

Untersuchungen von Spargel (*Asparagus officinalis* L.) aus Jung- und Ertragsanlagen in Deutschland und Österreich auf Infektionen mit *Fusarium*-Arten

Investigations on infections with *Fusarium* species in new and established asparagus (*Asparagus officinalis* L.) fields in Germany and Austria.

MÓNKA GOSSMANN¹⁾, CARMEN BÜTTNER¹⁾ & GERHARD BEDLAN²⁾

¹⁾ Humboldt-Universität zu Berlin, Fachgebiet Phytomedizin,
Lentzeallee 55-57, D-14195 Berlin,

²⁾ Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Phytomedizin,
Spargelfeldstrasse 191, A 1226 Wien

Zusammenfassung

Mit der jährlich steigenden Nachfrage nach Spargel nimmt der Anbauumfang beträchtlich zu. Damit verbunden treten zunehmend Nachbauprobleme und vorzeitige Seneszenz der Pflanzen auf. Erste phytopathologische Untersuchungen im Rahmen der Ursachenforschung wurden an Pflanzenmaterial ausgewählter deutscher und österreichischer Standorte durchgeführt. Das Probenmaterial umfasste sowohl Spargeljungpflanzen als auch durch Wachstumsdepressionen und Fäulnis deutlich geschädigte Pflanzen aus Ertragsanlagen. Die unterirdischen Stangen-, Kronen- und Wurzelstücke wiesen unabhängig von deren Herkunft eine Besiedlung mit *Fusarium* spp. auf. Von den insgesamt isolierten 15 *Fusarium*-Arten konnten neun als phytopathologisch relevant eingestuft werden. Zu diesen Arten zählen *F. acuminatum*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. redolens*, *F. sambucinum*, *F. solani* und *F. subglutinans*. Eine vermutlich untergeordnete Bedeutung kommt den sechs Arten *F. cerealis*, *F. equiseti*, *F. flocciferum*, *F. lateritium*, *F. merismoides* und *F. udum* im Ursachenkomplex zu.

Stichwörter: Spargel, Rhizome, Wurzeln, bodenbürtige Pilze, *Fusarium*-Arten

Summary:

The increasing demand of asparagus leads to an expansion of the area under cultivation. Thereby growers report more and more frequently on post cultivation problems and premature senescence. First phytopathological investigations on the cause of the syndrome were carried out with plant material of selected German and Austrian stands. Asparagus plantlets were sampled in addition to severely diseased plants which were damaged by rot and growth depression from commercially managed stands. The subterranean samples from different plant organs showed independent of the geographic origin a colonisation with *Fusarium* spp. Altogether 15 *Fusarium* species were isolated. Nine of them are of phytopathological relevance as there are *F. acuminatum*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. redolens*, *F. sambucinum*, *F. solani* and *F. subglutinans*. In addition *F. cerealis*, *F. equiseti*, *F. flocciferum*, *F. lateritium*, *F. merismoides* and *F. udum* were detected. We assume that they are of lower importance.

Key words: asparagus, rhizome, roots, soil-borne fungi, *Fusarium* sp.

Einleitung

In Deutschland entfällt ca. 13,5% der Gemüseanbaufläche auf den Anbau von Bleich- und Grünspargel (in Österreich beträgt der Spargelanbau 2,1% der Gemüsefläche, das sind rd. 250 ha). Verbunden mit jährlich steigendem Anbauumfang treten zunehmend Nachbauprobleme bzw. vorzeitige Alterung der Spargelanlagen auf. Es wird geschätzt, dass ca. 30 % der Ertragsverluste auf pilzparasitäre Infektionen, vor allem mit Fußkrankheits- bzw. Wurzelfäuleerregern zurückzuführen sind. Weltweit nehmen dabei die bodenbürtigen *Fusarium*-Arten eine herausragende Stellung ein und werden als bedeutendste pilzliche Pathogene in diesem Komplex diskutiert.

