut vor einer Neupflanzung, was die widrigen Standortbedingungen und den unsachgemäßen Umgang belegt.



Abb. 4: Unter den Linden 1688 (aus: HAFFNER, 1990, in: BALDER u.a., 1997)

Mit der Entwicklung von Bebauungsplänen in den Städten begann im 18. Jahrhundert schrittweise im Sinne der Lebensraumgestaltung die Bepflanzung auch von Straßen und Plätzen sowie die Errichtung von kleineren und größeren Parkanlagen. Dies ging einher mit der Umorganisation der zuständigen Verwaltungsstrukturen. War die Zuständigkeit für das Grün anfangs unmittelbar den Herrschaftshäusern zugeordnet, ging diese mit der Gründung von kommunalen Grünverwaltungen auf diese über. Stadt- und Grünplanung lagen nunmehr in einer Hand, was eine Zunahme der Baumpflanzungen ermöglichte. Dies förderte die Beliebtheit des Grüns bei den Stadtbewohnern, der begrünte öffentliche Raum wurde bei steigender Aufenthaltsqualität immer mehr zum „Wohnzimmer“ der Gesellschaft (Abb. 5). Gleichzeitig entstand Kritik derart, dass Baumpflanzungen häufig zu unsachgemäß mit nur geringem Erfolg getätigt wurden und bei Wachstum die Architektur der Gebäude nicht mehr zur vollen Geltung

kommen würde. Zahlreiche abiotische und biotische Belastungsfaktoren wurden schon damals beschrieben.



Abb. 5: Bäume in der Stadt steigern die Lebensqualität (aus: BALDER u.a. 1997)

Funktionen des Stadtgrüns

Heute ist die Bedeutung des Stadtgrüns unbestritten. Die vielfältigen positiven Funktionen von Park- und Straßenbäumen, Pflanzrabatten, Dach- und Friedhofsbegrünungen sowie Innenhof- und Platzgestaltungen wie individuelles Gestaltungselement, Lebensraum für zahlreiche Organismen, Klimaregulierung, Schadstofffilterung oder Lärmschutz sind allen Stadtbewohnern bekannt. Kommunen und Städte haben daher in den letzten 50 Jahren ihre Grünbestände kontinuierlich vermehrt (Tab. 1) und verwalten mit der zwischenzeitlich entwickelten Wertberechnung für Gehölze heute auch nachvollziehbar große Wertanlagen. So hat allein der Straßenbaumbestand der Stadt Berlin von derzeit 416.000 Bäumen einen Wert von 2,14 Milliarden €. Zur Erhaltung der Vegetationsflächen standen den Grünverwaltungen in der Bundesrepublik Deutschland lange Zeit 1 bis 2 % der kommunalen Haushalte zur Verfügung, derzeit sind es mitunter nur noch 0,1 %. Auch die privaten Wohnungsbaugesellschaften und andere Großinvestoren erkannten immer mehr den Nutzen einer intensiven Begrünung, letztlich auch die Wertsteigerung einer Immobilie durch vitales Grün.

Tab. 1: Frei- und Grünflächen am Beispiel der Stadt Berlin (HEITMANN, 1998)

- 2 265 wohnungsnaher Grünanlagen (bis 10 ha)
- 50 siedlungsnaher Parkanlagen (10-50 ha)
- 8 übergeordnete Parkanlagen (> 50 ha)
- 1 683 Kinderspielplätze
- 83 274 Kleingärten
- 237 Friedhöfe
- 410 000 Straßenbäume
- 15 661 ha Stadtforst

Mit dem Wandel des Zeitgeistes verändern sich häufig auch die Ansprüche an das städtische Grün sowie ihre Wertschätzung. So hinterließ die Zerstörung der Städte durch die Weltkriege deutliche Spuren in den Grünbeständen. Neben den unmittelbaren kriegsbedingten Zerstörungen bewirkte vor allem die Vernichtung der Straßenbäume zur Nutzung als Brennholz und die Umwandlung vieler Parkflächen zu Ackerflächen zur Versorgung der Stadtbewohner, dass Neubegrünungen mit hohen finanziellen Aufwendungen erforderlich wurden. Werden einerseits Vegetationsflächen in Notsituationen schnell aufgegeben, so ist hingegen nach einer Neubegrünung die Nutzung der Flächen häufig untersagt. Heute dienen gerade große Parkanlagen in dicht bebauten Wohngebieten der vielfältigen Freizeitnutzung und tragen so zum Abbau sozialer Konflikte bei. Bei Übernutzung resultieren hieraus unübersehbare irreversible Schäden am Stadtgrün, insbesondere auch bei Großveranstaltungen (Abb. 6). Die langfristigen Folgen für Vegetation und Wuchsstandorte werden meist ignoriert, da sich immer weniger Stadtbewohner für den Erhalt des Stadtgrüns verantwortlich fühlen.



Abb. 6: Hohe Vegetationsschäden nach einer Großveranstaltung (Love Parade Berlin)

Zunehmend wird vorrangig in den Großstädten Kritik am Grün geäußert. Bei hohem Baumbestand ist vielen Bürgern der Blick auf die Gebäude versperrt, Sichtachsen sind nicht mehr wahrnehmbar und in den Wohnungen mangelt es an Licht. Im unmittelbaren Verkehrsraum werden Straßenbäume zur Gefahr für den Kraftfahrzeugverkehr und für Sach- und Personenschäden verantwortlich gemacht, was neue baumlose Verkehrswege bzw. Neubepflanzungen unter veränderten Rahmenbedingungen entstehen lässt. Zahlreiche Organismen, die u.a. als Schädlinge und Nützlinge die Pflanzen als Lebensraum oder zur Nahrungsaufnahme besiedeln, dringen in den unmittelbaren Lebensraum des Menschen ein (Abb. 7). Hier lösen sie emotional Ängste und Ablehnungen aus, das abfallende Laub oder der tropfende Honigtau werden bei massivem Schädlingsbefall als „Dreck“ empfunden (Abb. 8).



Abb. 7: Fassadenbegrünung als Lebensraum für zahlreiche Organismen



Abb. 8: Starker Laubabwurf nach Befall mit der Kastanienminiermotte (*Cameraria ohridella*)

Andererseits wird wegen der allgemein anerkannten Funktionen um jedes Grün gekämpft, u.a. Baumschutzverordnungen und Naturschutzgesetze liefern hierfür in vielen Kommunen den rechtlichen Rahmen. Konflikte entstehen insbesondere bei Bauvorhaben und bei Problemen mit der Verkehrssicherheit gleichermaßen im öffentlichen und privaten Raum, fachliche Aspekte werden hierbei häufig von ideologischen Ansichten verdrängt (Abb. 9). Hieraus entwickelte sich in den Nachkriegsjahren die sog. „Baumchirurgie“, die mit zahlreichen Schnitt- und Behandlungsmaßnahmen mangels Wissen den Bäumen erhebliche Schäden zufügte. Erst die wissenschaftliche Aufarbeitung der

Holzbiologie, der Baumreaktionen nach Eingriffen oder Verletzungen sowie der Pathologie von holzerstörenden Organismen ermöglichte in den späten 80er Jahren eine effiziente moderne Baumpflege (SHIGO, 1994; DUJESIEFKEN u.a. 1995; BALDER u.a., 1997; BALDER, 1998). Heute erlauben moderne Baumüberwachungssysteme eine Verwaltung der Baumbestände sowie ihre effiziente Kontrolle (BALDER u.a., 2003).



Abb. 9: Dauerkonflikt „Baum und Bau“ mit folgenschweren Wurzel- und Kroneneingriffen

Mangelndes Ertragsdenken im Stadtgrün?

Im Pflanzenbau ist ein Ertrag quantitativ und qualitativ nur zu erwarten, wenn den Pflanzen in der gesamten Kulturzeit optimale Wachstumsbedingungen gesichert werden. Sortenwahl, Bodenbearbeitung und Kulturtechnik werden daher seit jeher optimiert, Düngung und Pflanzenschutz sind hierbei wichtige Bestandteile. Das Stadtgrün ist hingegen schwerer zu fassen, da zum einen wesentlich längere Standzeiten vorliegen und zum anderen in dieser Zeit zahlreiche Störeinflüsse einwirken. Auch sind in der Entstehung von Grünanlagen wie auch in der langjährigen Pflegephase neben Pflanzenproduzenten andere Berufsgruppen wie Garten- und Landschaftsarchitekten, ausführende GaLaBau-Firmen, Straßen- und Tiefbauunternehmen beteiligt. Immer mehr wird ein Qualitätsverfall beklagt, Pflanzenkenntnisse sind kaum noch vorhanden und die pflanzlichen Wachstumsanforderungen werden immer weniger beachtet. Regelwerke und Normen finden in der praktischen Arbeit gleichermaßen in Planung, Pflanzung und Pflege kaum noch Beachtung.

Bei der Konzeption von moderner Architektur spielt die Pflanzenverwendung inzwischen eine veränderte Rolle. Verschrrien als „Architektenpetersilie“ in den 70er und 80er Jahren ist die Pflanze heute im Mittelpunkt des Gründesigns, gleichzeitig aber

degradiert auf eine Nebenrolle. Als Einzelpflanze in Szene gesetzt werden keine Kosten und Mühen gescheut, um die Ware „Pflanze“ ausgewachsen dekorativ einzusetzen (Abb. 10). Die moderne Technik erlaubt scheinbar die Ignorierung gärtnerischen Grundwissens. Die Folgen sind nur kurzfristige Effekte, weniger das langsame und sichere Gedeihen pflanzlichen Wachstums. Grünanlagen werden zu häufig nur noch inszeniert, auf den Gartenschauen wird dies mehr als deutlich und gerade hier dem Besucher als Lernendem falsche Akzente gesetzt. Misserfolge sind bei dieser Einstellung vorprogrammiert.



Abb. 10: Grundesign am Bundeskanzleramt in Berlin

Dabei wird zu wenig bedacht, dass korrigierende oder kurative Pflanzenschutzmaßnahmen als Folge der ökonomischen Entwicklung auf dem Markt, der restriktiven Gesetzgebung in vielen Regionen sowie der Ablehnung in der Bevölkerung immer weniger zur Verfügung stehen. Ferner gilt in der Bundesrepublik Deutschland, dass die Grundsätze der guten fachlichen Praxis zu beachten sind:

- Alle Pflanzenschutzmaßnahmen sind standort-, kultur- und situationsbezogen durchzuführen und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ist auf das notwendige Maß zu beschränken.
- Bewährte kulturtechnische und andere nichtchemische Maßnahmen sind zur Schadensminderung zu nutzen, sofern sie praktikabel und wirtschaftlich sind.
- Der Befall ist durch geeignete Maßnahmen so zu reduzieren, dass kein wirtschaftlicher Schaden entsteht. Dabei ist keine Vernichtung der Schadorganismen anzustreben.
- Die vielfältigen Angebote der amtlichen und sonstigen Beratung sowie Weiterbildung und andere Entscheidungshilfen sind zu nutzen. (Bundesanzeiger, 1998)

Für viele Situationen stehen daher im Stadtgrün immer weniger effiziente und kostengünstige Maßnahmen zur Verfügung. Dennoch ist die Erwartung in der modernen Architektur an das Erscheinungsbild der Pflanzen hoch:

- Exklusives Design in Form und Farbe
- Einzigartigkeit der Gestaltung
- Hohe Aufmerksamkeit
- Vitale Pflanzenentwicklung, d.h. keine
 - Wuchsbeeinträchtigungen
 - optischen Fehlentwicklungen
 - Krankheiten und Schädlinge
- Keine Beeinträchtigungen der Architektur durch
 - Blatt- und Blütenfall
 - Honigtauabsonderungen und Schwärzepilze

Es muss aber auch gesehen werden, dass bei veränderten Standortbedingungen als Folge neuer Architekturformen zahlreiche Fragen aufgeworfen werden:

- Neue Baumaterialien werden verwendet
- Neue Standortsituationen werden geschaffen
- Hieraus resultieren neuartige Belastungen für Pflanzstandorte
 - Mikroklima
 - Versiegelte Standorte
 - Kein Bodenanschluss
 - Schadstoffbelastungen
 - Hoher Nutzerdruck
- Neue Pflanzenarten und –sorten werden verwendet
- Neue Schaderreger treten auf

Trotz der hohen Erwartungen an die pflanzliche Wirkung in der städtischen Welt und dem zwischenzeitlichen Wissen um die Grünbedeutung für Tourismus-, Veranstaltungs- und Finanzmarketing ist in Zeiten knapper Haushaltsmittel das Stadtgrün dennoch schnell sich selbst überlassen. Aktuell bewirkt der Druck der kommunalen Haushälter wie schon im 18. Jahrhundert, dass Planung, Auftragsvergabe an die Privatwirtschaft und Grünflächenpflege rein nach fiskalischen Aspekten gesehen werden, was zu einem allgemeinen Qualitätsverfall der gärtnerischen Anlagen geführt hat. Eine sachgerechte Pflege ist kaum noch umsetzbar, so dass viele Grünanlagen nicht nur verwahrlosen, sondern auch akute Überlebensprobleme haben. Die finanziellen Folgen sind für Städte und Kommunen genauso bedrohlich wie auch die Wirkungen auf die mittelständische Wirtschaft und die soziale Struktur einer Stadt unübersehbar sind. Am Beginn des 21. Jahrhunderts sollte eine moderne Gesellschaft nicht auf die vielen positiven Funktionen eines vitalen Stadtgrüns verzichten.

Literatur

- BALDER, H.; EHLEBRACHT, K.; MAHLER, E., 1997: Straßenbäume – Planen, Pflanzen, Pflegen – am Beispiel Berlin
Patzner Verlag, Berlin
- BALDER, H., 1998: Die Wurzeln der Stadtbäume.
Parey Buchverlag, Berlin
- BALDER, H.; REUTER, A.; SEMMLER, R., 2003: Handbuch zur Baumkontrolle.
Patzner Verlag, Berlin
- DUJESIEFKEN, D. (Hrsg.), 1995: Wundbehandlung an Bäumen.
Thalacker Verlag, Braunschweig
- HEITMANN, G., 1998: Pflege und Unterhaltung der öffentlichen Grünanlagen Berlins.
- STADT UND GRÜN 47, 581-584
- SHIGO, A., 1994: Moderne Baumpflege. Grundlagen der Baumbiologie.
Thalacker Verlag, Braunschweig

Response of two wheat varieties to *Tribolium castaneum* (Hbst.), *Rhizopertha dominica* (F.) and *Sitotroga cerealella* (Oliv.)

Wirkung von *Tribolium castaneum* (Hbst.), *Rhizopertha dominica* (F.) und *Sitotroga cerealella* (Oliv.) auf zwei Weizensorten

MANSOOR-UL-HASAN¹, WAQAS WAKIL¹ and FAIZA BASHIR²

¹Department of Agricultural Entomology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

²Department of Zoology, University of Arid Agriculture, Rawalpindi, Pakistan

Abstract

The response of two commercial wheat varieties MH-97 and Inqalab-91, to *Tribolium castaneum* (Hbst.), *Rhizopertha dominica* (F.) and *Sitotroga cerealella* (Oliv.) was studied under laboratory conditions at $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $65 \pm 2\%$ R.H. Weight loss and population build-up were recorded. On the basis of percent weight loss and population build-up in 45 days, it was found that the variety MH-97 was comparatively resistant to *T. castaneum*, *R. dominica* and *S. cerealella* as compared to Inqalab-91. The correlation of weight loss with population increase and moisture contents was highly positive.

Key words: wheat, varietal response, *Tribolium castaneum*, *Rhizopertha dominica*, *Sitotroga cerealella*, laboratory conditions

Zusammenfassung

Die Wirkung von *Tribolium castaneum* (Hbst.), *Rhizopertha dominica* (F.) und *Sitotroga cerealella* (Oliv.) auf den zwei kommerziellen Weizensorten MH-97 und Inqalab-91 wurden unter Laborbedingungen bei $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ und $65 \pm 2\%$ RLF untersucht. Gewichtsverlust und Aufbau der Populationen der Versuchstiere wurden aufgezeichnet. Auf Basis von prozentuellen Gewichtsverlust und Aufbau der Populationen innerhalb 45 Tagen konnte festgestellt werden, dass MH-97 gegenüber *T. castaneum*, *R. dominica* und *S. cerealella* verhältnismäßig resistenter ist als Inqalab-91. Die Korrelation von Gewichtsverlust mit Populationsaufbau und Feuchtigkeit war hoch positiv.

Schlüsselwörter: Weizen, Sortenreaktion, *Tribolium castaneum*, *Rhizopertha dominica*, *Sitotroga cerealella*, Laborbedingungen

Introduction

Wheat suffers heavy losses during storage due to insect pests. According to Ahmad (1994) 10-15% post production losses of wheat occurs in Pakistan every year. Sarin and Sharma (1982) reported that all stored grain insect pests exhibit the phenomenon of preference and non-preference for the grains of different varieties of the crops. Khattak *et al.* (1996) studied the susceptibility of eight wheat cultivars to *Sitotroga cerealella* (Oliv.) under controlled laboratory conditions on the basis of percentage weight loss, percentage damage, progeny, developmental period and grain size. None of the cultivars was completely immune to attack from these pests. Mutant WM-23-2, WM-99-3 and WM-14-1-4 were less susceptible, while Chenab-70, WM-79, WM-30-6-1 and WM-192 were significantly more susceptible. The correlation between variables was also highly significant.

