

Entwicklung und Bewertung von praxisorientierten Maßnahmen zur Verringerung des *Mycosphaerella anethi*-Befalls von Fenchelfrüchten

Laufzeit	01.06.2012 - 31.05.2016
Forschungsstelle	Julius Kühn - Institut (JKI) Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik Erwin-Baur-Str. 27 06484 Quedlinburg
Projektleitung	Prof. Dr. Thomas Kühne Dr. Kerstin Taubenrauch
Förderung	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft unter dem Förderkennzeichen 22003112 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Problemstellung/Zielsetzung

Der pilzliche Erreger *Mycosphaerella anethi* (anamorph *Passalora punctum*) führt im Arzneifenchelbau (*Foeniculum vulgare* Mill.) seit ca. 20 Jahren zu hohen Ertragsausfällen. Im vorangegangenen Projekt „Entwicklung einer Nachweismethode zur Bewertung von Saatgutchargen bezüglich des prozentualen Befalls von *Mycosphaerella anethi* an Fenchelfrüchten und Jungpflanzen“ (2009-2012) wurde erstmals eine objektive Methode (semi-quantitativer PTA-ELISA) zur Bestimmung und zum Vergleich der *M. anethi*-Befallsstärken an Fruchtchargen entwickelt, der zur präzisen Untersuchung des Schadauftritts und der Ausbreitung von *M. anethi* in Arzneifenchelbeständen eingesetzt werden kann. Im aktuellen Projekt sollte ein quantitativer genombasierter Pilznachweis (qPCR) entwickelt werden. Diese Methode sollte den quantitativen PTA-ELISA ergänzen bzw. ersetzen, dessen Empfindlichkeit für den Nachweis des Pilzes bei latenter Infektion von Jungpflanzen bisher nicht ausreichte. Nachfolgend sollte der Pilzbefall von Fruchtproben, die bereits im PTA-ELISA getestet wurden, mittels qPCR quantifiziert werden, um die Sensitivität und Reproduzierbarkeit der Methoden zu vergleichen.

Zur Untersuchung der Beeinflussbarkeit des Schadniveaus von *M. anethi* sollten Feldversuche angelegt werden, die pflanzenbauliche Maßnahmen sowie Pflanzenschutzmaßnahmen aufgreifen, die zur schnellen und nachhaltigen Verbesserung des praxisüblichen Anbaus geeignet wären. Die Wirkung von Fungiziden zur Bekämpfung von *M. anethi* wurde durch verschiedene

Versuchsansteller in der Vergangenheit in Feldversuchen bereits intensiv untersucht. Bewertungskriterien waren entweder Ertragsunterschiede oder der Doldenbefall nach visueller Bonitur. Allerdings fehlten in allen Versuchen Isolierstreifen zwischen den Parzellen zur Verhinderung der Konidienverbreitung im Gesamtbestand. Die zu erfassenden Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten waren deshalb gering, weil die Sekundärinfektionen jeweils über den gesamten Versuch gleichmäßig verteilt waren. Der Einsatz von Beizmitteln wurde bisher kaum wissenschaftlich untersucht bzw. es existieren keine verlässlichen Literaturangaben zu ihrer Wirkung. Alle bisherigen Versuche zur Ermittlung des Pflanzenabstandes, der Wirkung von Zwischensaaten und des Einflusses von Dünger auf die Pflanzenentwicklung und die Epidemiestärke wurden ebenfalls ohne Berücksichtigung der Wirkung des Konidienflugs durchgeführt. Die daraus resultierenden Ergebnisse waren deshalb zwingend durch Versuche mit entsprechenden Isolierungsstreifen zu überprüfen. Der Fruchtbefall der Varianten sollte anschließend in der qPCR quantifiziert werden. Bei Fungiziden wurden neben der Pflanzenverträglichkeit auch die Wirksamkeit der Mittel sowohl zur Eindämmung der epidemischen Verbreitung des Erregers als auch zur Verminderung des latenten Befalls geprüft. Daneben sollten Versuche mit nachweislich pilzfreien Pflanzen von Hochleistungssorten durchgeführt werden, die *in vitro* angezogen und vermehrt wurden. Vor einer gezielten Vermehrung von erregerefreiem Saatgut für den Praxisanbau musste geklärt werden, welche Abstände zu natürlich infizierten Feldbeständen und welche zeitlichen Anbaupausen im Fall einer nachgewiesenen Bodenübertragbarkeit des Pilzes gewählt werden müssen, damit ein Bestand gesund erhalten werden kann. Zu diesem Zweck sollte die Ausbreitung des Erregers von einer Infektionsquelle in einen unbefallenen Bestand untersucht werden. Weiterhin war zu klären, ob der Erreger im Boden überdauern und auf diesem Weg Fenchelpflanzen infizieren kann. Zur Bewertung des Befallsniveaus der Varianten standen ein semi-quantitativer PTA-ELISA und eine qPCR-Methode zur Verfügung.