So wurden in Polen neben *F. oxysporum* f. sp. *asparagi* auch *F. culmorum*, *F. moniliforme*, *F. solani* und *F. redolens* nachgewiesen (SADOWSKI und KNAPLEWSKI, 1990). Die meisten dieser Arten wurden auch in Italien aus Stängel- und Wurzelmaterial von Spargel isoliert (FANTINO, 1990). In den Spargelanbaugebieten der USA, in Michigan (HARTUNG et al., 1990), in Arizona (NIGH, 1990) und in Taiwan (TU, 1985) wurden *F. oxysporum* f. sp. *asparagi* und *F. moniliforme* als Haupterreger im Komplex der Wurzelfäule- und Fußkrankheitserreger angesehen. Nach DOAN & CARRIS (1997) sind dies auf den Spargelfeldern im Nordwesten der USA (Washington, Oregon) vor allem *F. oxysporum* und *F. proliferatum*. Bei Untersuchungen in Mexiko und in Kalifornien von GUERRERO et al. (1997) dominierte *F. proliferatum*. In den Niederlanden berichten BLOK & BOLLEN (1995) vor allem über den Nachweis von *F. oxysporum* f. sp. *asparagi* und *F. culmorum*. In Deutschland und Österreich werden die Pilze *F. oxysporum* und *F. redolens* als Verursacher der Wurzelfäule und *F. culmorum* als der wichtigste Fußkrankheitserreger der Stängelfäule angesehen (WEISE, 1939; STAHL, 1970; UNTERECKER, 1972, 1981; HARTMANN, 1989; LAUN & ZIEGLER, 1999; BEDLAN 2000).

In Deutschland stagniert seit Jahren die parasitäre Ursachenforschung. Es fehlen Kenntnisse zum Auftreten der verschiedensten *Fusarium*-Arten. Hieraus würden sich erste Hinweise auf mögliche pathologische Einflussfaktoren auf die Ursachenfaktoren der Nachbauprobleme ableiten lassen. Dabei sind Informationen zum Gesundheitszustand von Jungpflanzen bzw. des ausgepflanzten Spargels in den Ertragsanlagen von großer Bedeutung. Bei der pilzparasitären Ursachenforschung nehmen die bodenbürtigen Pilze der Gattung *Fusarium* einen besonderen Stellenwert ein, denn neben ihrer Bedeutung als wichtige Wurzel- und Stängelfäuleerreger bei zahlreichen Kulturpflanzen sind einige Arten auch Mykotoxinbildner. Vor diesem Hintergrund ist die genaue Kenntnis der *Fusarium*-Art von großer Bedeutung.

Um gezielte Bekämpfungsstrategien zu entwickeln, die die Ertragssicherung bei der mehrjährigen Gemüsekultur Spargel, einschließlich einer hohen Qualität des Erntegutes gewährleisten, ist eine komplexe parasitäre Ursachenforschung unumgänglich. Erste Untersuchungen wurden hierzu im vorigen Jahr 2000 initiiert, indem erste Untersuchungen an ausgewählten Proben von Spargelpflanzen verschiedenster Standorte Deutschlands und Österreichs vorgenommen wurden.

Material und Methoden

Für die Laboruntersuchungen auf parasitäre Pilzbesiedlung erhielten wir im Zeitraum von April bis Oktober 2000 zahlreiche Einsendungen von Spargeljungpflanzen aus Betrieben Sachsen-Anhalts und Niedersachsens, sowie Pflanzen aus mehrjährigen Ertragsanlagen verschiedener Spargelanbaugebiete in Rheinland-Pfalz und Brandenburg bzw. Proben aus österreichischen Anbaugebieten. Die Auswahl des Probenmaterials erfolgte meist nach sichtbaren Symptomen, wie beispielsweise Nekrosen oder Fäulen an den Wurzeln oder an den Spargelstangen. Eine Übersicht der geographischen Herkunft, Pflanzenalter und des Entnahmeterrains der jeweiligen Proben gibt Tabelle 1. Von diesem Pflanzenmaterial wurden sowohl Stangen- und Kronenstücke als auch Wurzelsegmente untersucht (Tab. 2). Dazu waren die unterirdischen Stangen- und Kronenstücke sowie die Wurzelsegmente gründlich mit Wasser

