

Fusarium-Befall an Zwiebeln

Aktuelle Befallserhebung und Pathogenitätsuntersuchungen

Die Zwiebelbasalfäule ist ein Problem, welches bisher insbesondere in wärmeren Anbaugebieten zu Ertragseinbußen und Ausfällen im Zwiebellager führte. Verursacht wird die Fäule vor allem durch den bodenbürtigen Schaderreger *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepi*. Typische Symptome sind eine hell- bis rotbraune trockene oder nasse Fäule an den Zwiebelbulben. Häufig ist am Zwiebelboden auch ein weißer Myzelbelag zu beobachten. Vergilbende und eingetrocknete Blattspitzen können erste Anzeichen für eine Infektion der Pflanze mit dem Erreger sein.

Seit einigen Jahren ist diese Krankheit auch in Anbaugebieten der gemäßigten Klimazone einschließlich Deutschlands zu beobachten. Derzeit sind die auftretenden Befallsstärken der Fäule an der Zwiebel in unseren Anbaugebieten durchaus tolerierbar. Da es sich um einen wärmeliebenden Erreger handelt, ist jedoch in Jahren mit höheren durchschnittlichen Temperaturen während der Kultur mit einem zunehmenden Auftreten der Zwiebelbasalfäule zu rechnen. Derzeitige Beobachtungen in der Praxis weisen auf einen verstärkten Krankheitsbefall auf Flächen hin, auf denen zuvor Steckzwiebeln angebaut wurden. Für die Übertragung bzw. den Eintrag des Erregers können Steckzwiebeln von Bedeutung sein. Als Inokulumquelle ist auch Saatgut nicht auszuschließen, zumal die Möglichkeit der Saatgutübertragbarkeit von *F. oxysporum* an Zwiebeln bereits nachgewiesen wurde. Allerdings ist die Möglichkeit der Übertragung des Erregers über das Saatgut für den praktischen Anbau derzeit schwer einzuschätzen. Daher sollte zunächst anhand von ersten Befallserhebungen geklärt werden, welche *Fusarium*-Arten im kommerziellen Zwiebelanbau in Deutschland auftreten. Untersuchungen am Saatgut sollten Aufschluss über die Bedeutung des Saatgutes als Inokulumquelle geben.

Befallserhebung

Erste stichprobenartige Untersuchungen von Zwiebelbulben hinsichtlich eines Befalls mit *Fusarium*-Arten erfolgten während der Vegetationsperiode 2005 (vier Proben) und 2006 (neun Proben). Eine Beprobung von Zwiebelbulben wurde während der Vegetation 2008 auf drei Standorten in Praxisbetrieben in Süddeutschland vorgenommen. Hierbei wurden auf dem Standort 1 die Sorten 'Marimba', 'Red Baron' und 'Takstar', auf dem Standort 2 'Marimba' und auf dem Standort 3 die Sorten 'Marimba', 'Centurion' und 'Carrado' systematisch beprobt. Am Standort 1 wurde die Sorte 'Takstar' direkt ausgesät, während auf den anderen Standorten Steckzwiebeln ausgebracht wurden. Die Zwiebelbulben wurden im Labor durch Auslegen auf einen speziellen Nährstoffarmen Agar auf *Fusarium*-Befall untersucht.



Zerstörte, eingeschrumpfte Wurzeln und weißes Myzel an der Zwiebelbasalplatte

An den Standorten 1 bis 3 wurden von Steckzwiebeln bzw. Pflanzgut Stichproben der Sorten 'Marimba', 'Centurion' und 'Carrado' entnommen und im Labor auf *Fusarium*-Befall untersucht. Die Proben wiesen ebenfalls visuell keine für die Zwiebelbasalfäule charakteristischen Symptome auf.

Zusätzlich zu den Steckzwiebeln wurde ungebeiztes Saatgut (400 Korn je Saatgutpartie) von neun Zwiebelsorten ('Proteus', 'Takmark', 'Takstar', 'Victory', 'Wellington', 'Stamford', 'Orbito', 'Baldito', 'Barito') auf eine Kontamination mit *Fusarium* spp. im Labor untersucht.