Ramzan *et al.* (1991) studied ten wheat varieties for storage damage due to *Rhizopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Hbst.). Grain damage and viability loss was recorded; PBW-54 was the most viable (89%) and relatively resistant with 10% damage, while WI-2205, ISSML-3, PBW-12 and KSML-1 showed less than 20% damage and at least 80% viability.

Iqbal and Irshad (1993) studied the susceptibility of 32 wheat lines to the attack of *S. cerealella*. Durum D-82754 was recorded to be the least susceptible while Triticale, TCL-83740 and TCL-85745 were the most susceptible lines. Khattak *et al.* (2000) reported that variety BWL-91042 (at 13.84% weight loss) was the most resistant line to *Trogoderma granarium* (Ev.) with relatively lower percentage of fat (1.34%), protein (11.20%) and ash (1%), but the moisture contents (11.32%) and carbohydrates (74.51%) were comparatively higher than in the other lines.

Materials and methods

In the present study an attempt has been made to investigate the relative response of two wheat cultivars viz., Inqalab-91 and MH-97 to *T. castaneum*, *R. dominica* and *S. cerealella* during storage. Before experimentation, the moisture contents were determined. *T. castaneum*, *R. dominica* and *S. cerealella* were reared in the laboratory in glass jars allowing sufficient time for oviposition. Newly hatched grubs were placed in separate jars on the basis of daily hatching to have a culture of uniform age for further experiments. The adults emerging from the pupae were used in the experiment. The experiment was laid out in completely randomized design (two factorial CRD) with 4 replicates. For this purpose 200 grams of sieved grains of each variety were placed in glass jars, each having a capacity of about 800 gram under controlled laboratory conditions (30 ± 2 °C and 65% R.H.). Fifty adults of uniform age were liberated into each of 48 experimental jars containing wheat varieties. The mouth of each jar was covered with muslin cloth and tightened by rubber bands. Data were recorded after 45 days for (i) increase in population (ii) weight loss (iii) percent moisture contents. At the end of the experiment chemical analyses for carbohydrates, fats and proteins of healthy grains was also carried out. Before weighing the sample, insects and frass were removed through sieving using mesh sizes of 24, 14 and 5 (in one inch). The separated grains were weighed for "loss in weight" Percent weight loss was calculated by the following formula:

$$\text{Percent Weight Loss} = \frac{\text{WCS} - (\text{WS} + \text{DGS})}{\text{weight of control sample}} \times 100$$

Where:

WCS	=	weight of control sample
WS	=	weight of sound grains
DGS	=	damaged grains of test sample

Moisture contents of each variety were determined with the help of a moisture meter. The insects were counted for population build-up. The correlation between percent weight losses, moisture contents and chemical components in the case of each variety were worked out. Chemical analysis of the healthy grains (before infestation) of the test varieties was carried out for protein, fat and carbohydrates (percentage in crude form). The data obtained were subjected to an analysis of variance and Duncun's Multiple Range test (Steel and Torrie, 1980).

Results and discussion

The data regarding response of wheat varieties to *T. castaneum*, *R. dominica* and *S. cerealella* in relation to population buildup and loss in weight have been given in Table 1. The results showed that two commercial varieties Inqalab-91 and MH-97 differed significantly with respect to population build-up and loss in grain weight. MH-97 (3.996%) is significantly different from Inqalab-91 (9.665%) with relation to loss in weight. While the most destructive insect pest proved to be *S. cerealella* which caused 10.719% damage, followed by *R. dominica* (6.260%) and *T. castaneum* (3.513%). Overall response of each variety showed that MH-97 was comparatively resistant to the test insects, as *T. castaneum* caused 3.125% caused damage as compared to 3.9% in Inqalab-91, *R. dominica* caused 3.050% loss in weight in MH-97 as compared to 9.470% in Inqalab-91. In the case of *S. cerealella* weight loss was 5.813% in MH-97 against 15.813% in Inqalab-91. Therefore, MH-97 has proved to be the more resistant variety against the three very important stored grain insect pests.

The data further showed that Inqalab-91 with 339.750 specimens of insects is significantly different from MH-97 (193.583 specimens). The highest value for population build-up was observed in the case of *R. dominica* (318.750 specimens) followed by *S. cerealella* (258.5) and *T. castaneum* (222.75). *T. castaneum* proved to be less reproductive and *R. dominica* highly reproductive. Response of the two varieties towards insects clearly showed that MH-97 is resistant against this insect pest complex. Results further showed that the increase in population in the case of *T. castaneum* was 219.25 specimens in MH-97 as against 226.25 in Inqalab-91 and that the *R. dominica* population increased to 219.75 specimens in MH-97 as compared to 417.75 in Inqalab-91. *S. cerealella* showed an increase in population to 140.75 specimens in MH-97 as against 375.25 in Inqalab-91. MH-97 proved to be resistant variety against these three insect pests.

In the present study weight loss and increase in population were kept as criteria for determining comparative resistance of two important wheat varieties. Saxena and Singh (1995) and Khattak *et al.* (1996) have done similar work.

Moisture contents played a positive and significant role in population development, percent weight loss and percent damage of grains. These findings are comparable with those of Khattak *et al.* (2000), Parkash (1982) and Hameed *et al.* (1984), who observed that the moisture contents in stored grains had significant effect on relative susceptibility/ resistance against stress and grains insect pest.

In addition to the main factors responsible for the variations in the susceptibility of wheat varieties, the chemical constituents of the grains such as protein, fat and carbohydrate are also important. Hameed *et al.* (1984) found inverse correlation between the susceptibility of the stored grains to insect pests and the nutrient contents (fat, protein, fiber and ash) while a direct correlation was reported between the susceptibility of the stored grains and carbohydrates. These results are, however, not in line with those of previous workers as the percent weight loss is negatively correlated with carbohydrate.

Varieties	Means regarding % weight loss	Means regarding increase in population
Inqalab-91	9.665 a	339.750 a
MH-97	3.996 b	193.583 b
Insect Pests	Means	Means
<i>T. castaneum</i>	3.513 c	222.750 b
<i>R. dominica</i>	6.260 b	318.750 a
<i>S. cerealella</i>	10.719 a	258.500 b
Insects x Varieties	Means	Means
<i>T. castaneum</i> x Inqalab-91	3.900 d	226.250 b
<i>R. dominica</i> x Inqalab-91	9.470 b	417.750 a
<i>S. cerealella</i> x Inqalab-91	15.625 a	375.250 a
<i>T. castaneum</i> x MH-97	3.125 d	219.250 b
<i>R. dominica</i> x MH-97	3.050 d	219.750 b
<i>S. cerealella</i> x MH-97	5.813 c	141.750 c

Table 1: Analysis of data regarding weight loss in relation to wheat varieties, insectpests and their interaction

Insect x Varieties	%Moisture content	Fat	Protein	Carbohydrate
<i>T. castaneum</i> x Inqalab-91	10.77	2.963 a	12.64 b	84.27 a
<i>R. dominica</i> x Inqalab-91	9.25	2.963 a	12.64 b	84.27 a
<i>S. cerealella</i> x Inqalab-91	10.05	2.963 a	12.64 b	84.27 a
<i>T. castaneum</i> x MH-97	11.40	2.640 b	13.33 a	69.97 b
<i>R. dominica</i> x MH-97	9.75	2.640 b	13.33 a	69.97 b
<i>S. cerealella</i> x MH-97	9.975	2.640 b	13.33 a	69.97 b

Table 2. Comparison of means regarding percent, moisture content, fat, protein and carbohydrate

Literature:

- Ahmad, M. (1994): From the desk of editor-in-chief. Grain Storage Management Newsl. 1 (2): 1.
- Hameed, A., H. A. Qayyum and A. Ali. (1984): Biochemical factors affecting susceptibility of four wheat varieties to *Trogoderma granarium* Everts. Pak. Entomol. 6 (1-2): 57-60.
- Iqbal, J. and M. Irshad. (1993): Response of wheat to *Sitotroga cerealella* (Oliver.) (Lepidoptera: Gelechiidae). J. Agric. Res., AARI, Faisalabad, Pakistan. 31 (3): 359-362.
- Khattak, S. U., A. Munaf, S. K. Khalil, A. Hussain and N. Hussain. (1996): Relative susceptibility of wheat cultivars to *Sitotroga cerealella* (Oliver.). Pak. J. Zool. 28 (2): 115-118.
- Khattak, S. U., Kamal S., Ullah K., Ahmad S., Khan A. U., Jabbar A. (2000): Appraisal of rainfed wheat lines against Khapra beetle, *Trogoderma granarium* (Everts.). Pak. J. of Zool. 32 (2): 131-134.
- Parkash, A. (1982): Varietal resistance of stored rice grains to *Rhizopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrychidae). Uttar Pradesh J. Zool. 2 (2): 89-92.
- Ramzan, M., B. K. Judge and P. S. Madan. (1991): Losses caused by storage pests in different wheat varieties under normal storage conditions. J. Res., Punj. Agric. Univ., India. 28 (1): 63-67.

Sarin, K. and K. Sharma. (1982): Varietal resistance and susceptibility to *Tribolium castaneum* (Hb.) in wheat. Indian J. Entomol. 44 (2):197-200.

Saxena, A., Singh Y. P. (1995): Correlation studies of losses in wheat varieties and reproduction potential of *Rhizopertha dominica* (Fab.). Adv. Agric. Res. India. 1 (3): 42-50.

Steel R. G. D. and J. H. Torrie. (1980): Principles and Procedures of Statistics. McGraw Hill Book Co. Inc., New York. 633.

Identification and characterization of *Pepino mosaic virus* isolated from imported tomato fruits

Identifizierung und Charakterisierung des Pepino Mosaik Virus isoliert aus importierten Tomatenfrüchten

LILIAN JÄRVEKÜLG^(1,2), S. VILLEMSON⁽³⁾, VIJU PAALME⁽¹⁾, REET HUNT⁽¹⁾,
FRED EHRIG⁽⁴⁾ & FRANK RABENSTEIN^{(4)*}

(1)Laboratory of Molecular Genetics, National Institute of Chemical Physics & Biophysics, Akadeemia tee 23, 12618 Tallinn, Estonia; (2)Tallinn Technical University, Institute of Gene Technology, Ehitajate Str. 5, 12618, Tallinn, Estonia; (3)Department of Virology, Institute of Experimental Biology, Estonian Agricultural University, Instituudi tee 11, 76902, Harku, Estonia; (4)Federal Centre for Breeding Research on Cultivated Plants, Institute of Resistance Research and Pathogen Diagnostics, Theodor Roemer Weg 4, D-06449 Aschersleben, Germany.

* Corresponding author: Dr. Frank Rabenstein, Federal Centre of Breeding Research on Cultivated Plants, Institute of Resistance Research and Pathogen Diagnostics, P.O. Box 1505, 06435 Aschersleben, Germany.

Summary

The almost simultaneous outbreaks of *Pepino mosaic virus* (PepMV) in greenhouse tomato crops in different European and non-European countries, was the reason for special interest and for its intensive scientific treatment. In this study PepMV isolated from tomato fruits imported from Spain to a supermarket in Germany has been characterized (PepMV Sp-G) on the basis of its symptomatology on a series of plant species. PepMV Sp-G isolate, in contrast to other earlier reported European tomato isolates, causes symptoms in *Nicotiana glutinosa*, *N. tabacum*, *N. debneyi* and infects *Physalis floridana*, but does not cause symptoms in most tomato varieties tested. PepMV Sp-G shows also remarkable differences in a host reaction in *Datura metel*, *D. stramonium* and *N. rustica* if compared with other European tomato isolates. The symptomatology of mechanically inoculated test plants indicated that the isolate Sp-G from tomato shows more similarities with the Peruvian PepMV originally found in pepino than other European tomato isolates characterized up to now.

The coat protein gene sequence of the isolate Sp-G was determined and analyzed. Sequence comparison confirmed, that at the nucleic acid level PepMV isolate Sp-G shares over 99% identity with European tomato isolates and 96,4% identity with the Peruvian pepino isolate. At the same time in the amino acid level 100% identity between all PepMV isolates was observed. We suppose, that the biological differences observed between PepMV isolates cannot be explained by the variation seen in CP gene, some other gene or region in PepMV must be responsible for symptom induction in host plants.

Keywords: symptoms, host range, isolate, coat protein sequence

Zusammenfassung

Das nahezu gleichzeitige Auftreten des Pepino Mosaik Virus (*Pepino mosaic virus*, PepMV) an Gewächshaustomaten in verschiedenen europäischen und außereuropäischen Ländern hat zu besonderem Interesse an diesem Virus und zu dessen intensiver Bearbeitung geführt. In der vorliegenden Arbeit wurde ein Isolat mit der Bezeichnung Sp-G des PepMV aus Tomatenfrüchten isoliert, die aus Spanien in einen Supermarkt nach Deutschland importiert wurden. Das Virusisolat wurde auch anhand der Symptome die es in einer Reihe von Testpflanzen verursachte näher charakterisiert. PepMV Sp-G verursachte im Gegensatz zu anderen europäischen Isolaten aus Tomaten Symptome an *Nicotiana glutinosa*, *N. tabacum*, *N. debneyi* hervor. Es infizierte auch *Physalis floridana*, war jedoch in den meisten geprüften Tomatensorten latent. Das Isolat PepMV Sp-G zeigte auch deutliche Unterschiede in der Reaktion auf den Wirtspflanzen *Datura metel*, *D. stramonium* und *N. rustica* im Vergleich zu anderen europäischen Tomatenisolaten. Die Symptomatologie der mechanisch inokulierten Testpflanzen deutet darauf hin, dass das Isolat Sp-G aus Tomaten mehr Ähnlichkeit mit dem ursprünglich aus Birnenmelone (*Solanum muricatum*) isoliertem peruanischen PepMV aufweist als zu den bisher beschriebenen europäischen Tomatenisolaten.

Die Hüllproteinsequenz (CP) des Isolates Sp-G wurde bestimmt und analysiert. Der Sequenzvergleich ergab auf dem Nukleinsäureniveau über 99 % Identität mit anderen europäischen Isolaten aus Tomate und eine Identität von 96,4 zum peruanischen Isolat aus Pepino (Birnenmelone). Auf dem Aminosäureniveau wurden 100 % Identität zu allen bekannten PepMV Sequenzen beobachtet. Es wird vermutet, dass die beobachteten biologischen Unterschiede zwischen den Isolaten des PepMV nicht durch die Sequenzunterschiede im CP-Gen erklärt werden können, sondern dass andere Gene oder Genombereiche des PepMV für die Symptomausprägung in Wirtspflanzen verantwortlich sind.

Stichwörter: Symptome, Wirtspflanzenkreis, Isolate, Hüllproteinsequenz

Pepino mosaic virus (PepMV) (KOENIG et al., 1989), a novel member of the genus *Potexvirus* (AGUILAR et al., 2002; COTTILLON et al., 2002), is the etiological agent of a new disease which affects tomato (*Lycopersicon esculentum*) crops in Europe (EPPO, 2003) and North America (FRENCH et al., 2001; FERGUSON & SHIPP, 2002). The virus was originally found in pepino (*Solanum muricatum*) in Peru in 1974, described by JONES et al. in 1980 and is now known as the type isolate of PepMV (BBA 1137) or Peruvian isolate. In 1999, PepMV was first found in European (Netherlands and UK) greenhouse tomatoes (WRIGHT & MUMFORD, 1999; VAN DER VLUGT et al., 2000; MUMFORD & METCALFE, 2001). From this time, the virus has been reported affecting tomato crops in other countries (Spain, Germany, France, Italy, Sweden, Finland, Poland and Canada) (JORDA et al., 2000; PROHENS et al., 2000; LESEMANN et al., 2000; MARCHOUX et al., 2001; ROGGERO, et al., 2001; TOMASSOLI, 2001; POSPIESZNY, 2002, and references in POSPIESZNY & BORODYNKO, 2002). Recently, a

PepMV isolate originating from Ukraine was characterized by sequencing and the local and systemic reactions on various plant species (VERHOEVEN et al., 2003).

The virus is very contagious and rapidly spread by mechanical manipulations like staking and green pruning (LACASA et al. 2001). It is also distributed by contaminated fruits and seed material and can remain viable in dry plant material for long as three months (FERGUSON & SHIPP, 2002). The situation is additionally complicated by the fact that tomato seeds may be contaminated with PepMV (SALOMONE & ROGGERO, 2002). Therefore, several measures to control the import and spread of PepMV have been implemented (BARTLETT, 2000).