zu reinigen, die Oberfläche mit 2% NaOCl zu desinfizieren und mehrmals mit sterilem aqua dest. zu spülen. In ca. 0,3 bis 0,5 cm lange Teilstücke geschnitten, konnte das Probenmaterial dann auf Sligh nutrient agar (NIRENBERG, 1976) ausgelegt werden. Die Inkubation erfolgte über 7 Tage bei 20 °C unter UV-Licht im Wechsel mit einer Hell- und Dunkelphase (14h/10h). Der Pilzauswuchs war mikroskopisch zu bonitieren. Dabei erfolgte die Bestimmung der *Fusarium*-Arten mit Hilfe der morphologischen Charakterisierung nach GERLACH & NIRENBERG (1982).

Tab. 1: Herkunft und Pflanzenalter der im Kalenderjahr 2000 auf Befall mit *Fusarium* sp. untersuchten Spargelpflanzen

Land/Anbaugebiet	Termin der Probennahme	Alter der Spargelpflanzen in Jahren
Sachsen-Anhalt (Möringen)	Anfang April	1
Niedersachsen (Weser-Ems-Gebiet)	Mitte Juli	1
Rheinland-Pfalz	Mitte Juli	7-10
Brandenburg (Neuenhagen)	Ende Oktober	4
Österreich (Marchfeld, Hausleiten, Eferding, Wallern)	Mitte September	2-8

Tab. 2: Übersicht der im Kalenderjahr 2000 untersuchten Spargelproben unter Angabe der geographischen Herkunft und des untersuchten Pflanzenorgans

Herkunft	untersuchtes Pflanzenorgan	
	Anzahl Stangen- bzw. Kronenstücke	Anzahl Wurzelsegmente
Sachsen-Anhalt	0	90
Niedersachsen	30	150
Rheinland-Pfalz	50	30
Brandenburg	75	55
Österreich	66	20
Summe	221	345

Ergebnisse

Besiedlung 1-jähriger Spargeljungpflanzen mit *Fusarium* spp.

Die Untersuchungen 1-jähriger Jungpflanzen aus einem Betrieb in Sachsen-Anhalt, unmittelbar nach der Rodung, im April 2000 zeigten, dass zu diesem frühen Probennahmezeitpunkt schon ein relativ hoher *Fusarium*-Besatz in den symptomlosen Wurzeln nachweisbar war (Tab. 3). Von insgesamt 30 Jungpflanzen wurden je Pflanze jeweils drei Wurzelsegmente entnommen und auf eine Besiedlung mit *Fusarium* sp. geprüft.

F. oxysporum war in 44 %, *F. redolens* in 24 % und *F. udum* in 8 % der Wurzelsegmente nachweisbar. In sehr geringem Umfang war in den Wurzelproben *F. avenaceum* (1 %), *F. acuminatum* (2 %), *F. solani* (1 %) und *F. merismoides* (2%) zu zeigen.

Tab. 3: *Fusarium*-Befall der Wurzeln von 1-jährigen Jungpflanzen aus Sachsen-Anhalt, unmittelbar nach der Rodung Anfang April 2000

<i>Fusarium</i> -Arten	Anzahl der besiedelten Wurzelsegmente in % (n = 90)
<i>F. oxysporum</i>	44
<i>F. redolens</i>	24
<i>F. avenaceum</i>	1
<i>F. acuminatum</i>	2
<i>F. solani</i>	1
<i>F. udum</i>	8
<i>F. merismoides</i>	2