Für den Praxisanbau sollten nachfolgend geeignete Vorgehensweisen zur Reduzierung von Ertragsausfällen, zum optimierten Pflanzenschutzmitteleinsatz und zur Produktion von möglichst gesundem bzw. erregerefreiem Saatgut entwickelt werden.

Ergebnisse

- **Entwicklung und Optimierung der qPCR**

In den ersten Versuchsjahren stand die Optimierung der qPCR für den quantitativen Erregernachweis an Saatgut und Pflanzengewebe im Vordergrund des Interesses. Die im vorangegangenen Projekt entwickelte Methode wurde zur qPCR ausgebaut. Dazu wurden die PCR-Reaktionsbedingungen sowie die Konzentrationen der Testkomponenten (Verdünnung der eingesetzten DNA, Eignung von Zusätzen zur Unterdrückung unspezifischer Reaktionen etc.) ermittelt und der quantitative Nachweis des Erregers in latent infiziertem Gewebe und an gering befallenem Saatgut untersucht. In umfassenden Testungen wurden mehrmalig die Primer modifiziert, erprobt und weiterentwickelt. Zur Vereinfachung und Vereinheitlichung der Testung wurde die Eichreihe statt aus der Gesamt-DNA von *M. anethi*-Kulturen aus Klon-DNA hergestellt. Sie war als alternative Eichreihe vergleichbar gut für die Quantifizierung geeignet wie die bisher verwendete Gesamt-DNA des Pilzes bzw. eine Mischung von pflanzlicher- und pilzlicher DNA, aus der die Proben bestanden. Dies wurde in umfangreichen Testläufen nachgewiesen.

Bei der Verwendung von SybrGreen war der Erregernachweis bei sehr gering befallenem Pflanzen- und Samenmaterial nicht eindeutig positiv. Auch bei unbefallenem Material (sterile Gewebekulturlblätter von Fenchel) und Nicht-Wirtspflanzen (Tabak, Mais, Kartoffeln) traten geringe Signale in diesem Wertebereich auf, die auch in der Schmelzkurve nicht vom gesuchten Amplifikat zu unterscheiden waren. Aus diesem Grund wurde der zunächst verwendete Test

weiter modifiziert, um den Feinnachweis zu verbessern und falsch positive Werte auszuschließen. Dazu wurden die Primersequenzen leicht verändert und eine Sonde entwickelt, erprobt und optimiert. Sie war an einem Ende mit dem Reporter-Fluoreszenzfarbstoff FAM, am anderen Ende mit einem Quencher markiert (hydrolysis probe). Der Einsatz dieser Sonde machte den Test deutlich spezifischer als vorher. Mit diesem optimierten FAM-Test wurden alle angelegten Versuche zu unterschiedlichen Themengebieten ausgewertet. Dazu wurde der *M. anethi*- Befall der Pflanzen- und Fruchtproben quantifiziert. Zusätzlich wurde der Befall der Proben mit dem spezifischen, semi-quantitativen PTA-ELISA ermittelt. Beide Tests waren für die Untersuchungen sehr gut einsetzbar. Als problematischer erwies sich der mehr oder weniger starke Erregerbefall, der zu hohen Schwankungen zwischen den Wiederholungen führte. Das vorherrschende Kleinklima in den Parzellen scheint, neben dem Pflanzenalter und -habitus, eine sehr große Rolle bei der späteren epidemischen Verbreitung zu spielen.

- **Fungizidversuche**

Die Versuche wurden an zwei Standorten (JKI Quedlinburg und Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau in Bernburg) durchgeführt. Es wurden 22 Fungizide und Beizmittel (Acrobat plus WG, Askon, Cantus, Cantus Gold, Capitan, Caramba, Cuprozin, Flamenco FS, Flint, Folicur, Forum, Input, Luna Experience, Opera, Ortiva, Previcur, Score, Signum, Stratego + Switch, Thiovit Jet, Wakil) auf ihre Wirkung zur Bekämpfung von *M. anethi* in Maisisolierungsparzellen getestet. Die Fungizide wurden zu unterschiedlichen Zeiten der Fenchelpflanzenentwicklung und in unterschiedlichen Kombinationen ausgebracht. Neben der Pflanzenverträglichkeit wurde die Wirksamkeit der Mittel sowohl zur Eindämmung der epidemischen Verbreitung des Erregers als auch zur Verminderung des latenten Befalls geprüft. Der *M. anethi*-Befall wurde im Sommer wöchentlich erfasst. Neben der Quantifizierung des Pilzbefalls aller Fruchtproben wurde der Ertrag nach der Aufreinigung der Proben ermittelt. Durch die quantitative Messung des Befalls auf den Früchten wurde die Wirkung der Mittel im Vergleich zur Kontrolle ermittelt. Keines der eingesetzten Fungizide tötete den Pilz in der Pflanze ab, es wurde in einigen Jahren aber eine Verringerung des Befalls festgestellt. Leider waren die Ergebnisse aufgrund der eingeschränkten Wirksamkeit nicht reproduzierbar. Es müssten weitere Fungizide getestet werden, um einen noch besser geeigneten Wirkstoff zu finden.