PepMV can cause symptoms on both leaves (i.e. leaf distortion, chlorosis, mosaic, yellowing) and fruits (“marbling”) (VAN DER VLUGT et al., 2002). It also affect both fruit yield and fruit quality (SOLER et al., 2002). However the relationship among isolates from Europe, Peru and North America is not completely clear because of differences in reaction on inoculation of test plants.

We have isolated PepMV from tomato fruits imported from Spain to a supermarket in Germany in 2002. It showed discoloration and sometimes an irregular ripening (Fig. 1. A,C). The virus was identified by electron microscopy (Fig. 1.B) and by serological tests. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) formats and Western blotting were performed according to standard procedures using an antiserum (DSMZ AS-0554) produced against a Peruvian PepMV and an antiserum produced against the virus isolated from tomato fruits. The virus was propagated on *Nicotiana glutinosa* for purification and antiserum production in rabbits as described by SALOMONE & ROGGERO (2002) and by VAN DER VLUGT et al. (2002). In double-antibody sandwich (DAS) ELISA (data not shown) and Western blotting (Fig. 2) we found no differences in reactivity with both antisera between Peruvian PepMV and the virus isolated by us from tomato fruits (in following the isolate is named PepMV Sp-G). The apparent molecular weight of both isolates was about 29 kDa (Fig. 2.A,B).

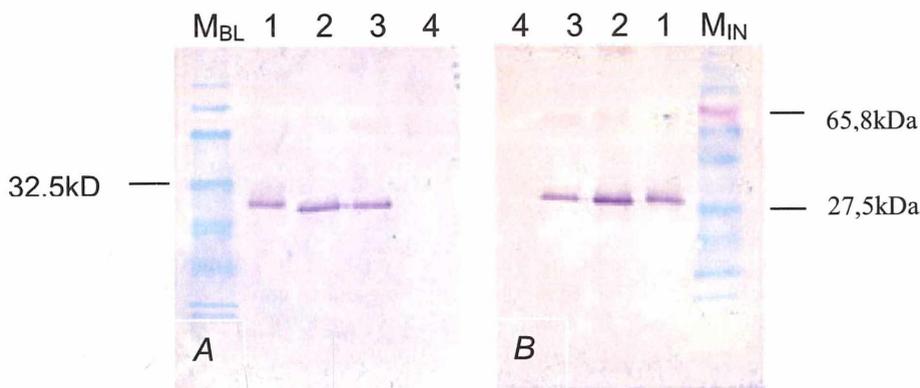


Fig. 2. Western blot of Peruvian PepMV and PepMV tomato isolate Sp-G. A: Western blot using antiserum (DSMZ As-0554) to Peruvian PepMV;

B: Western blot with antiserum to PepMV Sp-G; Lanes: M_{BL} -Marker BioLabs P7708S, M_{BL} - Marker. Lane 1 - Isolate PepMV Sp-G in *N. tabacum* cv.Samsun; Lane 2 - Peruvian isolate of PepMV DSMZ in *N. glutinosa*; Lane 3 - Isolate PepMV SP-G in *N. glutinosa*; Lane 4 - negative control: sap from healthy *N. glutinosa*.

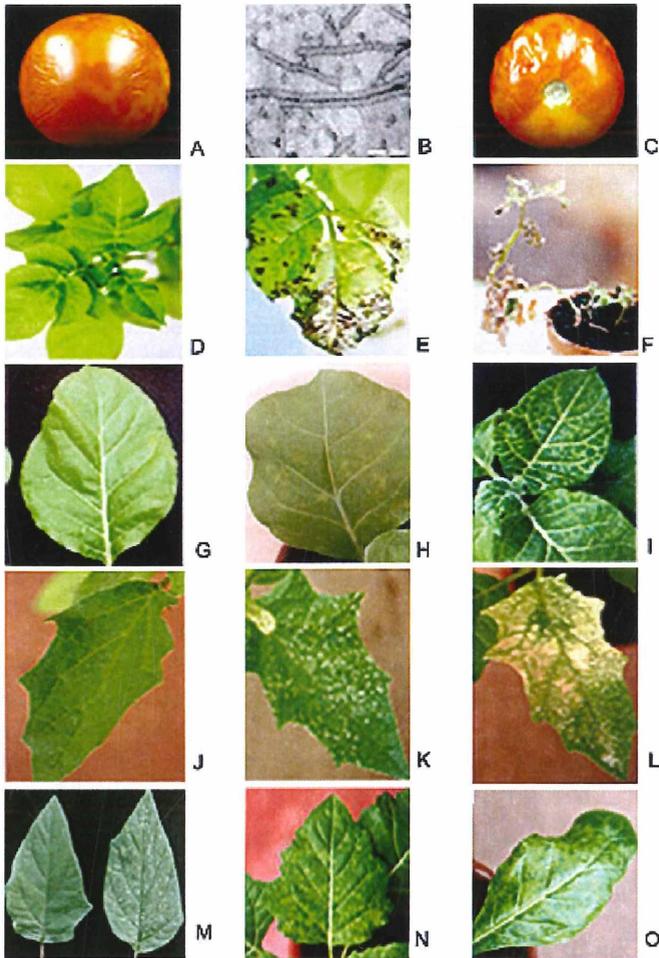


Fig. 1. Typical marbling caused by PepMV in tomato fruits (A and C). Electron micrograph of PepMV Sp-G (B). Systemic necrotic patches caused by PepMV Sp-G in potato cv. Sarne (E), death of potato (F); healthy potato plant (D). PepMV Sp-G in *Nicotiana tabacum* cv. Samsun (G-I). Local chlorotic spots 5-6 days p.i. (H); systemic vein clearing appearing 8-10 days p.i. (I); healthy plant (G). Symptoms induced by PepMV Sp-G in *D. stramonium* (J-L). Systemic chlorotic spots 9-10 days p.i. (K); later systemic necrotic patches (L); healthy plant (J). Local chlorotic spots in *D. metel* caused by PepMV Sp-G (M, right); healthy plant (M, left). PepMV Sp-G in *Nicandera physaloides* (N) and *Nicotiana debneyi* (O).

```

1 - ATGCCTGACACAACACCTGTTGCTGCCACTTCAAAGTGCACCACCCACAGCCAAAGATGCT - 60
  M P D T T P V A A T S S A P P T A K D A
61 - GGTGCCAAAGCTCCTTCTGACTTCTCAAATCCCAATACAGCTCCTAGTCTCAGTGATTG -120
  G A K A P S D F S N P N T A P S L S D L
121- AAGAAAGTAAAATATGTCTCCACCGTGACCTCCGTGGCCACACCAGCTGAAATGAAGCC -180
  K K V K Y V S T V T S V A T P A E I E A
181- CTAGGCAAAATCTTACCAGCTATGGGCCTTGCCGCAATGAGACTGGTCCGGCCATGTGG -240
  L G K I F T A M G L A A N E T G P A M W
241- GATCTAGCTCGTGCATATGCTGATGTGCAGAGTTCTAAATCGGCACAGCTGATTGGAGCT -300
  D L A R A Y A D V Q S S K S A Q L I G A
301- ACCCCTTCCAACCCTGCACTATCAGCCGAGCCCTCGTGTCTCAGTTTGATCGAATCAAT -360
  T P S N P A L S R R A L A A Q F D R I N
361- ATAACCCACAGGCAATTTGCATGTACTTTGCCAAAGTTGTTTGAACATACTTCTCGAC -420
  I T P R Q F T C M Y F A K V V W N I L L D
421- AGCAACATTCACAGCAAATTTGGCCAAACTGGTTACCAAGAAGATACAAAATTTGCT -480
  S N I P P A N W A K L G Y Q E D T K F A
481- GCATTTGACTTCTCGATGGAGTCACCAACCCCTGCCAGCTGCAGCTGCTGATGGTCTT -540
  A F G D F F D G V T N P A S L Q P A D G L
541- ATCAGGCAGCCAAATGAGAAAGAACTAGCTGCCTCACTCCGTAGCTAAGTACGGCGCCTTG -600
  I R Q P N E K E L A A H S V A K Y G A L
601- GCTAGGCAAAAGATCTCCACAGTAATTATATTACCACACTTGGAGAAGTCACAGTGGA -660
  A R Q G K I S T G N Y I T T L C G E V T R G
661- CACATGGGAGCTAACACTGTACGCGATAGCAGTCCCTGAACTTAA
  H M G G A N T M Y A I D A P P E L -

```

Fig. 3. The nucleic acid (upper row) and translated amino acid (lower row) sequence from the putative CP gene of the PepMV isolate Sp-G (Accession no. AF340024). Amino acid sequence is identical to Peruvian isolate and to the majority of European isolates.

In this paper we describe some of the biological and molecular properties of PepMV tomato isolate Sp-G. In host range and symptomatology studies leaves of 8-10 test plants of the species listed in Tables 1 and 2 were dusted with 600-mesh carborundum and inoculated manually with undiluted, infective *N. glutinosa* or *N. tabacum* cv. Samsun sap. Inoculated plants were grown at 18-25°C, inspected visually and symptoms recorded during the following 3 weeks. When no symptoms were observed after this period, young leaves of the inoculated plants were tested for infection by back-inoculation to *N. tabacum* cv. Samsun and/or *N. glutinosa*. In some cases in this study plants were tested for PepMV systemic infection by RT-PCR using PepMV sequence specific oligonucleotide primers according to MUMFORD & METCALFE (2001) [data not shown].

It has been shown earlier by JONES et al. (1980) that PepMV has a narrow host range. The type isolate of PepMV from pepino infected systemically 30 out of 32 species of *Solanaceae* tested, in *Cucumis sativus* and *Tetragonia expansa* virus detected in inoculated leaves only, but 13 species from 6 other families were not susceptible to this isolate.

In our study PepMV tomato isolate Sp-G infected 13 out of 14 species of *Solanaceae* tested, from which 12 systemically (Table 1 and 2), but failed to infect 3 species in 3 other families (*Tetragonia expansa*, *Gomphrena globosa* and *Chenopodium quinoa*) (Table 1) tested. Additionally, 2 varieties of *Cucumis sativus* were also insusceptible to PepMV isolate Sp-G infection, whereas 2 other varieties showed symptomless systemic infection (Table 2).

Symptoms on host plants tested were following:

Datura metel: local chlorotic spots appeared on inoculated leaves 7 days post infection (p.i.) [Fig.1.M]. The first symptoms on the young leaves appeared as crinkling of leaf lamina and vein clearing of leaf surface 9-10 days p.i. Later, systemic necrotic spots were formed in uninoculated leaves 20 days p.i., followed by a generalized leaf necrosis. Young leaves that developed afterwards were infected symptomlessly.

Datura stramonium: systemic chlorotic spots appeared in middle and in tip leaves 9 – 10 days after inoculation (Fig.1.K), which developed to systemic necrotic patches (Fig. 1.L). Young leaves that developed later were infected symptomlessly and inoculated plants became stunted.

Nicandra physaloides: systemic chlorotic spots appeared at first 10-11 days p.i. (Fig.1.N), systemic necrotic spots 14 -15 days p.i.. Followed by systemic veinal necrosis and deformation of young leaves. The inoculated plants became stunted.

Nicotiana benthamiana and ***N. clevelandii***: Systemic vein clearing appeared 8 days p.i.. Later, systemic chlorosis formed in *N. benthamiana* plants. Inoculated leaves of *N. clevelandii* were infected symptomlessly.

N. debneyi: strong systemic mosaic and systemic necrotic rings on middle and tip leaves appeared 5-6 days p.i. (Fig.1.O). Later, irregular expanding necrotic spots formed in inoculated leaves and lower uninoculated leaves that coalesced causing leaf necrosis.

N. glutinosa: local chlorotic spots appeared in inoculated leaves 6-7 days p.i. The first systemic symptoms as vein clearing in young leaves appeared 8-10 days p.i. followed by generalized strong mosaic, some necroses and deformation of leaves both in older leaves and in those produced afterwards.

N. rustica: local chlorotic spots appeared in inoculated leaves 6-7 days p.i., no systemic infection detected.

***N. tabacum* cv. Samsun**: local chlorotic spots (0,2 – 0,6 mm) developed in inoculated leaves 5-6 days p.i. (Fig.1.H), vein clearing in middle and tips leaves occurred 8-10 days p.i., followed both in older leaves and in leaves produced afterwards by generalised, strong mosaic symptoms and deformation (Fig.1.J).

Physalis floridana and ***Solanum demissum***: systemically infected species without visible symptoms.

PepMV tomato isolate Sp-G shows some differences in a host reaction in test plants if compared with Peruvian PepMV (Jones et al., 1980; see also Table 1). Surprisingly, more remarkable differences in a host reaction seem to exist between tomato isolate Sp-G and European tomato isolates PD 99901066 (van der Vlugt et al., 2002) and PepMV-Sp13 (Aquilar et al., 2002). So, for instance with the European tomato isolates infection was detected in *N. glutinosa*, *N. tabacum* and *Physalis floridana*, whereas the tomato isolate Sp-G causes systemic infection, and *N. glutinosa* as well as *N. tabacum* respond to the infection with strong symptoms (Fig. 1.I). Some additional differences seem to occur between Sp-G and PD 99901066 tomato isolates on *Datura metel*, *D. stramonium* and *N. debneyi*. Tomato isolate Sp-G causes chlorotic local lesions on inoculated leaves of *D. metel* (Fig. 1.M), but isolate PD 99901066 shows symptomless infection (VAN DER VLUGT et al., 2002). Moreover, *D. stramonium* reacted to the Sp-G isolate with chlorotic lesions and necrotic patches on systemically infected leaves (Fig. 1.K,L), whereas the isolate PD 99901066 evoked mosaic and mild leaf deformation of systemically infected leaves (VAN DER VLUGT et al., 2002). Additionally, differently from isolate Sp-G (Fig.1.O), tomato isolate PD 99901066 was symptomless in *N. debneyi* (VAN DER VLUGT et al., 2002).

It must be mentioned also, that up to now, all European PepMV isolates, recently found in tomato, cause rather pronounced symptoms in different tomato varieties and the Peruvian pepino isolate does not cause symptoms on tomato. Surprisingly, the PepMV tomato isolate Sp-G was symptomless on 11 out of 12 tomato varieties tested. (Table 2). At the same time it was possible to transmit the virus from tomato plant by back-inoculation to *N. tabacum* cv. Samsun and *N. glutinosa* from inoculated as well as from young leaves. However, in the case of tomato cv. Marmande PepMV tomato isolate Sp-G induced visible symptoms on leaves. Symptoms on leaves consisted of distorted leaf development and mild mosaic, which appeared 15-16 p.i.; leaves and leaf petioles were twisted downward. Later (24-25 days p.i.) followed bright yellow mosaic (on apical and middle leaves) and chlorosis of whole plant appeared. Affected plants were stunted. Infected tomato cv. Marmande fruits were symptomless but virus was detected in them by back-inoculation to indicator hosts.

The results of our study have shown, that PepMV tomato isolate Sp-G may be a high potential danger to the potato also, because within *Solanum tuberosum* species it infected systemically all varieties tested (8), four of those with strong symptoms (Table 2).

Symptoms on host potato plants tested were as follows:

cv. Sarne: Systemic chlorotic blotches appeared in uninoculated leaves 11 days p.i. and systemic necrotic patches developed 18 days p.i. (Fig.1.E), later the death of the whole plant occurred (Fig. 1.F). **cv. Sulev:** The inoculated plants became chlorotic 14 days p.i., and necrotic 19 days p.i.. The affected plants became stunted. **cv. Adretta:** Local necrotic patches in inoculated leaves and mosaic in uninoculated leaves appeared 13 days p.i.. Later, systemic necrotic patches developed in uninoculated leaves. The affected plants became stunted. Later the death of the whole plant occurred. **cv. Piret:** Systemic mosaic symptoms appeared in lower uninoculated and tip leaves 18-19 days p.i. The inoculated leaves were symptomless. Other authors reported about a range of potato varieties sensitive or resistant to tomato isolates from Italy (SALOME & ROGGERO, 2002), French (MARTIN & MOUSSERION, 2002) or Germany, Great Britain and Spain (LESEMANN, 2003) expecting different levels of resistance to this virus.