Jungpflanzen, die im Frühjahr 2000 in drei Betrieben in Niedersachsen ausgepflanzt worden waren, zeigten zum Zeitpunkt der Probennahme Mitte Juli einen relativ schlechten Entwicklungszustand. Die Triebe waren dünn und an den Spitzen abgestorben. Ca. 50 % der Wurzeln waren nekrotisch oder wiesen Fäulen auf. Je Pflanze wurden zwei untere Stangenteeile und 10 Wurzelsegmente in die Untersuchung auf eine endogene Pilzbesiedlung einbezogen. Sowohl in den Stangen als auch in den Wurzeln dominierte *F. oxysporum* mit 46 bzw. 45 %. In der Nachweishäufigkeit folgte *F. redolens* mit 25 bzw. 13 % und *F. avenaceum* mit jeweils 14 % (Tab. 4). Bemerkenswert ist der Nachweis von *F. cerealis* (4 %) und *F. proliferatum* (4 %) in den Stangenstücken. *F. cerealis* ist eine bisher nur an Getreide vorkommende parasitäre *Fusarium*-Art (NIRENBERG 1993). *F. proliferatum* wird vor allem in den USA (DOAN & CARRIS, 1997) bzw. in Mexiko und Kalifornien (GUERRERO et al., 1997) als wichtiger Wurzel- und Stängelfäuleerreger des Spargels beschrieben. Aus nur 1 % der Wurzelproben konnte *F. solani* isoliert werden.

Tab. 4: *Fusarium*-Befall der Stangen- und Wurzelproben von Spargeljungpflanzen aus Niedersachsen bei Probennahme im Juli 2000

<i>Fusarium</i> -Arten	Anzahl der besiedelten Proben in %	
	Stangen (n = 30)	Wurzeln (n = 150)
<i>F. oxysporum</i>	46	45
<i>F. redolens</i>	25	13
<i>F. avenaceum</i>	14	14
<i>F. culmorum</i>	0	1
<i>F. cerealis</i>	4	0
<i>F. proliferatum</i>	4	1
<i>F. solani</i>	0	1
<i>F. lateritium</i>	0	3
<i>F. flocciferum</i>	0	4
<i>F. equiseti</i>	7	11

Fusarium spp.- Besiedlung bei mehrjährigen Spargelpflanzen

Aus mehrjährigen Ertragsanlagen in Rheinland-Pfalz wurde uns eine Mischprobe aus insgesamt 50 Stangen bzw. Wurzeln von 5 Standorten zur Verfügung gestellt. Die beprobten Spargelpflanzen zeigten zum Zeitpunkt der Probennahme sichtbare Wachstumsdepressionen. Unter den nachgewiesenen 5 *Fusarium*-Arten trat *F. oxysporum* am häufigsten auf (Tab. 5). Diese *Fusarium*-Art war aus 82 % der untersuchten Stangenstücke und 63 % der Wurzelsegmente zu isolieren. *F. proliferatum* konnte in 24 % der Stangen- und in 30 % der Wurzelproben festgestellt werden. Ausschließlich in den Wurzeln war *F. redolens* (20 % der Proben) nachzuweisen.

Tab. 5: *Fusarium*-Arten in den untersuchten Stangenteilen und Wurzelsegmenten der Spargelpflanzen aus Rheinland-Pfalz bei Probennahme Juli 2000

<i>Fusarium</i> -Arten	Anzahl der besiedelten Proben in %	
	Stangenteile (n = 50)	Wurzelsegmente (n = 30)
<i>F. oxysporum</i>	82	63
<i>F. proliferatum</i>	24	30
<i>F. redolens</i>	0	20
<i>F. sambucinum</i>	30	7
<i>F. equiseti</i>	0	3

Bei Spargelpflanzen aus einer vierjährigen Ertragsanlage in Brandenburg waren zum Zeitpunkt der Probennahme, Ende Oktober, die Stangen am Grund der Krone bereits abgefault. Zur Untersuchung auf Pilzbesiedlung wurde daher Probenmaterial von fünf Einzelpflanzen aus dem Kronen- und Wurzelbereich verwendet. Bei 53 % der untersuchten Proben aus dem Kronenbereich wurde eine Besiedlung mit *F. oxysporum* und bei 16 % mit *F. proliferatum* festgestellt (Tab. 6). Aus 37 % der Wurzelsegmente konnte *F. oxysporum*, aus 4 % *F. proliferatum*, aus 20 % *F. redolens* und aus je 2 % *F. avenaceum* bzw. *F. solani* isoliert werden. Inwieweit die Erkrankung der Spargelpflanzen durch diese *Fusarium*-Arten induziert oder beeinflusst wird, muss in noch anzustellenden Versuchsreihen geprüft werden. Zwar trat *F. oxysporum* sowohl in den Kronen- als auch in den Wurzelstücken am häufigsten auf, aber auch die als Fäuleerreger bekanntesten Arten *F. proliferatum*, *F. redolens*, *F. solani* und *F. avenaceum* könnten an der Symptomausbildung beteiligt sein.