Pathogenitätstest

Um zu zeigen, dass die aus Zwiebelbulben bzw. Zwiebeln isolierten Isolate von *F. oxysporum* (FOC) und *F. proliferatum* (FPC) auch pathogen an der Zwiebel sind, wurden zwei Gefäßversuche (V1 und V2) mit der Sorte 'Takmark' unter unterschiedlichen Kulturbedingungen durchgeführt. In den ersten acht Wochen wurden die Pflanzen unter den folgenden Bedingungen kultiviert: V1: 20/15 °C, 16/8 h Tag/Nacht, 22 000 lux und V2: 18/18 °C, 16/8 h Tag/Nacht, 11 000 lux. Das Inokulum des jeweils zu prüfenden Isolates wurde vor der Aussaat der Zwiebeln in Form einer Sporensuspension in das Substrat [Fruhstorfer Erde Typ P und Sand] untergemischt. In jedes Pflanzloch wurden drei Saatkörner ausgesät und zunächst der Pflanzenaufgang sowie die Anzahl an Jungpflanzen mit Symptomen bonitiert. Um den Einfluss der künstlichen Erregerinokulation auf die weitere Entwicklung der Pflanzen beobachten zu können, wurden nach einer Kulturdauer von acht Wochen visuell gesunde Pflanzen in Töpfe (1,5 l) gesetzt und unter kontrollierten Bedingungen (V1: 23/18 °C, 16/8 h Tag/Nacht, 22 000 lux; V2: 21/21 °C, 16/8 h Tag/Nacht, 11 000 lux) für weitere drei Monate kultiviert. Zu Versuchsende wurde jeweils das Frisch- und Trockengewicht der Blätter ermittelt.

Ergebnisse der Befallserhebung

Von allen 13 untersuchten Proben des Anbaujahres 2005 bzw. 2006 wurde *F. oxysporum* nachgewiesen und vereinzelt (drei Proben) *F. proliferatum*. Die Befallserhebungen von Zwiebelbulben während der Vegetationsperiode 2008 zeigten, dass von den 300 untersuchten Proben lediglich 10 % mit *Fusarium*-Arten befallen waren. Das *Fusarium*-Artenspektrum umfasste die folgenden Arten in unterschiedlicher Häufigkeit: *F. arthrosporioides*, *F. avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. redolens*, *F. solani*, *F. sporotrichioides* und *F. tricinctum*. Die dominierenden Arten waren *F. oxysporum* und *F. proliferatum*, die entweder allein oder vergesellschaftet mit anderen *Fusarium*-Arten an den Zwiebelbulben auftraten. Bezogen auf die beprobten Standorte variierte die *Fusarium*-Befallshäufigkeit der Zwiebelbulben von 3 bis 25 % (s. Tab.).

Im Gegensatz zu den Zwiebelbulben wiesen die Steckzwiebelproben, unabhängig von der Sorte, eine hohe Befallshäufigkeit (19 bis 80 %) mit *F. oxysporum* auf, während *F. proliferatum* in einer Häufigkeit von 2 bzw. 16 % nachgewiesen wurde (s. Tab.).

Am Saatgut wurde in allen neun untersuchten Proben eine Kontamination mit *F. proliferatum* in einer Häufigkeit von 0,5 % bis 62 % festgestellt. *F. oxysporum* wurde lediglich in fünf Partien in sehr geringer Häufigkeit nachgewiesen.

Pathogenität von *Fusarium* spp.

Unter suboptimalen Bedingungen für die Zwiebel, die mit einer geringen Lichtintensität und konstanten Temperaturbedingungen im V 2 vorlagen, war ein signifikant reduzierter Pflanzenaufgang in allen

Prozentualer Anteil an Zwiebeln mit Fusarium-Infektionen, untersucht an drei Praxisstandorten (grau hinterlegtes Feld) im Vergleich zur Ausgangsbelastung der Steckzwiebeln (Probenahme Mai 2008)