Our results indicated that PepMV tomato isolate Sp-G exhibits remarkable differences in symptomatology compared to European tomato isolates reported previously. For further characterization of PepMV tomato isolate Sp-G coat protein (CP) sequence (Accession no. AF510038) of the isolated virus was determined (Fig.3). For RT-PCR total RNA extract was prepared from systemically infected *N. tabacum* cv. Samsun leaves using Rneasy Plant kit (Qiagen). cDNA synthesis was initiated with random hexamers (dN6; Promega) using M-MuLV Reverse Transcriptase (Fermentas) and 10 µl of total RNA. To amplify the CP region of the virus genome we used DyNazyme EXT (Finnzymes) and PepMV specific primers PepMV TGB F and PepMV UTR R according to MUMFORD & METCALFE (2001). PCR products were cloned in pUC57/T (Fermentas) and two independent recombinant plasmids were sequenced with Dye Terminator kit (Amersham). The sequence analysis indicated an open reading frame (ORF) of 714 nucleotides (nt) (Fig. 3) encoding the putative CP protein (237 amino acids) of PepMV. The CP genes of 15 European tomato isolates and a Peruvian pepino isolate have been sequenced and compared earlier by MUMFORD & METCALFE (2001). According to these sequence data the all European tomato isolates share nt identity between 99.0-100.0%, but have only 96.4-97.0 % identity with the Peruvian pepino isolate. At the amino acid (aa) level the similarity between pepino and 11 out of 15

European tomato isolates is 100%. The remaining four European tomato isolates contain one or two aa substitutions. Nucleotide sequence alignment of the CP genes from our tomato isolate Sp-G with two European tomato isolates PepMV UK2 and PepMV Sp13 (AGUILAR et al., 2002) and the Peruvian pepino isolate (nucleotide sequence data kindly provided by R.A. Mumford, Central Science Laboratory, UK, personal communication) also showed that the three tomato isolates share over 99% identity with each other and only 96,4% identity with the Peruvian pepino isolate. At the aa level, our tomato isolate Sp-G in fact shares 100% identity with Peruvian pepino isolate and European tomato isolates UK-2 and Sp13. Hence the biological differences observed between isolates cannot be explained by the heterogeneity seen in the CP gene, and obviously some other gene or genome region in PepMV has to be responsible for symptom – induction in host plants. The determination of the complete nucleotide sequence of PepMV tomato isolate Sp-G should prove useful to investigate the region(s) responsible for biological differences reported between different PepMV isolates. On a RT-PCR assay combined with RFLP analysis for the differentiation of tomato isolates in three types was recently reported by MARTINEZ-CULEBRAS et al. (2002), however full-length genomic sequence data from these isolates are yet not available.

The rapidity with which PepMV has spread out over different countries worldwide has caused great concern among growers. Such concern is mainly due to the lack of effective control measures for this virus and the fact that all tested tomato cultivars have been susceptible to PepMV isolates (LESEMANN, 2003). The search for host plant resistance in gene bank material provides promising prospects towards sustainable virus management through conventional breeding. In order to widening the genetic basis of virus resistance in tomato (PICO et al., 2002), reliable and efficient screening methods are essential for accurately evaluating resistance levels and need to be developed.

Acknowledgements

We thank Mrs M. Wesemann (BAZ, Aschersleben, Germany), Mrs K. Tarassova, Mrs H. Nurmela, and Mr M. Valk (Tallinn and Harku, Estonia) for technical assistance. This work was supported by the grants from Estonian Science.

References

- AGUILAR, J. M., HERNANDEZ-GALLAROD, M. D., CENIS, J. L., LACASA, A., ARANDA, M. A.: Complete sequence of the Pepino mosaic virus RNA genome. Arch. Virol. 147, 2009-2015, 2002.
- BARTLETT, P. W.: New pests and diseases in European Community plant health legislation. The BCPC Conference: Pests and diseases, Volume 3. Proceedings of an international conference held at the Brighton Hilton Metropole Hotel, Brighton, UK, 13-16 November 2000: 1159-1166, 2000.
- COTILLON, A. C., GIRARD, M., DUCOURET, S.: Complete nucleotide sequence of the genomic RNA of a French isolate of *Pepino mosaic virus* (PepMV). Arch. Virol. 147, 2231-2238, 2002.

- EPPO: EPPO Alert List-Viruses. *Pepino mosaic potexvirus* - a new virus of tomato introduced into Europe. 2003. Internet:
http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/Viruses/pzmxxx.html
- FERGUSON, G., SHIPP, L.: New pests in Ontario greenhouse vegetables. Bulletin OILB/SROP 25, 69-72, 2002.
- FRENCH, C. J., BOUTHILLIER, M., BERNARDY, M., FERGUSON, G., SABOURIN, M., JOHNSON, R. C., MASTERS, C., GODKIN, S., MUMFORD, R.: First Report of *Pepino mosaic virus* in Canada and the United States. Plant Dis. 85, 1121, 2001.
- JONES, R. A. C., KOENIG, R., LESEMANN D.-E.: Pepino mosaic virus, a new potexvirus from pepino (*Solanum muricatum*). Ann. Appl. Biol. 94, 61-68, 1980.
- JORDÁ, C., LAZÁRO, A., FONT, I., LACASA, A., GUERRERO, M. M., CANO, A.: Nueva enfermedad en el tomate. Phytoma-España 119, 23-28, 2000.
- KOENIG, R., LESEMANN, D.-E.: CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses no. 350. AAB, Wellesbourne (GB), 1989.
- LACASA, A., GUERRERO, M. M., HITA, I., MARTINEZ, M. A., HERNANDEZ, M. D.: La diseminación del virus del mosaico del pepino dulce (*Pepino Mosaic Virus*) en las labores de entutorado y desbroto de las plantas de tomate. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 27, 489-501, 2001.
- LESEMANN, D.-E., DALCHOW, J., WINTER, S., PFEILSTETTER, E.: Occurrence of *Pepino mosaic virus* in European tomato crops: identification, etiology and epidemiology. Mitt. a. d. Biol. Bundesanst. 376, 323, 2000.
- LESEMANN, D.-E.: Solanaceous crop plants as host of tomato isolates of *Pepino mosaic virus*. Z. PflKrankh.PflSchutz 110, 71-72, 2003.
- MARCHOUX, G., GEBRE-SELASSIE, K., GOGNALONS, P.: Trois facteurs concourent a l'emergence de nouveaux virus: ce sont l'evolution adaptative, l'intensification et la mondialisation: exemples chez la tomate et le piment. Phytoma No.541, 40-45, 2001.
- MARTIN, J., MOUSSERION, C.: Pomme de terre et mosaïque du pepino: sensibilité de la pomme de terre a la "souche tomate" du *Pepino Mosaic Virus* (PepMV). Phytoma 552, 26-28, 2002.
- MARTINEZ-CULEBRAS, P. V., LAZÁRO, A., CAMPOS, P., JORDÁ, C.: A RT-PCR assay combined with RFLP analysis for detection and differentiation of isolates of *Pepino mosaic virus* (PepMV) from tomato. Eur. J. Plant Pathol. 108, 887-892, 2002.
- MUMFORD, R. A., METCALFE, E. J.: The partial sequencing of the genomic RNA of a UK isolate of *Pepino mosaic virus* and the comparison of the coat protein sequence with other isolates from Europe and Peru. Arch. Virol. 146, 2455-2460, 2001.
- PICO, B., HERRAIZ, J., RUIZ, J. J., NUEZ, F.: Widening the genetic basis of virus resistance in tomato. Scientia Horticulturae 94, 73-89, 2002.
- POSPIESZNY, H., BORODYNKO, N., PALCZEWSKA, M.: Occurrence of *Pepino mosaic virus* in Poland. Phytopathol. Pol. 26, 91-94, 2002.

- POSPIESZNY, H., BORODYNKO, N.: *Wirus mozaiki pepino (Pepino mosaic virus)*. *Progress in Plant Protection* 42, 83-87, 2002.
- PROHENS, J., LEIVA-BRONDO, M., SOLER, S., NUEZ, F.: *Virosis del pepino dulce*. *Phytoma-Espana* 119, 30-38, 2000.
- ROGGERO, P., MASENGA, V., LENZI, R., COGHE, F., WINTER, S.: *First report of Pepino mosaic virus in tomato in Italy*. *Plant Pathol.* 50, 798, 2001.
- SALOMONE, A., ROGGERO, P. *Host range, seed transmission and detection by ELISA and lateral flow of an Italian isolate of Pepino mosaic virus*. *J. Plant Pathol.* 84, 65-68, 2002.
- SOLER, S., PROHENS, J., DIEZ, M. J., NUEZ, F.: *Natural occurrence of Pepino mosaic virus in Lycopersicon species in Central and Southern Peru*. *J. Phytopathol.* 150, 49-53, 2002.
- TOMASSOLI, L.: *Il virus del mosaico del pepino alle porte dell'Italia*. *Informatore Agrario* 57, 65-66, 2001.
- VAN DER VLUGT, R. A. A., CUPERUS, C., VINK, J., STIJER, I. C. M. M., LESEMANN, D.-E., VERHOEVEN, J. TH. J., ROENHORST, J. W.: *Identification and characterization of Pepino mosaic potexvirus in tomato*. *Bulletin OEPP* 32, 503-508, 2002.
- VAN DER VLUGT, R. A.A., STIJER, I. C. M. M., VERHOEVEN, J. TH. J., LESEMANN, D.-E.: *First report of Pepino mosaic virus on tomato*. *Plant Dis.* 84, 103, 2000.
- VERHOEVEN, J. TH. J., VAN DER VLUGT, R. A. A., ROENHORST, J. W.: *High similarity between tomato isolates of Pepino mosaic virus suggests a common origin*. *Euro. J. Plant Pathol.* 109, 419-425, 2003.
- WRIGHT, D., MUMFORD, R.: *Pepino mosaic potexvirus (PepMV)*. *First records in tomato in the United Kingdom*. *Plant Dis. Notice No. 89*, York, UK: Central Science Laboratory, 1999.

Pflanzenschutzberichte
Band 61, Heft 2, 2005
ISSN 0031-675X

Zum Auftreten und zur Entwicklung von *Spinotarsus caboverdus* PIERRARD (1987) (Diplopoda: Odontopygidae) auf den Kapverden

Occurrence and development of *Spinotarsus caboverdus* PIERRARD (1987) (Diplopoda: Odontopygidae) on Cape Verde

NASCIMENTO, B., SERMANN, H., BÜTTNER, C.

Humboldt- Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich- Gärtnerische Fakultät, Institut für Gartenbauwissenschaften, FG Phytomedizin

Zusammenfassung

Spinotarsus caboverdus gehört zu den ökonomisch wichtigsten Schädlingen auf den Kapverden. Das Auftreten der Art in hohen Populationsdichten führt zu sehr starken Ernteverlusten und darüber hinaus zu hygienischen Problemen im Wohnbereich. Auf der Insel Santo Antão treten die aktiven Stadien ganzjährig auf, mit einem Höhepunkt von Juni bis Oktober. Es wurden keine effektiven Prädatoren oder Parasiten gefunden. Unter Laborbedingungen erreichten die Adulten eine Lebensdauer bis zu 8 Monaten. Bei konstanten Temperatur- und Nahrungsbedingungen dauerte ein Entwicklungszyklus vom Ei bis zum geschlechtsreifen adulten Tier 7 Monate.

Stichwörter: Tausendfüßer, *Spinotarsus caboverdus*, Biologie, Verhalten, Entwicklung

Summary

Spinotarsus caboverdus is the economically most important pest in Cape Verde. The epidemic occurrence leads to a very high loss of harvest yields and to hygienic problems in residential areas. Under the natural conditions of the Island Santo Antão the active stages are present throughout the whole year with a culmination of adults from June to October. No effective predator or parasite was found. Under laboratory conditions of constant temperature and food, the adults live 8 months. The whole development cycle from egg to sexually mature adult takes 7 months.

Key words: millipedes, *Spinotarsus caboverdus*, biology, behaviour, development

Einleitung

S. caboverdus wurde 1969 auf die Insel Santo Antão (Kapverden) eingeschleppt. Die Erstbeschreibung dieser Art erfolgte durch PIERRARD erst im Jahre 1987. Die Art hat

sich auf der Insel durch die wirtschaftlichen Aktivitäten schnell verbreitet und entwickelte sich zum bedeutendsten Schädling vieler für die Einwohner wichtiger Kulturarten (NEVES et al., 1993). Die Fraßschäden sind ganzjährig zu beobachten. Sie entstehen an Kartoffel- und Süßkartoffelknollen, Mais- und Bohnenkeimlingen sowie an Früchten wie Papaya, Mango und Brotfrucht, sobald sie zu Boden fallen. *S. caboverdus* gelangt lokal in großer Zahl auch in die Häuser. Auf Grund des hohen Schadens an den Kulturen als auch der Belästigung im Wohnbereich der Menschen ist eine Dezimierung der Population unbedingt notwendig. Im Vorfeld der Erarbeitung einer wirksamen Regulierungsstrategie wurden bei Untersuchungen im Labor und auf den Feldern von Santo Antão Daten zur Entwicklung und Ökologie der Art zusammengetragen.

Material und Methoden

Die Untersuchungen zu den einzelnen Stadien des Tausendfüßers erfolgten im Labor in Berlin. Die Populationsdynamik und Lebensweise sowie das Verhalten wurden auf den Feldern der Insel Santo Antão untersucht.

Die Untersuchungen im Labor erfolgten im Insektarium bei einer Temperatur von 22-26°C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50-80% und 12 h Belichtung. Die Tausendfüßer wurden in größeren Gruppen in Terrarien mit verschiedenen Erds substraten (Komposterde, Kakteensubstrat, Erde von Santo Antão) gehalten. Innerhalb der Käfige wurden Zonen verschiedener Substratfeuchte angeboten.

Versuche zur Lebensweise der einzelnen Stadien erfolgten paarweise in Petrischalen. Dazu waren die Petrischalen mit feuchtem Filterpapier ausgelegt und zur Luftzirkulation mit Gaze abgedeckt. Für die Versuche zur Eiablage wurde jeweils ein geschlechtsreifes Pärchen in ein Glasröhrchen (. 2,5 cm) mit autoklavierter Erde von Santo Antão gesetzt. Als Nahrung wurden jeweils verschiedene Gemüse und Fruchtarten angeboten. Die Versorgung der Tiere und die Datenerfassung zur Entwicklung und Eiablage erfolgte regelmäßig alle zwei Tage.

Die Untersuchungen auf Santo Antão fanden auf den terrassierten Feldern der Bauern oder deren Umland statt. Auf der Insel werden ganzjährig, Tag und Nacht Temperaturen zwischen 22° und 30°C gemessen, die Luftfeuchtigkeit beträgt 40-60% und an 350 Tagen scheint die Sonne. Der Niederschlag ist unregelmäßig. Normalerweise treten zwei Jahreszeiten auf, der Zeitraum mit Regen von August bis Oktober und die Trockenperiode in den restlichen Monaten des Jahres. Der Regen kann aber auch mehrere Jahre fast völlig ausbleiben. Das langjährige Niederschlagsmittel für den regenreichsten Monat September beträgt 29 mm und fällt innerhalb von nur 2 Tagen (Stat. Bundesamt, 1990).

An ausgewählten Standorten wurden zu verschiedenen Jahreszeiten Auszählungen zum Schadensmaß und zum Alterstatus der Population vorgenommen. Hierfür wurden je Kultur und Standort an mindestens 10 Pflanzen der Schadort (Wurzel, Wurzelhalsbereich, Blätter) und das Schadensmaß (ohne Schaden, einzelner Schaden, großflächiger Schaden) erfasst. Außerdem wurde die Anzahl, das Entwicklungsstadium und bei Adulten das Geschlecht der Individuen pro Pflanze festgestellt. Stichprobenartig wurde von einzelnen Exemplaren die Länge, Anzahl der Segmente und das Gewicht ermittelt. Zum Wanderverhalten der Tiere wurden in stündlichem Abstand die Anzahl der wandernden Tiere erfasst sowie ihr Alter und Geschlecht festgestellt.

Ergebnisse - Schadbild

Tausendfüßer sind lichtscheue Bodenbewohner und fressen daher im Verborgenen am oder im Boden, meist nachts und vor allem im Wurzelbereich. Besonders hoch ist das Schadmaß in den Trockenzeiten.

Auf Santo Antão waren z. B. bei Mais und Bohnen im Wurzelbereich die dünnen Wurzeln angefressen bzw. abgebissen oder auch der Wurzelhals angegagt. An den am Boden liegenden Erntegut waren Bohrlöcher zu erkennen, die von einzelnen Tieren bis ins Innere (bei Kartoffeln) angelegt waren (Abb. 1) oder es entstanden durch Aggregation vieler Tiere (bei Mango und Papaya) (Abb. 2) großflächige Fraßschäden. In vielen Fällen verursachten nachfolgende Pathogene einen vollständigen Ernteverlust.



Abb. 1 Bohrlöcher durch *S. caboverdus* an Kartoffelknollen

Abb. 2 Aggregation von *S. caboverdus* an einer Mangofrucht

Außerdem wurden geschädigte Keimlinge z. B. von Mais und Buschbohnen erfasst, die nicht auf gelaufen waren, oder später umfielen und vertrockneten. Es zeigte sich, dass die Tausendfüßer auch an oberirdischen, vegetativen Organen fressen. Dabei sind Fraßlöcher an den Blättern und besonders an den Keimblättern zu beobachten. Die älteren juvenilen Stadien schädigen durch ihren anhaltenden Fraß am Wurzelhals und an den stärkeren Wurzeln der Maispflanzen und verhindern damit auch bei älteren Pflanzen ein normales Wachstum.