Tab. 6: *Fusarium*-Besiedlung der Wurzel- und Kronenstücke von Spargelpflanzen aus Brandenburg bei Probennahme im Oktober 2000

<i>Fusarium</i> -Arten	Anzahl der besiedelten Proben in %	
	Kronenstücke (n = 75)	Wurzelsegmente (n = 55)
<i>F. oxysporum</i>	53	37
<i>F. proliferatum</i>	16	4
<i>F. redolens</i>	0	20
<i>F. solani</i>	0	2
<i>F. avenaceum</i>	0	2

Die Mitte September in Österreich in mehrjährigen Ertragsanlagen entnommenen Pflanzenproben wiesen ebenfalls starke Fäulnissymptome sowohl an den Stangen als auch an den Wurzeln auf. Die dominanten *Fusarium*-Arten, die wahrscheinlich auch für die fortgeschrittene Fäulnis mit verantwortlich sind, waren *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans* und *F. sambucinum* (Tab. 7). Diese *Fusarium*-Arten traten häufig miteinander vergesellschaftet auf. Vor allem bei den Proben aus Marchfeld, Eferding und Wallern dominierten die potentiellen Stengelfäuleerreger *F. culmorum*, *F. proliferatum*, *F. sambucinum*. In einem Wurzelsegment konnte *F. subglutinans* gezeigt werden. *F. oxysporum* war nur in den Trieb- und Wurzelproben von Hausleiten nachweisbar - meist als Mischinfektion mit *F. proliferatum* - sowie in wenigen Triebstücken vom Standort Eferding.

Tab. 7: Besiedlung der Trieb- und Wurzelproben von Spargelpflanzen aus Österreich mit *Fusarium* spp. bei Probennahme im September 2000

Probenmaterial	Probenanzahl (n)		<i>Fusarium</i> -Arten	
Marchfeld	M1	Trieb	7	<i>F. culmorum</i>
	M2		7	<i>F. culmorum</i>
	M3		9	<i>F. culmorum</i> , <i>F. proliferatum</i>
	M4		7	<i>F. equiseti</i>
	M5		3	<i>Fusarium</i> sp.
Hausleiten	H1	Trieb	3	<i>F. oxysporum</i> , <i>F. proliferatum</i>
		Wurzel	8	<i>F. oxysporum</i> , <i>F. proliferatum</i>
Eferding	E1	Trieb	6	<i>F. oxysporum</i> , <i>F. equiseti</i>
	E4		7	<i>F. proliferatum</i>
	E5		9	<i>F. sambucinum</i>
Wallern	B1	Trieb	8	<i>F. culmorum</i>
	B2	Wurzel	6	<i>F. subglutinans</i> , <i>F. proliferatum</i>
	B3		6	<i>F. culmorum</i> , <i>F. proliferatum</i> , <i>F. subglutinans</i> , <i>F. oxysporum</i>

Diskussion

Die mykologischen Untersuchungen an Spargel aus Jung- und Ertragsanlagen in Deutschland und Österreich zeigen, dass die unterirdischen Stangen-, Kronen- und Wurzelstücke sehr stark mit *Fusarium* spp. besiedelt sind. Dabei kamen vor allem Proben zur Untersuchung, die deutliche Wachstumsdepressionen bzw. sichtbare braune Verfärbungen und Nekrosen aufwiesen. Insgesamt umfasste die *Fusarium*-Flora 15 Arten. Davon wurden neun *Fusarium*-Arten als pathogenrelevant eingestuft: *F. acuminatum*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. redolens*, *F. sambucinum*, *F. solani*, *F. subglutinans*. Von vermutlich untergeordneter Bedeutung als Pathogene für Spargel wurden sechs *Fusarium*-Arten nachgewiesen: *F. cerealis*, *F. equiseti*, *F. flocciferum*, *F. lateritium*, *F. merismoides*, *F. udum*. Die pilzlichen Pathogene, die im Rahmen dieser Untersuchungen noch nachgewiesen werden konnten, insbesondere *Cylindrocarpon* spp., *Gliocladium catenulatum*, *Pythium* spp. und *Rhizoctonia* spp. sind standortbedingt als weitere pathogene Pilze im Komplex der Wurzel- und Stängelfäule am Spargel anzusehen.