Standort	Sorte	Proben Mai 2008		Feldproben Juli 2008
		kontaminierte Steckzwiebeln [%]		infizierte Zwiebeln [%]
		<i>F. oxysporum</i>	<i>F. proliferatum</i>	<i>Fusarium</i> spp.
1	'Marimba'	22	2	12
	'Red Baron'	n.u.	n.u.	50 ^a
	'Takstar'	n.u.	n.u.	25
2	'Marimba'	98	0	3
3	'Marimba'	19	0	18
	'Centurion'	80	16	14
	'Carrado'	78	0	6

n.u. – nicht untersucht, da Direktsaat (Saatzwiebeln)
^a Probenumfang umfasste nur zwei Zwiebeln

mit *Fusarium*-Arten inokulierten Varianten im Vergleich zur Kontrolle zu beobachten, während unter optimaleren Kulturbedingungen (V1) keine Reduktion des Pflanzaufgangs durch die Erregerpräsenz beobachtet wurde. Nach einer Kulturdauer von weiteren drei Monaten war im V1 das Wachstum der Pflanze in den Varianten mit *Fusarium*-Inokulation (außer Isolat FPC 8) im Vergleich zur Kontrolle signifikant reduziert, während im V2 kein Einfluss auf das Pflanzenwachstum zu beobachten war. Infolge der konstanten Temperaturbedingungen und geringeren Lichtintensität waren die Pflanzen im V2 in allen Varianten weniger vital im Vergleich zu den Pflanzen im V1.

In allen mit *Fusarium* spp. inokulierten Varianten konnte der Erreger von symptomlosen Pflanzen reisoliert werden. Eine Schädigung der Zwiebelbulben war unter den gegebenen Versuchsbedingungen nicht zu beobachten.

Schlussfolgerungen

Bisher wurde die Zwiebelbasalfäule nicht als ein gravierendes Problem in Deutschland angesehen. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass der Erreger *F. oxysporum* in deutschen Anbaugebieten auftritt und auch als dominierende *Fusarium*-Art diagnostiziert wurde. Der Erreger *F. proliferatum* wurde ebenfalls verstärkt an den untersuchten Zwiebelproben nachgewiesen. Gestiegene durchschnittliche Temperaturen können für ein gehäuftes Auftreten beider *Fusarium*-Arten eine Ursache sein. Während der Vegetationsperiode 2008 wurde mit ca. 10 % eine relativ geringe Befallshäufigkeit mit *Fusarium* spp. in den untersuchten Zwiebeln diagnostiziert. Anzumerken ist, dass zur Ermittlung des mittleren Befallspotenzials die Probenahme auf den entsprechenden Feldern nach einem Zufallsprinzip vorgenommen wurde. Die Proben wurden mehrere Wochen vor der Ernte gezogen, wobei zum Zeitpunkt der Ernte auf diesen Flächen keine systematischen Befallserhebungen erfolgten. Nach Angaben der entsprechenden Landwirte war zum Zeitpunkt der Ernte auf den beprobten Feldern ein tolerierbares Schadausmaß gegeben. Es ist davon auszugehen, dass für die Krankheitsentwicklung und letztlich für die Befallsstärke die jeweils vorherrschenden Witterungsbedingungen während der Kulturdauer von Bedeutung sind. Nicht optimale Bedingungen für die Pflanze fördern demnach die Anfälligkeit für *Fusarium*-Infektionen. Trotz des ermittelten niedrigen Infektionspotenzials in 2008 ist in Jahren mit günstigen Witterungsbedingungen mit einer höheren Befallsstärke der Zwiebelbasalfäule zu rechnen. Länger andauernde Bodentemperaturen von über 24 °C fördern den Befall, besonders auf leicht erwärmbaren sandigen Böden. Während der Vegetationsperiode 2008 waren geringere durchschnittliche Temperaturen gegeben im Vergleich zu den Jahren zuvor. Auch der September fiel mit 0,9 °C unter dem Schnitt zu kalt aus (Deutscher Wetterdienst 2008).

Sowohl an den Steckzwiebeln als auch an den entsprechenden Zwiebelproben im Feld wurde fast ausschließlich *F. oxysporum* nachgewiesen. Die häufigen *Fusarium*-Kontaminationen an den Steckzwiebeln führten jedoch nicht zwangsläufig zu entsprechend hohen