Erste Entwicklungsdaten von *S. caboverdus*

Adulte, geschlechtsreife Tiere

S. caboverdus ist getrenntgeschlechtlich und hat eine geschlechtliche Fortpflanzungsform. Weibchen und Männchen unterscheiden sich nur geringfügig. Die reifen Weibchen sind im Durchschnitt 3 mm länger und etwa 0,2 mg schwerer als die Männchen. Beide Geschlechter verfügen im Durchschnitt über jeweils 67 Körperringe (Tab. 1).

Tab. 1 Morphologische Parameter der Weibchen und Männchen von *S. caboverdus*

	n	Länge in mm			Gewicht in mg			Anzahl der Körperringe		
		\bar{x}	Min.	Max.	\bar{x}	Min.	Max.	\bar{x}	Min.	Max.
Weibchen	20	36	33	42	0,95	0,801	1,181	68	64	71
Männchen	20	33	28	35	0,71	0,505	0,904	67	65	70

Die Männchen von *S. caboverdus* lassen sich von den Weibchen gut anhand der Gonopoden unterscheiden, die sie anstelle der beiden Beinpaare am 7. Segment haben. Das Zusammenfinden der Männchen und Weibchen von *S. caboverdus* war in den Untersuchungen rein zufällig. Ein auslösender abiotischer Faktor oder Attraktivstoffe, konnten bisher nicht erkannt werden. Bei der Kopulation windet sich das männliche Tier in spezifischer Art spiralförmig um das Weibchen. Der Kopulationsvorgang kann bis zu 40 Minuten dauern. Die Beobachtungen ergaben, dass die Weibchen mehrfach, auch in kurzen Abständen wiederholt kopulieren können. Die Adulten erreichten unter Laborbedingungen bei gleichmäßiger Ernährungs- und Klimasituation eine Lebensdauer von bis zu 8 Monaten.

Juvenilentwicklung

Nach der Kopulation legen die Weibchen von *S. caboverdus* im Boden ovale (1,0 x 0,8 mm), weiße dotterreiche Eier ab. Jedes Ei wird einzeln durch verkleben der Bodenpartikel in eine stabile Erdkapsel eingeschlossen (Abb. 3).



Abb. 3 Ei von *S. caboverdus* in geöffnete Erdkapsel



Abb. 4 Stadium II von *S. caboverdus*

Die embryonale Entwicklung dauert in dieser Erdkapsel unter Laborbedingungen bei 23°C ca. 22 Tage. Am Ende der Embryonalentwicklung sind durch die Eihaut schon

die Körperringe des sogenannten Pupoid-Stadiums zu sehen. Infolge des Wachstums der Tiere reißt die Eihülle auf, ohne dass das Jungtier diese verlässt.

Auch die Juvenilstadien I und II verbleiben noch im Schutz der Eihülle (Abb. 4) und der Erdkapsel und ernähren sich von dem Nahrungsdottervorrat (Tab. 2). Erst das Stadium III verlässt dann die Erdkapsel und hält sich frei im Boden auf. Es ist somit das erste aktive Stadium in der Jugendentwicklung von *S. caboverdus*.

In der Laborzucht waren stets 10 juvenile Stadien zu differenzieren.

Tab. 2 Aussehen, Größe, Entwicklungsdauer und Nahrung juveniler Stadien von *S. caboverdus* (n=500)

Stadium	Farbe	Länge (mm)	Anzahl der Kör- per-Ringe	Anzahl der Ocelli	Dauer bei 22- 23°C (Wochen) (n=20)	Nahrung
Stadium I	weiß	2	8	0	1	Dotter
Stadium II bis III	weiß	2,5 - 4,0	11 - 16	1 - 2	3	Dotter, tote orga- nische Substanz
Stadium IV bis VI	weiß	4,5 - 8,0	26 - 41	3 - 10	10	tote orga- nische Substanz und le- bende Pflanzen- teile
Stadium VII bis letztes Juvenil- Stadium	weiß bis hell- braun	11,0-19,0	45 - 66	15 - 27	13	lebende Pflanzen- teile auch tote orga- nische Substanz

S. caboverdus bevorzugt für den Häutungsvorgang trockenes mineralisches Erdsstrat, in dem die Juvenilen in 2 cm Tiefe eine Häutungskammer anlegen. Nach der Häutung frisst das Individuum seine Häutungsreste und verlässt die Kammer. Der gesamte Stadienwechsel dauert 1 bis 2 Wochen. Dabei verlaufen die Häutungen der kleinen Stadien in kürzeren regelmäßigen Abständen und schneller, als bei den älteren Juvenilen.

Die Entwicklung vom Ei bis zum adulten Tier verlief unter den günstigen Bedingungen der Laborzucht kontinuierlich und dauerte insgesamt 7 Monate.

Auftreten auf Santo Antão

Die ältesten juvenilen Stadien sowie die Adulten von *S. caboverdus* sind besonders von Juni bis August auffällig, weil sie sich auf den Feldern um eine minimale Feuchtigkeitsquelle, wie z. B. eine Mango- oder Papayafrucht in hohen Aggregationen versammeln. Sie überdauern so die Trockenzeit bis zum Regen im September.

In dieser Zeit gelangen die Tausendfüßer auf ihren nächtlichen Wanderungen in großer Zahl auch in die Häuser und Wohnbereiche. Auf der Suche nach Schutz vor Hitze und Trockenheit verstecken sie sich in diesen und belästigen nachts die Bewohner.

Die Kopulation der geschlechtsreifen Tiere konnte im Feld nur sehr selten beobachtet werden, weil sie im Schutz von Pflanzenbewuchs stattfindet.

Die Weibchen bohren sich zur Eiablage in den Boden ein. Die Erdkapseln mit jeweils einem Ei wurden in feuchtem Boden in etwa 8 cm Tiefe aufgefunden. Die Funde bestätigen damit die Laborergebnisse zur Eiablage.

Die ersten drei Stadien der Juvenilen konnten bei den Populationsanalysen weder auf der Wanderschaft noch an den Pflanzen fressend nachgewiesen werden.

Erst die älteren Entwicklungsstadien (ab Stadium IV) wurden regelmäßig an den Pflanzen und auf der nächtlichen Wanderschaft festgestellt. Im Frühjahr sind sie mit einem Anteil von über 50% häufiger als die adulten Tausendfüßer (Abb.5).

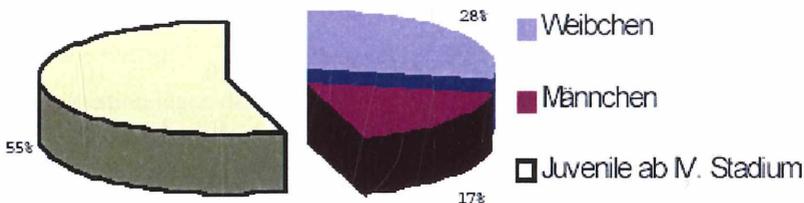


Abb. 5 Altersstruktur der wandernden Entwicklungsstadien von *S. caboverdus* (in %) am Ende der täglichen Aktivitätsphase gegen 7 Uhr morgens am Bewässerungskanal (März 2003) auf Santo Antão

Ab dem Stadium IV werden die Juvenilen auch regelmäßig an der Pflanze nachgewiesen und treten als Pflanzenschädling in Erscheinung (Tab.3).

Die ältesten juvenilen Stadien (Stadien VII-X) sind ebenso wie die adulten Tiere an der Bodenoberfläche im dichten Pflanzenbestand und an Mango-, Papaya- oder Brotfrüchten anzutreffen. Auf diese Weise werden sie mit dem Nahrungsgut passiv verbreitet.

Tab. 3 Altersstruktur (Anzahl Tiere pro Pflanze/Frucht/Blüte) der Population von *S. caboverdus* an ausgewählten Kulturpflanzen auf bewässerten Feldern (März/April 2003) auf Santo Antão

Kultur- pflanze	Fraßort	Adultstadium			Juvenilstadien			Gesamt Anzahl
		Weibchen Anzahl	Männchen Anzahl	I-III Anzahl	IV-VII Anzahl	VIII-IX Anzahl		
		\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	
Mais (3 Wochen)	Wurzelhals- Bereich	1,6	1,8	0,2	82,6	1	87,2	
Mais (5 Wochen)	Wurzelhals- Bereich	3	3	0	27,4	16,4	49,8	
Papaya	Frucht*	36,3	12,7	0	34,7	67	150,7	
Banane	Blute *	51	20	0	24	40	135	
Brotfrucht	Frucht*	13	6	0	0	10	29	

* am Boden liegend

Gegegenspielerpotential

In den Erhebungen konnte bisher nur ein geringes Gegenspielerpotential nachgewiesen werden.

Als räuberische Gegenspieler kommen nur nachtaktive Tiere in Frage, die den nachts wandernden Tausendfüßern nachstellen könnten. Davon kommen auf der Insel nur wenige vor, wie z. B. Lurche und Kriechtiere.

In der Nähe von Wassersammelbecken sind häufig Kröten zu finden. Diese verzehren offensichtlich auch Tausendfüßer, da in ihren Exkrementen die Körperringe nachgewiesen werden konnten. Ihre Fraßtätigkeit ist aber nur im Sommer und nur in unmittelbarer Nähe zu den Bewässerungskanälen stärker auf die Tausendfüßer ausgerichtet. In der übrigen Zeit des Jahres waren die Körperringe nur selten in den Exkrementen zu finden.

Bei den Populationsanalysen traten nur in geringem Maße parasitische Organismen in Erscheinung. In wenigen Tieren einiger Proben konnten Nematoden (Diplogastridae und Rabditoides spec.) nachgewiesen werden. Nach SUDHAUS (2002) können die Funde aber nicht als parasitisch eingestuft werden.

Auch entomopathogene Pilze traten nur selten auf, ohne dass bei den einzelnen Isolaten eine antagonistische Eigenschaft nachgewiesen werden konnte (Tab. 4)

Tab. 4 Aus Individuen von *S. caboverdus* isolierte Pilzarten, bzw. Gattungen aus Labor und Feldeintrag

Stadium von <i>S. caboverdus</i>	Herkunft der Tiere	Pilzgattung/-art
adultes Stadium	Ribeira da Torre	<i>Acremonium</i>
		<i>Geotrichum</i>
		<i>Cylindrocladium</i>
		<i>Gliocladium</i>
		<i>Paeecilomyces</i>
		<i>Aspergillus</i>
		<i>Fusarium spec.</i>
		<i>Acremonium strictum</i>
		<i>Cylindrocarpon didymum</i>
		<i>Fusarium semitectum</i>
adultes Stadium	Labor	<i>Scopulariopsis chartarum</i>
Eier	Labor	<i>Trichurus spiralis</i>
		<i>Penicillium spec.</i>
		<i>Doratomyces microsporus</i>

* auch Wundinfektionen oder auf toten Wirten

Diskussion

Der Schadumfang durch die Tausendfüßer hat sich gegenüber den Angaben von NEVES et al. (1993), die den Hauptschaden an Kartoffel beschreiben, bis zur Gegenwart weiter verschärft, da die Populationsdichte extreme Ausmaße angenommen hat und sich der Schaden heute auf alle Kartoffel- und Gemüsearten erstreckt. Sowohl chemische als auch biologische Bekämpfungsmaßnahmen führten nicht oder nur zeitlich begrenzt zu einem ausreichenden Erfolg (NEVES et al., 1993). Das führte dazu, dass die Bauern gegenwärtig den Anbau anfälliger Gemüsearten meiden.

Bisher gibt es nur wenig Literatur zur Morphologie, Entwicklung und zum Verhalten von Tausendfüßerarten (HOPKIN und READ, 1992; KRAUS, 1966; CARREL, 1990). Speziell für die Art *S. caboverdus* machen BRITO (1994) und NEVES et al. (1993) nur allgemeine Angaben zur Eiablage und zu einzelnen Stadien.

DELGADO und SILVA (1991) berichten von einem ganzjährigen Auftreten sowohl der juvenilen als auch der adulten Individuen der Art und schließen daraus, dass es keine Diapause für die Art gibt. Bisher liegen keine Angaben zur Generationsfolge vor. Die eigenen Untersuchungen zur Entwicklung der Tiere im Labor als auch die Erhebungen auf Santo Antão ermöglichen jetzt erste differenzierte Angaben zur Populationsdynamik von *S. caboverdus*.

Für die Adulten von *S. caboverdus* konnte im Labor eine Lebensdauer von bis zu 8 Monaten festgestellt werden. Das stimmt mit Angaben von CARREL (1990) überein,

der adulte Tausendfüßer im Vergleich zu anderen terrestrischen Arthropoden als langlebig bezeichnet. Welche Zeitspanne der Lebensdauer zur Reproduktion genutzt wird und wie hoch die Eizahl pro Weibchen von *S. caboverdus* ist, muss in weiteren Untersuchungen noch ermittelt werden.

Ein spezieller Auslöser für das Zusammenfinden von Männchen und Weibchen hat sich weder auf Santo Antão noch im Labor finden lassen. Es gibt kein Anzeichen auf eine Anlockung der Geschlechter durch Attraktivstoffe, wie das von HOPKIN und READ (1992) allgemein für Tausendfüßer angegeben wird.

Sowohl im Labor als auch auf den Feldern von Santo Antão wurden die einzeln in einer Erdkapsel eingeschlossenen Eier von *S. caboverdus* nachgewiesen. Diese Vorgehensweise der Weibchen bei der Eiablage weicht von der anderer Tausendfüßer ab, die mehrere Eier in größeren Nestern zusammen einschließen (HOPKIN und READ, 1992). Ob sich diese Eiablageart positiv auf die Überlebenschancen der Population auswirkt, konnte bisher noch nicht geklärt werden.

In den Untersuchungen zur Stadienabfolge konnten 10 juvenile Stadien differenziert werden. Obwohl BRITO (1994) von 15 Stadien berichtet, können die Ergebnisse der zahlreichen Proben aus drei Untersuchungsjahren als ein sicherer Beleg für die von uns ermittelte Anzahl angesehen werden.

Die Juvenilen ab dem III. Stadium und die Adulten von *S. caboverdus* verfügen über eine sehr stark ausgeprägte horizontale Wanderfähigkeit. Das ist nicht für alle Diplopoden typisch (HOPKIN und READ, 1992). Bisher konnte nicht geklärt werden, welche Faktoren bei *S. caboverdus* die nächtlichen Aktivitäten auslösen und in welchem Maß diese die Populationsdynamik beeinflussen.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse gestatten noch keine abschließende Angabe der Generationsfolge. Dennoch verweisen die Lebensdaten der Juvenilen und Adulten aus der Laborzucht auf die Annahme, dass *S. caboverdus* eine Generation pro Jahr auf Santo Antão hat. Diese Annahme wird in weiteren Arbeiten mit den Daten aus dem Lebensumfeld der Art zu ergänzen sein.

In den Erhebungen von Santo Antão zeigte sich ein sehr geringes Gegenspielerpotential. Eine räuberische Aktivität konnte nur für eine Krötenart nachgewiesen werden. Offensichtlich sind die Tausendfüßer aber wenig attraktiv, da die Verzehraleistung sehr gering war. Als mögliche Ursache hierfür sind die unverdauliche Außenhülle der wandernden Stadien sowie das Ausscheiden abschreckender Stoffe über das Integument zu nennen (HOPKIN und READ, 1992).

In dem wandernden Teil der Population wurde nach möglichen parasitischen Organismen wie entomopathogene Pilze oder Nematoden gesucht. Die eingetragenen Tierproben enthielten nur eine sehr geringe Anzahl kranker Tiere. Für die gewonnenen Isolate konnten jedoch keine eindeutigen parasitischen Wirkungen bei den Tausendfüßern nachgewiesen werden. Als Bestätigung hierfür ist auch der Verweis von BRITO (1994) anzusehen, der bei einer gezielten Suche an wandernden Stadien überhaupt keine entomopathogenen Pilze isolieren konnte.

Diese von Gegenspielern ungestörten Lebensbedingungen sind für eine eingeschleppte Art typisch (MCKILLUP et al., 1991). Das ist sicher ein Grund, weshalb die Populationsdichte von *S. caboverdus* in den zurückliegenden Jahren stetig ansteigen konnte. Ob die Eier und ersten Juvenilstadien die schwer zu erfassen sind, eine höhere Sensibilität gegenüber parasitischen Organismen haben, müsste noch geprüft werden.

Für das ungebremsste Auftreten von *S. caboverdus* auf der Insel Santo Antão sind offensichtlich mehrere Umstände verantwortlich. Die gleichmäßigen Temperaturen sowie die speziellen Bodenverhältnisse der Insel sind vorteilhaft für die Entwicklung der Tiere. Außerdem befähigt eine hohe Mobilität die Adulten in kurzer Zeit den Aufenthaltsort zu wechseln und an geeignetere Plätze für die Nahrungsaufnahme Fortpflanzung zu gelangen.

Neben diesen direkt fördernden Einflussgrößen garantiert auch das geringe Gegenspielepotential eine hohe Überlebensrate der Population und trägt zu dem dauerhaften Massenaufreten der Art auf der Insel bei.