F. oxysporum wurde in fast allen untersuchten Proben gefunden und bestätigt, dass diese Art zum einen eine der häufigsten Bodenpilze ist (DOMSCH & GAMS, 1970) und zum anderen eine bedeutsame *Fusarium*-Art im Komplex der Wurzelfäule- und Fußkrankheitserreger bei Spargel ist (SADOWSKI & KNAFLEWSKI, 1990; NIGH, 1990; BLOK & BOLLEN, 1995). Erstmals für Deutschland und Österreich wurden mit diesen Untersuchungen *F. acuminatum*, *F. avenaceum*, *F. cerealis*, *F. proliferatum*, *F. sambucinum*, *F. solani* und *F. subglutinans* an Spargel nachgewiesen. Um Aussagen zur Schädigung dieser *Fusarium*-Arten beim Spargel zu treffen, müssen entsprechende Pathogenitätsuntersuchungen durchgeführt werden.

Geplant sind weiterhin Untersuchungen zum interaktiven Ursachenkomplex der Nachbauprobleme anhand ausgewählter biotischer (Viren, Nematoden) und abiotischer Schadfaktoren (Nährstoffversorgung, Schadstoffbelastung), um diese im Ursachenkomplex bewerten zu können (WEISSENFELS & SCHMELZER, 1976 a/b, BRUNT et al., 1998). Bisherige Untersuchungen zur Wechselwirkung gasförmiger Schadstoffe und biogener Krankheiten weisen darauf hin, dass Wirt-Parasit-Interaktionen durch gasförmige Schadstoffe verändert werden. Sie führen häufig zu einer Schwächung und endogenen Abwehr des Wirtes, wobei entstehende Nekrosen durch überschwellige Schadstoff-Immission zusätzliche Eintrittsstellen für Schaderreger bieten. Auch eine Veränderung der Virulenz der Erreger ist möglich. Wechselwirkungen führen insgesamt zu anderen Symptomen als Primäursachen, wobei Primärsymptome meist überlagert werden. Eine Kausalanalyse der Einzelphänomene kann selten abgeleitet werden, wenn nicht spezifische Informationen zur Pflanzenart, zum Standort und den gegebenen Stressbelastungen, die interagieren, besteht (HOCK & ELSTNER, 1995). Die genannten Luftschadstoffe sind nur ein Beispiel für Stressfaktoren. Untersuchungen zum Einfluss der Nährstoffversorgung auf Infektionsprozesse sind ebenso zu berücksichtigen wie eine Wechselwirkung von Krankheitserregern untereinander.

Anmerkung

Für die Bereitstellung und Zusendung von Probenmaterial möchten wir uns bei Herrn Dr. Laun (Neustadt), Herrn Prof. Dr. Wonneberger (Osnabrück), Herrn Dr. Gottwald (Möringen) und Herrn Höhne (Neuenhagen) bedanken. Frau Wolf sei gedankt für die zahlreichen Probenaufbereitungen. Für die Aufsammlung der österreichischen Proben sei Frau Mag. Plenk und Frau Ing. Ottendorfer gedankt, für die Aufbereitung im Labor Herrn Ing. Fickert.