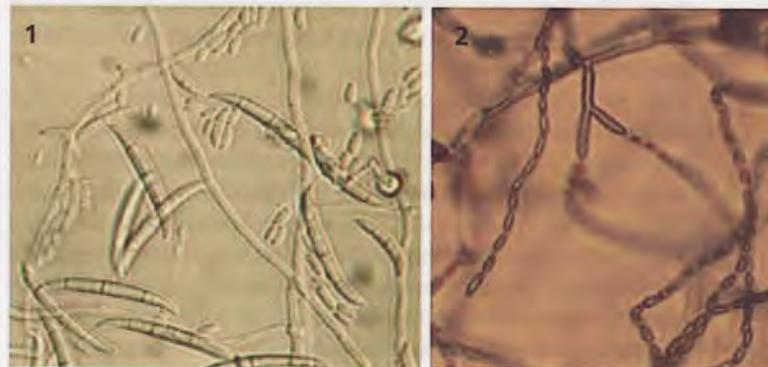
Infektionen im Feld. Der Krankheitsbefall scheint sich eher schlagspezifisch und witterungsbedingt zu entwickeln. In 2008 war sowohl bei geringer *Fusarium* spp.-Belastung des Pflanzgutes, als auch bei stark kontaminiertem Pflanzgut eine vergleichbar hohe Infektionsrate auf dem Feld gegeben.

Die Verwendung von gesundem nicht kontaminiertem Pflanzgut ist eine Grundvoraussetzung für einen gesunden Pflanzenbestand. Die Verbreitung von *F. oxysporum* mit dem Pflanzgut oder durch Verschleppung von pilzkontaminiertem Boden durch damit verunreinigte landwirtschaftliche Maschinen ist als eine wichtige Übertragungsmöglichkeit im praktischen Anbau anzusehen. Auch auf den Feldern verbleibende Erntereste sind eine weitere Infektionsquelle. Obgleich

Saatgut nach bisherigen wissenschaftlichen Untersuchungen eine Infektionsquelle darstellt, ist die Bedeutung der Samenübertragbarkeit von *F. oxysporum* in der Praxis gegenwärtig nicht geklärt.

Obwohl an den Steckzwiebeln und an den Zwiebelbulben im Feld *F. oxysporum* dominierte, konnte diese *Fusarium*-Art nur in sehr geringer Häufigkeit am Saatgut nachgewiesen werden. Die hohe Häufigkeit von *F. oxysporum* an den Steckzwiebeln ist vermutlich nicht allein auf Sameninfektionen zurückzuführen. Am Saatgut wurde vor allem *F. proliferatum* identifiziert. Ein Zusammenhang der hohen Häufigkeit dieses ebenfalls wärmeliebenden Erregers zu den gegebenen Bedingungen in den Vermehrungsgebieten ist zu prüfen.

Die Ergebnisse im Pathogenitätstest zeigten, dass die gegebenen Kulturbedingungen entscheidend den Befall und Befallsverlauf mit *F. oxysporum* und *F. proliferatum* beeinflussen. Unter suboptimalen



Mikroskopische Aufnahmen von Myzel und Sporen von *Fusarium oxysporum* (1) und *F. proliferatum* (2) auf Nährmedium

Kulturbedingungen (geringe Lichtintensität und gleichbleibende Temperaturbedingungen) kann die Entwicklung der Zwiebelpflanzen durch beide *Fusarium*-Arten deutlich beeinträchtigt werden. Stressbedingungen für die Pflanze (V2) führten in allen Varianten zu erheblichen Auflaufschäden der Zwiebel, während unter optimalen Kulturbedingungen (V1) keine Auflaufschäden beobachtet wurden. Erst im weiteren Kulturverlauf wurden bei diesen Zwiebelpflanzen Schadenssymptome bonitiert. Der *Fusarium*-Befall führte zu einem reduzierten Wachstum der Pflanzen, was unter Feldbedingungen mangels pathogenfreier Kontrolle nicht festgestellt werden kann.

Aus den Ergebnissen der vorgestellten Untersuchungen ist zu schlussfolgern, dass das Auftreten von vor allem pathogenen *F. oxysporum*-Isolaten an der Zwiebel auch im deutschen Zwiebelanbau zu einem zunehmenden Problem werden kann. Epidemiologische Fragen zu möglichen Infektionsquellen sowie zur Übertragung und Verbreitung sind in weiterführenden Arbeiten zu klären, um Empfehlungen für ein nachhaltiges Pflanzenschutzkonzept zur Kontrolle von *Fusarium*-Befall an der Zwiebel geben zu können.

Dr. Ute Gärber, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsanstalt für Kulturpflanzen; Rita Grosch, Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren; Monika Goßmann, Carmen Büttner, Humboldt-Universität zu Berlin, Fachgebiet Phytomedizin