Literatur

BRITO, M. J.: The millipede of Santo Antão, *Spinotarsus caboverdus*: survey for pathogenic microorganisms, bioassay tests of fungal pathogens against *S. caboverdus* and *Melanophus sanguinipes*. – Montana State University, Bozeman – Montana, USA, 1994.

CARREL, J. E.: Chemical defense in the pill millipede *Glomeris marginata* In: A. Minelli [ed.], Proceedings of the 7th Intern. Congr. of Myriapodology. E. J. Brill, Leiden, pp.157-164, 1990.

DELGADO, N., SILVA, E.: Santo Antão millipedes control project. Ministerio de Desenvolvimento Rural e Pescas, pp 1-16, 1991.

HOPKIN, S.P., READ, H.J.: The biology of millipedes.- Oxford University Press, New York, 1992.

JOLIVET, P.: Le Millepatte de Santo Antão (Iles du Cap Vert) ou comment une espèce in offensive peut devenir un ravageur! -L'Entomologiste 42(1), 45-56, 1986.

KRAUS, O.: Phylogenie, Chronologie und Systematik der Odontopygoideen (Diplopoda, Spirostreptomorpha). Abhandl. Senckenberg. Naturf. Gesellsch. Frankfurt a. M. 512: 1-143, 1966.

MCKILLUP, S. C., van HARTEN, A., NEVES, A. M.: Assessment of a Rhabditid nematode, *Rhabditis necronema* Sudhaus and Schulte, as a biological control agent against the millipede *Spinotarsus caboverdus* Pierrard in the Cape Verde Islands, West Africa J. Appl. Entomol. 111, 506-513, 1991.

NEVES A.M., van HARTEN A., MCKILLUP S.C.: The Millipede *Spinotarsus caboverdus* PIERRARD (Diplopoda, Odontopygidae), an Important Pest of Agricultural Crops on the Island of S. Antao.- Cour. Forsch.- Inst. Senckenberg, 159, 327-334, 1993.

PIERRARD, G.: Un Odontopygidae (Diplopoda) nouveau nuisible aux cultures vivrières, au Cap Vert.- Revue Zool. Afr. 101, 473-477, 1987.

SUDHAUS, W.: mündliche Mitteilung, 2002.

Statistisches Bundesamt.- Länderbericht Kap Verde, Verlag Metzler-Poeschel Stuttgart, 1990.

Response of resting spores of clubroot (*Plasmodiophora brassicae* WOR.) to temperature, some herbicides and chemicals under in-vitro-conditions

Reaktion von Dauersporen der Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) gegenüber Temperatur sowie einigen Herbiziden und Chemikalien unter In-vitro-Bedingungen

PAUL SCHOLZE¹⁾ AND YUNCAI JIAN²⁾

¹⁾ Federal Centre for Breeding Research on Cultivated Plants, Institute of Horticultural Crops, Neuer Weg 22/23, D-06484 Quedlinburg, Germany

²⁾ Beijing Vegetable Research Center, Beijing 100089, China

Summary

In several in-vitro-studies, in water suspended resting spores of the clubroot causing agent, *Plasmodiophora brassicae*, were exposed to temperature levels graduated between 20 and 100 °C as well as, applied in various concentrations, to approved herbicides Glyphosate 36% (Vorox G), Pyridate 45% (Lentagran EC), Metamitron 90% (Goltix WG), Prosulfocarb 80% (Boxer), and more/less aggressive chemicals (formaldehyde, lactic acid, hydrochloric acid, sulphuric acid). As parameter of resting spore viability, the proportion of inactive (dead) spores (mortality rate %) in the suspension, manifested by a fluorescence staining technique published by TAKAHASHI and YAMAGUCHI (1988), was used.

All watery suspensions prepared from clubs comprised proportions of a priori inactive spores (initial mortality rate) ranging between 35 and 67%. With increasing time of exposition to the investigated several temperature levels

(5 until 20 minutes) mortality rates increased. At 80 and 100 °C, 99% respectively 100% of the spores were dead. Significant deviation in mortality rates of suspensions containing differently pre-treated spores (storing at -18 and 5 °C, isolated from fresh clubs) became compensated by a temperature level at 70 °C.

Herbicides were given in three concentrations following application rates recommended by the producer and as usual in agricultural practice. There were no reliable differences of impacts between the various concentrations employed, however, mortality of spores progressed with increasing exposition time from the first to the fourth day, i.e. about 18% (Goltix), 32% (Vorox), 34% (Lentagran) und 46% (Boxer) in relation to the control (spores suspended in water).

There was the tendency that, when exposition time increased, differences to the control became smaller ($F = 12.93^{**}$, f_1 15 f_2 32 in the test on non-homogeneity), indicating different sensibility of resting spore population to herbicides.

Chemicals were employed in solutions of a 1 : 10, 1 : 5 and 1 : 1 ratio with the watery spore suspension under temperature regimes at 3 to 4 and 20 °C and in an exposition time over five days. Temperature as well as various concentration schedules did not

effect spore viability in a reliable manner, but there was a significant positive connection (correlation coefficients ranging from $r = 0.56^*$ to 0.98^{**}) between the time of exposition and the level of mortality rates. By averaging all data of each treatment of concentration the increasing impulse compared with the control ranged formaldehyde (29%) < lactic acid (35%) < hydrochloric acid (68%) < sulphuric acid (69%). Sulphuric acid destroyed resting spores completely when mixed 1 : 1 with the spore suspension. Sensibility of resting spores to environmental impacts, its infectious power and practical relevance is the main objective of the discussion.

Key words: *Plasmodiophora brassicae*; resting spores; viability; temperature; herbicides; chemicals

Zusammenfassung

In mehreren In-vitro-Ansätzen wurden in Wasser suspendierte Dauersporen des Erregers der Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*) gestaffelten Temperaturen im Bereich zwischen 20 und 100 °C sowie, unter Berücksichtigung verschiedener Konzentrationen, den gegenwärtig zugelassenen Herbiziden Glyphosat 36% (Vorox G), Pyridat 45% (Lentagran EC), Metamitron 90% (Goltix WG) und Prosulfocarb 80% (Boxer) sowie mehr/weniger aggressiven Chemikalien (Formaldehyd, Milch-, Salz- und Schwefelsäure) ausgesetzt.

Als Wirkungsparameter diente der unter Verwendung eines Vitalfärbeverfahrens nach TAKAHASHI und YAMAGUCHI (1988) manifest gemachte und mikroskopisch gezählte Anteil abgestorbener Sporen.

Alle aus Hernieknollen präparierte unbehandelte wässrige Suspensionen enthielten von 35% bis 67% reichende Anteile a priori abgestorbener Dauersporen (Initialmortalitätsrate). Mit zunehmender Einwirkungstemperatur und Expositionszeit (5 bis 20 Minuten) erhöhten sich die Mortalitätsraten signifikant, und bei 80 °C waren mehr als 99%, bei 100 °C alle Dauersporen abgestorben. Signifikante Mortalitätsabweichungen, die sich aus unterschiedlich vorbehandelten Inokulaten (Aufbewahrung bei -18 °C und 5 °C, frisch isoliert) ergaben, waren bei Temperaturen um 70 °C wieder ausgeglichen. Die Herbizide wurden den Suspensionen in Konzentration beigegeben, die den Anwendungsbedingungen in der landwirtschaftlichen Praxis bei Applikation von 200, 400 und 600 Liter Spritzbrühe/ha entsprachen. Die Untersuchungen ergaben keine gesicherten Unterschiede bei der Dauersporenmortalität zwischen den angewandten Konzentrationen, wohl aber mit zunehmender Einwirkungsdauer der Mittel vom 1. bis zum 4. Tag der Kontrollzählungen. Insgesamt verursachten die Herbizide eine um 18% (Goltix), 32% (Vorox), 34% (Lentagran) und 46% (Boxer) erhöhte Mortalitätsrate im Vergleich zur Kontrolle (Wasserbehandlung). Es ergab sich aber, dass, wenn jeder vom 1. bis 4. Zähltag erhobene Durchschnittswert zur adäquaten Wirkung der Kontrolle in Beziehung gesetzt wird, die Differenzen zwischen den Herbizidwirkungen mit zunehmender Expositionszeit signifikant abnehmen ($F = 12.93^{**}$ bei f_1 15, f_2 32 im Inhomogenitätstest), das auf Anteile unterschiedlich sensibler Dauersporen hindeutet.

Die Chemikalien wurden in Verdünnungen zur wässrigen Sporensuspension 1 (Chemikalie) : 10 (Suspension), 1 : 5 und 1 : 1, unter Temperaturbedingungen von 3 bis 4 °C und 20 °C eingesetzt und an fünf aufeinanderfolgenden Tagen ausgezählt. Sowohl bei den Temperatur- als auch Konzentrationsvarianten waren die Mortalitäts-

raten nicht signifikant unterschieden, es ergab sich jedoch ein gesicherter Zusammenhang (Korrelationskoeffizienten $r = 0,56^*$ bis $r = 0,98^*$) zwischen dem Anstieg der Mortalitätsraten und zunehmender Expositionszeit. Bei Mittlung aller Daten innerhalb der einzelnen Konzentrationsstufen waren sie in der Rangfolge Formaldehyd < Milchsäure < Salzsäure < Schwefelsäure

um 29%, 35%, 68% bzw. 69% im Vergleich zur Kontrolle erhöht. Applikation von Schwefelsäure im Mischungsverhältnis 1 : 1 führte zu vollständiger Zerstörung der Dauersporen.

Im Diskussionsteil sind Widerstandskraft und Sensibilität der Dauersporen sowie deren praktische Relevanz wesentlicher Gegenstand der Erörterungen.

Stichwörter: *Plasmodiophora brassicae*; Dauersporen; Vitalität; Temperatur; Herbizide, Chemikalien

Introduction

The epidemiological strength of clubroot is determined especially by the viability of resting spores of the pathogen, *Plasmodiophora brassicae* WOR. As known from horticultural and agricultural practice, contaminated soils may remain infectious for 15 years (MATTUSCH 1977), and by repeated cropping of cruciferous cultivars a low infection pressure may increase again to a yield-disturbing level. The survival capacity of the resting spores in the soil is the result of the special chemical structure of its wall that could be elucidated in principle (MOXHAM and BUCZACKI 1983; MOXHAM et al. 1983).

Up to now it is not clear (see also COULHOUN 1958) to what extent this stability of spores may oppose the diversely acting environmental factors, but particularly in connection with the composting of plant residues released by household and commercial business it became increasingly an object of discussions and several relevant investigations (BRUNS et al. 1990; ALBRECHT et al. 1996; STEGMANN 1996). This was a reason for carrying out some in-vitro-studies on factors considered as being essential with regard to their impact on the viability of resting spores of the clubroot causing agent. Temperature, some commercially approved herbicides as well as some variously aggressive chemicals were involved in the experiments. Results will be reported in this paper.

Material and methods

1. Pathogen

In the studies, suspensions of a resting spore mixture were prepared using ten race populations of *Plasmodiophora brassicae* primarily collected in several regions of Germany and coded by the ECD-set (BUCZACKI et al. 1975; SCHOLZE et al. 2002).

Isolation of the spores as well as their multiplication in the universally susceptible Chinese cabbage cv. 'Cantonner' were conducted by a procedure used at the university of Wisconsin/Madison, USA, exactly presented by DIEDERICHSEN (1992).

If not mentioned otherwise, resting spores were prepared from about seven-week-old clubs of young host plants that had been stored at $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, each race population separately. Immediately before experiments started the suspensions intended to use for the

screenings were prepared by mechanical mixing of the race suspensions adjusted to a concentration of about 10^6 spores/ml water.

2. Assessment of mortality rate

Viability of resting spores may be assessed by a relatively simple and reliable vital staining technique published by TAKAHASHI and YAMAGUCHI (1988). The staining solution consisted of a mixture of equal volumes of two fluorochrome aqueous solutions, calcofluor white and ethidium bromide (1.0 respectively 0.5 mg/10ml distilled water), and was mixed with the spore solution in a 1 : 1 ratio. Under a fluorescence microscope, vigorous spores appear blue, inactive (dead) ones reddish. Observations were made with a Zeiss-Axioskop, objective Plan-Neofluar 100x/1.30 Oil and eyepiece Pl 10x/20. Of all data determined immediately after staining an average value of four replications of 330 to 400 counted spores was calculated and the proportion of inactive spores (mortality rate %) was estimated.

Statistics based on methods that are in common use (simple analysis of variance, t test, correlation).

3. Temperature

Studies of influence of various temperatures ranging between 20 and 100 °C were subdivided in nine 10 °C-measuring-steps each involving counts after 5, 10, 15 and 20 minutes (exposition time). Of each temperature level about 3 ml of the spore solution was poured into four test tubes, put into a water bath and warmed up slowly until target temperature was achieved. After exposure time the spore solutions were cooled down with tap water, mixed with the staining solution and immediately thereafter proportions of dead spores were estimated under the microscope.

4. Herbicides and chemicals

Four herbicides approved in Germany were used: Glyphosate 36% (Vorox G), Pyridate 45% (Lentagran EC), Metamitron 90% (Goltix WG) and Prosulfocarb 80% (Boxer). They were directly given to the spore solutions in three concentrations following application rates recommended by the producer and as usual in agricultural practice of 15 kg, 3 litres, 6 kg and 5 litres for Vorox, Lentagran, Goltix and Boxer, respectively, applied as 200, 400 and 600 litre spray mixture per hectare corresponding to 2.5%, 3.75%, 7.5% (Vorox), 0.33%, 0.5%, 1.0% (Lentagran), 1.0%, 1.5%, 2.0% (Goltix) and 1.7%, 2.5%, 5.0% (Boxer).

Of chemicals, formaldehyde (37%), lactic acid (95%), hydrochloric acid (25%) and sulphuric acid (95%) diluted with the spore suspension in ratios of 0 : 1 (control, untreated), 1 : 10, 1 : 5 and 1 : 1 were involved. Treatments were conducted over our/five days (exposition time) at two temperature regimes, 3 to 4 and 20 °C. Staining of the resting spores and assessment of mortality rates was carried out as under item 2.

Results

1. Impact of temperature

In earlier studies it has been shown that spore suspensions prepared for inoculation included more/less proportions of a priori non-infectious (dead) resting spores (initial

mortality). From this the question arised whether an inoculum exposition time ranging between 5 and 20 minutes that has been 'pre-treated' by various storing conditions differs in its sensibility against temperature impacts.

Therefore, in the experiment resting spores were involved which had been prepared from fresh isolated clubs and clubs stored more than six months at $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ as well as from a five-week-old spore suspension stored at $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ in a refrigerator (variants I, II, III of the treatments).

The first test was carried out at $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ only over five minutes and served as control. The remaining range of temperature until $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ were subdivided in eight 10-centigrade-points giving the opportunity to estimate mortalityrates of eight random samples at five exposition times. Data are presented in Table 1.

In all pre-treatment variants an almost continuous increase of mortality of the resting spores is obvious. It takes place significantly more rapid between 30 and $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ (variant I: $F = 29.80^{**}$, variant II: $F = 26.19^{**}$, variant III: $F = 18.28^{**}$, $f_1\ 3\ f_2\ 12$; test on non-homogeneity) than between 70 and $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. At $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 99.3%, and at $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 100% of the resting spores became inactive. There is neither a greater change in variability of the feature nor a remarkable tendency of increasing mortality caused by the exposition time indicating that, due to the effect of the measure, only a short time of action is required for being lethal to the resting spores. However, there are differences between the reaction of all variants to the temperature. Even the control shows relatively high initial mortality rates and differences between the calculated means are significant ranging $I > II > III$ ($F = 96.65^{**}$, $f_1\ 2\ f_2\ 12$; test on non-homogeneity; statistic t: $I/II\ 9.36^{***}$, $I/III\ 17.17^{***}$, $II/III\ 1.54$). Following the same range, differences continue to be significant (degrees of freedom: $f_1\ 2\ f_2\ 9$) at $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($F = 15.21^{**}$), $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($F = 31.71^{**}$), $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($F = 178.76^{**}$) and $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($F = 67.63^{**}$), but between 70 and $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ they are not evident any more.