Abb. 1: Befall durch *Fusarium culmorum*: Symptome an Pflanze



Abb. 2: Befall durch *Fusarium culmorum*: Symptome am Stängel



Abb. 3: Fehlstellen in Spargelbestand nach Befall durch *Fusarium oxysporum*

Literatur

- BEDLAN, G. (2000): Gemüsekrankheiten, Öst. Agrarverlag, 3. A.
- BLOK W. J.; BOLLEN G. J. (1995): Fungi on roots and stem bases of asparagus in the Netherlands: species and pathogenicity. *European Journal of Plant Pathology* 101, S. 15-24.
- BRUNT, A.; CRABTREE, K.; DALLWITZ, M.; GIBBS, A.; WATSON, L. (1998): *Viruses of Plants. Descriptions and Lists from the VIDE Database.* CAB International.
- DOAN, M. C.; CARRIS, L. M. (1997): Charakterization of fusarium population in asparagus fields in the pazific northwest. IX. *International Asparagus Symposium* 15.-17. 7. 97.
- DOMSCH. K. H.; GAMS, W. (1970): *Pilze auf Agrarböden.* Gustav Fischer Verlag.
- FANTINO, M. G. (1990): Research on asparagus decline in Italy. *Acta Horticulturae* 271, S. 291-295.
- GERLACH, W.; NIRENBERG, H. (1982): *The Genus Fusarium – a Pictoral Atlas.* Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtschaft. Berlin- Dahlem, H. 209.
- GUERRERO, C.; NIGH, J.; STANGHELLINI, M. E. (1997): Incidence of *fusarium* spp. in asparagus fields in mexiko and southern California. IX. *International Asparagus Symposium* 15.- 17. 7. 97.
- HARTMANN, H.-D. (1989): *Spargel.* Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- HARTUNG, A. C.; STEPHENS, C. T.; ELMER, W. H. (1990): Survey of fusarium population in Michigans asparagus fields. *Acta Horticulturae* 271, S. 395-401.

- HOCK, B.; ELSTNER, E. F. (1995): Schadwirkungen auf Pflanzen. Spektrum Akademischer Verlag GmbH Heidelberg-Berlin-Oxford.
- LAUN, N.; ZIEGLER, J. (1999): Pflanzenschutz. Bleichspargelanbau. Neustadter Hefte, H. 101, S. 70-84.
- NIRENBERG, H. (1976): Untersuchungen über die morphologische Differenzierung in der *Fusarium*-Sektion *Liseola*. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, H. 169, S. 1-117.
- NIGH, E. L. (1990): Stress factors influencing fusarium infection in asparagus. *Acta Horticulturae* 271, S. 315-317.
- SADOWSKI, C. Z.; KNAFLEWSKI, M. (1990): Susceptibility of selected asparagus cultivars to *Fusarium* spp. under field conditions. *Acta Horticulturae* 271, S. 343-351.
- STAHL, M. (1970): Die Wurzelfäule des Spargels. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 77, S. 354-367.
- TU, C. C. (1985): Major diseases of asparagus and their control in Taiwan. 6th International Asparagus Symposium, Guelph (Canada).
- UNTERECKER, H. (1972): Untersuchungen über den Befall von *Fusarium*-Wurzelfäule an Spargeljungpflanzen in nordbadischen Vermehrungsbetrieben. *Gesunde Pflanzen* 24 (6), S. 99-104.
- UNTERECKER, H. (1981): Über das Auftreten von Pilzkrankheiten an Spargel im nordbadischen Anbauggebiet. *Gesunde Pflanze* 33 (4), S. 83-87.
- WEISE, R. (1939): Über die durch *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. hervorgerufene Spargelfußkrankheit. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 49 (1), S. 15-40.
- WEISSENFELS, M.; SCHMELZER, K. (1976 a): Untersuchungen über das Schadausmaß durch Viren am Spargel (*Asparagus officinalis* L.). *Archiv Phytopathol. und Pflanzenschutz, Berlin* 12 (2), S. 67-73.
- WEISSENFELS, M. und K. SCHMELZER (1976 b): Art, Häufigkeit sowie geographisch und standörtliche Verteilung der in der DDR an Spargel vorkommenden Viren. *Arch. Phytopathol. u. Pflanzenschutz, Berlin* 12 (3), S. 145-159.
- (Manuskript eingelangt am 7. Februar 2001, angenommen am 26. Februar 2001)