Table 1. Effect of temperature on the mortality of differently pretreated resting spores

Treatment of spores (Variant)	Time of exposition (min)	Proportion of resting spores dead (%) at Temperature (°C)								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
Stored at -18 °C (I)	5	55.7	64.8	73.3	74.4	78.6	90.9	98.4	98.3	100.0
	10		63.8	69.8	70.8	79.5	90.3	99.6	99.6	100.0
	15		68.1	71.1	72.2	81.4	92.7	99.6	99.6	100.0
	20		68.3	70.8	74.0	84.3	94.7	99.3	99.6	100.0
	Mean		66,4	71,3	72,9	81,0	92,2	99,2	99,3	100,0
Stored at 5 °C (II)	5	32.5	42.6	62.2	63.5	71.2	87.5	97.5	99.8	100.0
	10		50.5	61.9	64.8	72.9	92.2	98.6	99.8	100.0
	15		50.0	63.0	63.0	73.3	91.9	99.5	99.8	100.0
	20		61.2	59.8	60.2	77.4	94.4	99.8	99.6	100.0
	Mean		51.1	61.7	62.9	73.7	91.5	98.9	99.8	100.0
Fresh prepared (III)	5	30.6	30.6	45.5	52.9	64.5	88.4	99.6	99.6	100.0
	10		33.4	57.7	51.5	64.2	88.0	99.7	99.8	100.0
	15		45.4	49.8	52.3	69.3	94.4	99.6	99.6	100.0
	20		48.2	48.8	53.1	71.0	96.1	99.8	99.8	100.0
	Mean		39,4	49,2	52,5	67,3	91,7	99,7	99,7	100,0

2. Impact of herbicides

From the first to the fourth day of exposition, all herbicides employed incited a higher mortality of resting spores irrespective of the concentrations applied (Table 2). With the exception of series Vorox 7.5% and Lentagran 0.33% all tests on non-homogeneity of the data raised over the entire experimental time were positive. The statistic t calculated by comparing the means are given in Table 3. There are significant differences between the first, third and fourth day and in some instances (Vorox 2.5% and 3.75%, Lentagran 1.0%, Goltix 1.5%, Boxer 5.0%) also between the calculated average proportions of dead spores referred to the second, third and fourth day. Calculating of means with regard to all data raised over the entire exposition time allows a conclusion to be drawn about the impact of the herbicide concentration. In case of Vorox significant differences between the impact of the concentrations ($F = 15.64^{**}$, $f_1 2 f_2 57$; test on non-homogeneity) on the spore viability as well as a positive correlation between the amount of applied active substances and the mortality rate are obvious ($r = 0.94^*$), however, in case of Lentagran, Goltix and Boxer tests on non-homogeneity of the raised concentration data were negative. If all data of each concentration series are included, the average values calculated range Goltix (61.4 ± 6.5) < Vorox (68.6 ± 5.3) < Lentagran (69.6 ± 6.0) < Boxer (75.9 ± 5.2). Tests on significance of the differences resulted in the following statistic t (degrees of freedom 128): Goltix/Vorox 6.69^{***} , Goltix/Lentagran 7.25^{***} , Goltix/Boxer 13.70^{***} , Vorox/Lentagran 0.99 , Vorox/Boxer 7.69^{***} and Lentagran/Boxer 6.17^{***} . In relation to the control (resting spores suspended in water: 52.0 ± 3.2), herbicides caused a further progress in restriction of the viability of the resting spores of about 18% (Goltix), 32% (Vorox), 34% (Lentagran) and 46% (Boxer). But if each of the means which were calculated separately for all days of exposition are compared with those of the corresponding control series there is the tendency (Fig. 1) that, when exposition time increased, differences become smaller ranging Goltix (20%) < Lentagran (22%) < Vorox and Boxer (both 27%) ($F = 12.93^{**}$, $f_1 15 f_2 32$; test on non-homogeneity) indicating that the investigated resting spore population comprises proportions exhibiting different sensibility to herbicides.

3. Impact of formaldehyde and acids

Results of the studies on the influence of chemicals applied in different concentrations and under various temperature conditions are given in Table 4, together with the mortality rates of the control series (0 : 1). As shown already by the investigations on temperature and herbicides, initial mortality rates are relatively high, ranging between 35 and 67%, and after applying chemicals under both temperature regimes they rised in a remarkable manner. Since experimental temperature as well as concentration may be considered as being putative influence factors of the involved chemical agents, all data were subjected to a special statistic analysis. If the 15 means resulting from calculations in which all concentration levels of both temperature variants were averaged (formaldehyde, lactic acid and hydrochloric acid each four, sulphuric acid three) are compared, the statistic t (degrees of freedom 22) were not significant, indicating that of spore counting at the 4-day-exposition at room temperature conditions (20-22 °C).

Table 2. Mortality (%) of resting spores caused by herbicides at various concentrations during a 4-day-exposition time at room temperature (20-22 °C)

Herbicide	Time of exposition (days)	Proportion (%) of resting spores dead at herbicide concentration (%)			
Control		0.0	-	-	-
	1	42.6	-	-	-
	2	50.1	-	-	-
	3	56.6	-	-	-
	4	58.7	-	-	-
Mean	52.0 ± 4.4	-	-	-	
Glyphosate (Vorox)		2.50%	3.75%	7.50%	Mean
	1	58.2	62.4	73.1	64.6 ± 8.0
	2	61.0	64.4	70.1	65.1 ± 5.0
	3	66.8	73.8	73.4	71.4 ± 4.0
	4	69.4	72.9	77.3	73.2 ± 4.8
Mean	63.9 ± 5.4	68.4 ± 3.6	73.5 ± 3.9	-	
Pyridate (Lentagran)		0.33%	0.50%	1.0%	Mean
	1	66.4	61.1	63.0	63.5 ± 7.0
	2	65.5	71.9	68.0	68.5 ± 3.9
	3	71.4	73.3	73.2	72.7 ± 2.6
	4	70.0	76.4	74.9	73.8 ± 3.8
Mean	68.3 ± 3.7	70.7 ± 4.1	69.8 ± 3.4	-	
Metamitron (Goltix)		1.0%	1.5%	2.0%	Mean
	1	57.0	58.1	54.7	56.6 ± 4.5
	2	56.1	56.0	60.3	57.5 ± 5.2
	3	60.8	66.7	68.4	65.3 ± 5.1
	4	67.7	64.1	67.0	66.3 ± 4.7
Mean	60.4 ± 5.7	61.2 ± 3.6	62.6 ± 4.1	-	
Prosulfocarb (Boxer)		1.7%	2.5%	5.0%	Mean
	1	69.0	72.2	69.3	70.2 ± 4.1
	2	77.0	77.2	74.0	76.1 ± 3.7
	3	72.1	78.5	77.7	76.1 ± 4.1
	4	78.5	82.0	82.7	81.1 ± 2.6
Mean	74.2 ± 3.6	77.5 ± 2.6	75.9 ± 3.1	-	

Table 3: Statistic t calculated to compare the mean mortality rates between the dates of spore counting at the 4-day-exposition at room temperature conditions (20-22 °C).

Treatment	Herbicide concentration (%)	Exposition time (days)			
		Days	2	3	4
Control	-	1	2.28	5.21***	5.58***
		2	-	2.30	2.84*
		3	-	-	0.25
Vorox (Glyphosate)	2.5	1	1.36	4.73***	6.08***
		2	-	2.81*	4.03**
		3	-	-	1.41
	3.75	1	0.65	3.23*	3.32*
		2	-	5.94***	4.20**
		3	-	-	0.51
	7.50	1	1.08	0.12	1.35
		2	-	1.79	2.84*
		3	-	-	1.16
Lentagran (Pyridate)	0.33	1	0.29	1.49	2.00
		2	-	2.93*	2.14
		3	-	-	0.83
	0.50	1	2.65*	3.18*	3.67**
		2	-	0.94	2.04
		3	-	-	1.77
	1.0	1	1.58	2.89*	6.64***
		2	-	2.86*	4.24**
		3	-	-	0.78
Goltix (Mctamitron)	1.0	1	0.23	1.07	2.70*
		2	-	1.45	3.12*
		3	-	-	2.06
	1.5	1	1.09	3.42**	2.62*
		2	-	4.52**	3.80**
		3	-	-	0.97
	2.0	1	1.76	7.31***	5.47***
		2	-	2.56*	2.05
		3	-	-	0.92
Boxer (Prosulfocarb)	1.7	1	3.25*	1.35	4.81**
		2	-	1.88	0.65
		3	-	-	2.98*
	2.5	1	2.17	3.66**	6.85***
		2	-	0.62	2.59*
		3	-	-	3.33*
	5.0	1	1.77	3.04*	5.18***
		2	-	2.29*	6.77***
		3	-	-	3.33*

*, **, *** significance at 5%, 1%, 0,1% points respectively

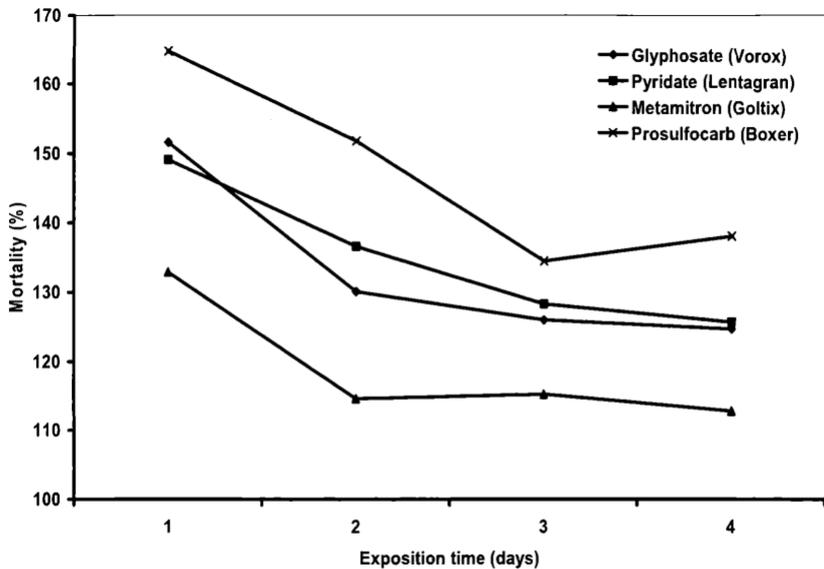


Fig. 1: Restriction of the mean difference of the mortality rate (%) of resting spores by herbicides at several concentrations in relation to the corresponding treatment of the control (= 100) during a 4-day-exposition time at room temperature (20-22 °C)

There are no temperature-conditioned differences between the concentration schedules. In order to find out whether the differences between the concentration are reliable all random samples resulting from daily counts over the entire exposition time under both temperature conditions were subjected to a test on non-homogeneity. The F-values estimated for each of the four treatments are presented in Table 5. If only the series of the chemical treatments are involved in the calculation most of the statistic F-values were low in both temperature variants indicating that the applied dilutions of the chemicals did not differ in their impact on the viability of the resting spores.

The non-homogeneity found when all series are taken into account is due to the drastic increase of the mortality rates caused by the chemical agents in relation to the treatment only with water in the control series (Fig. 2), i.e. 29% (formaldehyde), 35% (lactic acid), 68% (hydrochloric acid) and 69% (sulphuric acid). Sulphuric acid destroys resting spores completely when mixed 1 : 1 with the spore suspension. To settle the question whether the exposition time has an influence on spore viability all random samples of counts assigned to the temperature as well as concentration variants have been included in the statistic test (Table 6). With only one exception (hydrochloric acid at 20 °C),

Table 4. Mortality (%) of resting spores caused by some chemicals at various concentrations during a 4/5-day-exposition time at room temperature (20-22 °C)

Chemical	Time of exposition (days)	Temperature (°C)	Concentration (chemical: suspension) (dilutions)				
			0 : 1	1 : 10	1 : 5	1 : 1	
Formaldehyde	1	3-4	61.7	72.0	74.5	68.2	
		20	61.8	76.2	74.3	73.9	
	2	3-4	57.0	77.7	74.2	74.4	
		20	58.1	75.9	77.7	79.5	
	3	3-4	61.8	80.8	80.1	76.4	
		20	60.6	81.1	79.6	82.0	
	4	3-4	64.0	79.3	81.8	84.9	
		20	65.0	82.8	86.0	85.6	
	5	3-4	61.4	81.6	80.3	83.3	
		20	66.9	84.6	85.7	90.0	
	Mean	3-4	61.3 ± 5.4	78.3 ± 4.1	78.2 ± 3.7	77.3 ± 6.6	
		20	62.3 ± 5.3	80.1 ± 4.8	80.5 ± 5.3	82.2 ± 6.0	
	Lactic acid	1	3-4	48.8	63.0	56.5	54.5
			20	53.3	65.9	64.4	54.2
2		3-4	52.4	68.9	65.3	55.8	
		20	43.9	60.5	61.7	60.8	
3		3-4	55.7	68.6	71.7	67.1	
		20	51.0	70.6	70.0	71.7	
4		3-4	54.1	72.8	72.6	71.0	
		20	48.7	74.0	72.4	68.8	
5		3-4	47.6	78.8	77.5	70.1	
		20	52.1	82.7	79.7	79.5	
Mean		3-4	51.4 ± 5.3	70.6 ± 6.4	69.0 ± 8.1	63.7 ± 7.9	
		20	49.9 ± 5.1	70.6 ± 7.9	69.6 ± 7.2	67.1 ± 9.1	
Hydrochloric acid		1	3-4	36.6	45.7	58.8	66.7
			20	40.4	49.2	63.0	66.7
	2	3-4	38.6	64.1	66.7	73.3	
		20	35.3	69.0	70.7	71.0	
	3	3-4	46.7	59.1	81.4	77.9	
		20	54.5	77.8	77.5	81.9	
	4	3-4	48.4	86.7	89.0	82.2	
		20	45.0	84.1	84.9	84.2	
	5	3-4	43.9	71.6	77.6	81.5	
		20	52.0	83.0	93.5	95.2	
	Mean	3-4	44.0 ± 5.8	66.3 ± 13.5	70.1 ± 20.1	76.2 ± 7.1	
		20	44.7 ± 8.6	71.6 ± 15.5	76.7 ± 14.0	79.7 ± 11.0	
	Sulphuric acid	1	3-4	50.0	78.9	76.5	†
			20	52.0	82.0	77.6	†
2		3-4	52.6	92.3	88.9	†	
		20	56.7	89.4	90.1	†	
3		3-4	57.6	95.8	93.1	†	
		20	56.0	91.7	92.4	†	
4		3-4	54.9	99.0	99.4	†	
		20	54.0	97.8	98.9	†	
Mean		3-4	53.7 ± 5.5	91.3 ± 8.6	88.5 ± 8.8	†	
		20	54.7 ± 3.5	90.6 ± 5.6	89.7 ± 8.2	†	

† Resting spores fully destroyed

Table 5. Results (F-values) of tests on non-homogeneity between the treatments (concentrations averaged) at 3-4 and 20 °C temperature at the 4/5 counting dates over the exposition time

Chemical	Exposition time (days)	F-values			
		Series		Series	
		Treatments + control at 3-4 °C	Treatments + control at 20 °C	Treatments only at 3-4 °C	Treatments only at 20 °C
Formaldehyde	1	8.91*	18.43**	6.15*	1.63
	2	16.87**	22.79**	1.80	2.21
	3	4.64	18.73**	3.03	4.11
	4	56.92**	60.92**	6.00	1.19
	5	21.91**	16.19**	1.38	6.44
Lactic acid	1	7.53*	7.64**	8.79*	9.81*
	2	11.58**	50.44**	1.70	10.70**
	3	4.86*	38.87**	1.15	2.92
	4	19.61**	30.78**	1.29	8.20*
	5	35.87**	81.89**	2.65	1.92
Hydrochloric acid	1	14.72**	7.12*	7.88*	3.66
	2	27.51**	51.59**	2.73	3.78
	3	28.98**	21.76**	12.67**	1.10
	4	66.94**	41.90**	1.80	0.03
	5	34.29**	242.27**	7.38*	24.53**
Sulphuric acid	1	93.50**	186.74**	0.43	8.00
	2	276.42**	464.38**	8.40	0.29
	3	228.00**	83.76**	5.00	0.27
	4	72.80**	785.60**	1.33	2.00
	5	†	†	†	†

*, ** Significance at 5%, 1% points respectively

† Resting spores fully destroyed

in the 0 : 1 series, as expected, no reliable impact on the mortality rates was obvious, but in all series with chemically treated resting spores the estimated F-values were significant which is attributable to the fact that there are reliable differences between the data raised over the entire exposition time. These facts are confirmed by the calculated significant correlation coefficients (see below Table 6).

Discussion

As known from practical cropping of cruciferous vegetables and also from specific scientific investigations resting spores are capable of remaining viable a long time (early publications cited by COLHOUN 1958; DATNOFF et al. 1984; MATTUSCH et al. 1988, and other authors). Already with the beginning of the seventies, it has been recorded by MATTUSCH (1977) that fields which had not been sown with susceptible crops for 15 consecutive years were still infectious. Such a high survival ability is especially determined by the proportion of viable spores which are of decisive importance for the assessment of infective power and epidemiological relevance of the disease causing

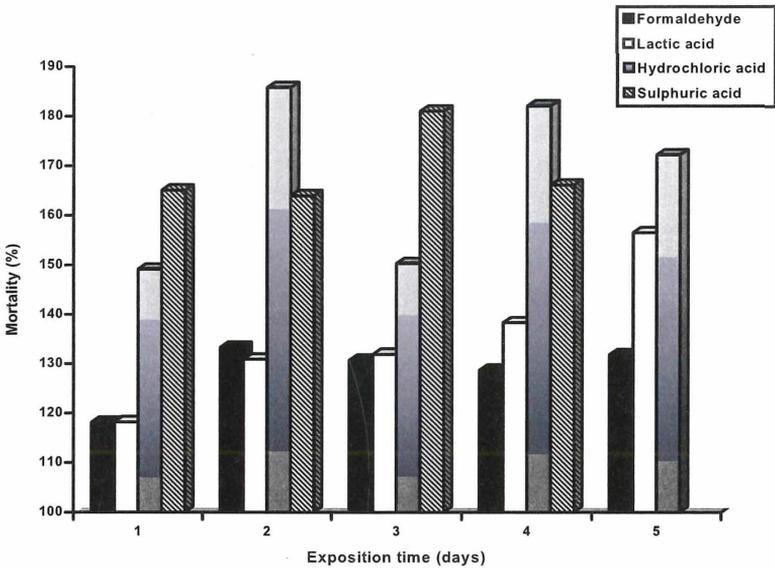


Fig. 2: Mortality of resting spores when treated with formaldehyde, lactic acid, hydrochloric acid, and sulphuric acid in relation to the control (= 100), in which spores were exposed to water agent.

Since the pathogen cannot be cultivated on artificial medium only few records are available on to what extent viability of resting spores may be influenced by unfavourable conditions. The necessity of addressing such a question is obvious, but still in the middle of the eighties TOXOPEUS et al. (1986) pointed out that a reliable method for estimating the viability of spores is missing. To circumvent this lack, in some cases conclusions were drawn about the infectivity of the inoculum by using biotests as well as relatively expensive methods of estimating resting spore germinability (MACFARLANE 1952; BOCHOW 1961; MATTUSCH et al. 1988, and other experimenters). But it has been failed to notice, that even then an easily utilizable method basing

on vital fluorochrome staining published by BUDZIER (1956) was available for making distinctions between living and dead resting spores.

The staining technique developed later by TAKAHASHI and YAMAGUCHI (1988) is in principle the same procedure only with the difference that other fluorochromes are used. This method has been practically utilized firstly by PRAUSE et al. (1996) as a parameter for assessing vitality rates of resting spores exposed to various temperatures released during the rotting of plant residues under controlled conditions, and it has also proved itself in our investigations performed in the last years. In the temperature screening it could be found (Table 1) that a complete destruction of resting spores takes place only at 100 °C confirming expressively the fact mentioned in passing by BUDZIER (1956) that resting spores died during boiling. The significant increasing rates of mortality of resting spores at temperatures from 20 to 60 °C suggest that the spore population comprises proportions of spores exhibiting different sensibility to rising temperature gradients. At a level of about 70 °C a change of the impact takes place as in the following temperature steps there remains only a small amount of 0.9% of spores that shows a high temperature tolerance.

Virtually nothing is on record about the influence of herbicides on clubroot incidence, although the practical importance of this question is obvious. The herbicides involved in our experiments caused a significant increase of mortality rates in relation to the control, a larger proportion of resting spores, however, remained undamaged.

As the relative amount of dying spores in the treated series decreases with prolonging time of exposition (Fig. 1) it can be assumed that the impact of herbicides is limited.

Under field conditions further restrictions of the herbicide

influence must be taken into account, caused by dispersal effects including adsorption, eluviation, volatilization as gas, chemical decomposition as well as inactivation by light and microorganisms (HEITFUSS 2000). This object awaits further elucidation under adequate experimental preconditions. The effect of the investigated chemicals appears to be more different. Formaldehyde, often utilised as disinfectant and leaf herbicide, as well as lactic acid were less aggressive

than hydrochloric and sulphuric acid. Temperature-conditioned differences were not ascertainable but the mortality rate

of spores increased from the first to the fifth day of exposition. A four-day treatment with formaldehyde, lactic and hydrochloric acid in dilutions 1 (chemical) : 1 (spore suspension) and of sulphuric acid in dilution 1 : 5 caused only a mortality rate from 60 to 90% indicating high resistance of spore wall (which is composed of several chitin, lipid and protein layers; MOXHAM and BUCZACKI 1983; MOXHAM et al. 1983) to the aggressive chemical agents.

BUDZIER (1956) was successful in destroying resting spores completely by a treatment with hydrochloric acid and caustic potash solution over two hours, however, attempts to destruct spore walls by cellulase, hemicellulase and proteases produced by *Trichoderma harzianum* and *Streptomyces caespitosus* failed when applied over one week (SCHOLZE and KERNS 1998).

The significant increase of mortality rates with rising exposition time indicates that resting spores exhibit different tolerance also against herbicides and chemicals. More/less distinctive heterogeneity of the feature vitality seems to be a principal manifestation of resting spore populations probably determined by the fact that in result of the graduated hair root forming during growing of the host plant primary infection rates, from a temporal point of view, are relocated and thus resting spores are arranged

showing different maturity. According to EINHORN and BOCHOW (1990) resting spores are produced already four weeks d.a.i. but they achieve maturity only seven weeks d.a.i., i.e. the highest infective power (germinability) (see also SUZUKI et al. 1992). Spores isolated from at least eight-week-old clubs had entered a dormant stage yet exhibiting highest resistance to exogenous factors. As could be detected in our experiments all screened spore suspensions contained initial mortality rates, that, as given in Table 1, varied in relation to the different pre-treatment procedures. Of the viable spores, with increasing impacts of unfavourable life conditions, the less and more immature become inactive initially one after another, and right at the end only the dormant ones remain. Under field conditions pathogenesis of clubroot normally progresses slowly, clubs decay later and release mostly mature resting spores, of which in the course of 85 days an amount of up to 90% may germinate spontaneously, i.e. in absence of host plants (BOCHOW 1961). The remaining proportion of resting spores in the dormant stage is responsible for the survival. Its proportion is related to the spore loading in the soil and determines the epidemiological relevance of the pathogen.

Table. 6. Results (F-values) of tests on non-homogeneity between the counting dates at 4/5-day-exposition time

Chemical	Time of exposition (days)	Temperature (°C)	F-value Concentration (chemical: water)			
			0 : 1	1 : 10	1 : 5	1 : 1
Formaldehyde	16.-20.12.	3-4	0.57	1.27	7.81**	32.16**
		20	1.63	3.30*	9.10**	22.55**
Lactic acid	2.-6.12.	3-4	1.49	6.14**	8.59**	18.00**
		20	2.25	64.17**	11.83**	77.50**
Hydrochloric acid	25.-29.11.	3-4	2.00	24.14**	13.76**	6.01**
		20	12.26**	19.39**	9.02**	12.89**
Sulphuric acid	9.-12.12.	3-4	1.18	75.14**	107.34**	†
		20	1.52	45.56**	47.60**	†

*, ** Significance at the 5%, 1% points respectively

† Resting spores fully destroyed

Correlation coefficients between chemical concentration and exposition time:

Lactic acid: Control/1:10 0.23; Control/1:5 0.29; Control/1:1 0.13; 1:10/1:5 0.93**; 1:10/1:1 0.81**; 1:5/1:1 0.88**

Formaldehyde: Control/1:10 0.56*; Control/1:5 0.77**; Control/1:1 0.60*; 1:10/1:5 0.93**; 1:10/1:1 0.87**; 1:5/1:1 0.90**

Hydrochloric acid: Control/1:10 0.65*; Control/1:5 0.77**; Control/1:1 0.77**; 1:10/1:5 0.86**; 1:10/1: 0.86**; 1:10/1:1 0.84**; 1:5/1:1 0.93**

Sulphuric acid: Control/1:10 0.66*; Control/1:5 0.68*; Control/1:1 0.98**

Literature

ALBRECHT, A., K.D. HENTSCHEL, J. REINHOLD: Antagonistenpräparate und Kompostzusätze zur Kohlhernie-Unterdrückung. - In STEGMANN, R. Neue Techniken der Kompostierung. 2. BMBF-Statusseminar Hamburg v. 6. bis 8. November 1996, 255-278. Economia Verlag, Bonn 1996.

BOCHOW, H.: Beobachtungen über die spontane Keimung von *Plasmodiophora brassicae* WOR. im Boden. - Nachrichtenbl. Dt. Pflschutzdienst 15, 53-55, 1961.

BRUNS, C., R. GOTTSCHALL, C. SCHÜLER, H. VOGTMANN, J. UNGER, G. WOLF, W. ZELLER: Untersuchungen zur Überlebensfähigkeit einiger phytopathologisch bedeutender Schaderreger in Kompostierungsanlagen bei unterschiedlichen Rottebedingungen. - Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem H. 226, 24, 1990.

BUZACKI, S.T., H. TOXOPEUS, P. MATTUSCH, T.D. JOHNSTON, G.R. DIXON, L.A. HOBOLTH: Study of physiologic specialization in *Plasmodiophora brassicae*: proposals for attempted rationalization through an international approach. - Trans. Brit. mycol. Soc. 65, 295-303, 1975.

BUDZIER, H.H.: Fluoreszenzmikroskopische Untersuchungen an Sporen des Kohlhernie-Erregers (*Plasmodiophora brassicae* Wor.). - Nachrichtenbl. Dt. Pflschutzdienst 10, 33-35, 1956.

COLHOUN, J.: Clubroot disease of crucifers caused by *Plasmodiophora brassicae* WORON. - a monograph. - The Commonwealth Mycological Institute, Kew Surrey, 1958.

DATNOFF, L.E., G.H. LACY, J.A. FOX: Occurrence and populations of *Plasmodiophora brassicae* in sediments of irrigation water sources. - Plant Disease 68, 200-203, 1984.

DIEDERICHSEN, E.: Kombination verschiedener Resistenzen gegenüber *Plasmodiophora brassicae* WOR. in resynthetisierten Formen von amphidiploiden Brassica-Arten. - Diss. Fachber. Biologie, Freie Univ. Berlin, 172 S., 1992.

EINHORN, G., H. BOCHOW: Untersuchungen zum Keimverhalten und zur Überlebensfähigkeit verschieden alter Dauersporen von *Plasmodiophora brassicae* WOR. - Arch. Phytopathol. Pflanzenschutz (Berlin) 26, 247-255, 1990.

HEITEFUSS, R.: Pflanzenschutz – Grundlagen der praktischen Phytomedizin. 3. Auflage, Thieme-Verlag Stuttgart und New York 2000.

MACFARLANE, I.: Factors effecting the survival of *Plasmodiophora brassicae* WOR. in the soil and its assessment by a host test. - Ann. appl. Biol. 39, 239-256, 1952.

- MATTUSCH, P.: Epidemiology of clubroot of crucifers caused by *Plasmodiophora brassicae*. - Intern. Conf. on Clubroot (Wisconsin-Madison September 5-7), 24-28, 1977.
- MATTUSCH, P., T. BOTZ, W. HILGENBERG: Untersuchungen zur Kontamination von Rohtorfen und gärtnerischen Anzuchterden mit dem Erreger der Kohlhernie, *Plasmodiophora brassicae*. - Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem H. 240, 56 S., 1988.
- MOXHAM, S.E., S.T. BUCZACKI: Chemical composition of the resting spore wall of *Plasmodiophora brassicae*. - Trans. Brit. mycol. Soc. 80, 297-304, 1983.
- MOXHAM, S.E., S.S. FRASER, S.T. BUCZACKI: Spore wall Proteins of *Plasmodiophora brassicae*. - Trans. Brit. mycol. Soc. 80, 497-506, 1983.
- PRAUSE, M., G. PAULI, K. TANNENBERGER, M. WOLFF: Kompostierungstechnologie zur Kohlherniebekämpfung - In STEGMANN, R. Neue Techniken der Kompostierung. 2. BMBF-Statusseminar Hamburg v. 6. bis 8. November 1996, 239-253. Economia Verlag, Bonn 1996.
- SCHOLZE, P., G. KERNS: Einsatz von Trichoderma gegen Dauersporen der Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*). - Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem H. 357, 347, 1998.
- SCHOLZE, P., M. MALORNY, R. DIPPE: A comparative study of reaction to clubroot (*Plasmodiophora brassicae* WOR.) by inoculating plants with single races or a race mixture. - Z. Pflkrankheiten. und Pflschutz. 109, 217-226, 2002.
- STEGMANN, R.: Neue Techniken der Kompostierung – Kompostanwendung, Hygiene, Schadstoffabbau, Vermarktung, Abluftbehandlung. - Dokumentation 2. BMBF-Statusseminar Hamburg 6. bis 8. November 1996. Economia Verlag, Bonn 1996.
- SUZUKI, K., E. MATSUMIYA, Y. UENO, J. MIZUTANI: Some properties of germination-stimulating factor from plants for resting spores of *Plasmodiophora brassicae*. - Ann. Phytopath. Soc. Japan 58, 699-705, 1992.
- TAKAHASHI, K., T. YAMAGUCHI: A method for assessing the pathogenic activity of resting spores of *Plasmodiophora brassicae* by fluorescence microscopy. - Ann. Phytopath. Soc. Japan 54, 466-475, 1988.
- TOXOPEUS, H., G.R. DIXON, P. MATTUSCH: Physiological specialization in *Plasmodiophora brassicae*: an analysis by international experimentation. - Trans. Brit. mycol. Soc. 87, 279-287, 1986.

RICHTLINIEN FÜR AUTOREN

1. Die Zeitschrift "Pflanzenschutzberichte" veröffentlicht Originalarbeiten aus dem Gebiet des Pflanzenschutzes und anderen Bereichen, die thematisch den Pflanzenschutz betreffen. Arbeiten, die in anderen Zeitschriften veröffentlicht wurden - auch nur auszugsweise - und die eine Wiederholung bekannter Tatsachen bringen, können nicht aufgenommen werden.
2. Die Veröffentlichungssprache ist deutsch oder englisch. Eine Übersetzung von Titel, Zusammenfassung, Stichwörtern und Legenden in die jeweils andere Sprache ist beizufügen. Wissenschaftliche Namen von Gattungen und Arten sind kursiv zu schreiben. Die Tabellen sollen auf das Notwendigste beschränkt sein. Dasselbe Tatsachenmaterial soll entweder in Form von Tabellen oder in graphischer Form gebracht werden. Die Manuskripte sollen fehlerfrei sein.
3. Jedem Beitrag ist eine Zusammenfassung mit Stichwörtern und ein summary mit key words voranzustellen. Die Beiträge sollen gegliedert sein in: Einleitung, Material und Methoden, Ergebnisse, Diskussion und Literaturzitate. Der Umfang der Originalarbeiten soll möglichst nicht 20-25 Seiten übersteigen. Der Text sollte in Word verfasst sein und/oder in MS-Word für McIntosh abgespeichert sein. Excel-Grafiken sollten als tif-Datei abgespeichert sein. Die Artikel können auf Datenträgern oder per email (gerhard.bedlan@ages.at oder astrid.plenk@ages.at) übermittelt werden.
4. Bilder können nur aufgenommen werden, wenn sie reproduktionsfähig sind. Bei mikroskopischen Aufnahmen ist der Vergrößerungsmaßstab anzugeben. Die Bilder sind zu kennzeichnen. Bilder sollten als tif oder eps Dateien abgespeichert werden.
5. Literaturzitate sind im Text mit dem in Kapitälchen geschriebenen Namen des Autors und in Klammer beigefügter Jahreszahl des Erscheinens der zitierten Arbeit anzugeben, z. B. MAYER (1963) oder (MAYER, 1963). Unter dem Abschnitt "Literaturzitate" ist anzuführen: Zuname, abgekürzter Vorname, Titel der Arbeit, Name der Publikation, Nummer des Bandes oder Jahrgangs, Anfangs- und Schlussseite, Erscheinungsjahr, z. B. GÄUMANN, E.: Die Rostpilze Mitteleuropas. - Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, Band XII; 1959. BRUCK, K. P., SCHLÖSSER, E.: Getreidefußkrankheitserreger. V. Antagonismus zwischen den Erregern. - Z.PflKrankh.PflSchutz 89, 337-343, 1982.
6. Der Autor erhält einmalig Korrekturabzüge, von denen einer korrigiert zurückgegeben werden muss. In den Korrekturbögen dürfen nur mehr Satzfehler berücksichtigt werden.
7. Jeder Autor erhält von seiner Originalarbeit unberechnet 30 Sonderdrucke Darüber hinaus benötigte Sonderdrucke müssen bei Erledigung der Korrektur auf eigene Kosten bestellt werden.

Satzspiegel:

Ränder: oben 2 cm, unten 8,4 cm, links 1,8 cm, rechts 6,7 cm

Überschriften: Titel Arial 14 pt fett, Abstand nach dem Absatz 6 pt,
übersetzter Titel Arial 11 pt fett,
Gliederungsüberschriften Arial 10 pt fett, Abstand nach dem Absatz 6 pt.

Text: Times New Roman 10 pt, einzeilig, Blocksatz

Die Manuskripte werden von zwei unabhängigen Referenten anonym beurteilt. Über die Annahme entscheidet die Schriftleitung, unterstützt von deren Mitarbeitern.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Pflanzenschutzberichte](#)

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: [61_2003_2](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Pflanzenschutzberichte Band 61-2/2003 1-69](#)