- **Pflanzenstärkungsmittel**

Es wurden 10 alternative Pflanzenbehandlungsmittel (Stärkungsmittel) auf ihre Eignung zur Reduzierung des epidemischen *M. anethi*-Befalls getestet. Die mehrmalige Spritzung erfolgte vor Ausbildung der Blüten nach Reihenschluss in den Parzellen. Die Ausbringung der Pflanzenstärkungsmittel erwies sich als sehr zeit- und arbeitsaufwendig. Die Varianten mussten in vorgegebenen Zeitintervallen tropfnass gespritzt werden. Bis zum Schossen der Pflanzen war die Behandlung jeder Einzelpflanze möglich, nach dem Schossen waren nur die äußeren Pflanzen gut erreichbar. Durch die Witterungsbedingungen war nicht immer eine eindeutige Wirkung der Mittel anhand einer Sichtbonitur bzw. nach den Ergebnissen der molekularbiologischen Befallsquantifizierung erkennbar. Da die Mittel äußerlich auf den Blättern anhaften, ist ihre Wirkung nur bei trockener Witterung zur Verringerung der Kondienkeimung beständig gegeben. Die Mittel scheinen aufgrund des ineinandergreifenden Wuchses von Fenchel und der langen Blütezeit mit starkem Insektenflug aber weniger geeignet zu sein.

- **Pflanzenabstand, Zwischensaaten und Düngung**

Die Feldversuche mit Maisisolierungsstreifen wiesen 10 Varianten auf. Es wurden 25 Einzel-saatstellen Fenchel (Abstand 60 cm) gelegt. Bei drei Varianten wurden jeweils zwei Reihen

Fenchel durch Zwischensaat (Zwergsonnenblumen und Erdbeermais, Zier- und Bitterlupinen, Sojabohnen) ersetzt. Bei drei Varianten (Abstand 60 cm) wurden zusätzliche Düngungsgaben (Hornspäne, Langzeitdünger, Geohumus) nach dem Auflaufen in den Boden zwischen den Reihen eingearbeitet. Bei vier Varianten erfolgte eine Variation des Reihenabstands (10, 20, 30, 40 cm). Der Pilzbefall aller Fruchtproben wurde in der qPCR quantifiziert und der Ertrag sowie das TKG ermittelt werden.

Die Zwischensaat entwickelten sich im Vergleich zum Fenchel wesentlich rascher. Die Blütezeit lag immer erheblich früher, was gleichzeitig zu einer raschen Abreife unter Absterbescheinungen der Blätter führte. Im Ergebnis stellten die Pflanzen im August weder einen Schutz vor Konidienflug dar, noch stützten sie die Fenchelpflanzen vor dem Umbrechen. Eine positive gegenseitige Förderung war nicht zu beobachten. Fenchel erwies sich als schwieriger Nachbar, weil er sich sehr langsam entwickelte und durch die dichten Pflanzenreihen vor dem Schossen das Wachstum anderer Kulturen unterband bzw. durch Lichtmangel massiv behinderte. Im Sommer war Fenchel wesentlich höher als die anderen Kulturen und neigte zum Lager, was zu unübersichtlichen Parzellen führte. Zwischenfrüchte müssten daher in breiteren Streifen mit Fenchel abgewechselt werden, um den Infektionsdruck zu verringern.

Die Düngungsgaben wirkten sich positiv auf die Pflanzenentwicklung aus. Die Bestände waren dichter und wiesen größere Blätter auf. Während der weiteren Entwicklung führte dies aber zu gegenseitiger Behinderung und vorzeitigem Absterben von Blättern.

Eine Variation der Reihenabstände führte zu unterschiedlich stark verzweigten Einzelpflanzen und generell zu etwas kleineren Doldendurchmessern bei geringen Abständen. Bei engem Stand starben mehr Blätter durch Lichtmangel ab als bei den bisherigen Abständen von 60 cm. Die Ernteproben waren nach den Ergebnissen der qPCR sehr unterschiedlich stark befallen. Generell führten breitere Reihenabstände zu kräftigeren Pflanzen, die durch den Erregerbefall weniger stark geschädigt wurden. Kleinere Pflanzen mit dünnen Teilen neigten eher zum Lager, was den Pilzbefall stark förderte. Es sollte daher mit weiteren Abständen, auch in der Reihe, gedrillt werden als bisher üblich.

- **Saatgutcoating**

Als innovative Bekämpfungsmethode von *M. anethi* wurde gecoatetes Fenchelsaatgut ausgesät. Das Coating zur Erregerbekämpfung wurde in Zusammenarbeit mit der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald (Dr. W.- D. Jülich) und der Purmin GmbH (Dr. D. Schmidt) erprobt. Das Saatgut wurde mit Rhamnolipid-Mineralkompositen ummantelt. Die Umhüllung bildete eine stabilisierte „Kartenhaus-Struktur“, durch die Wasser, Luft und Nährstoffe in optimaler Form zur Verfügung gestellt wurden. Durch Zusätze von Mikroalgen und insektiziden Wirkstoffen sollten zusätzliche positive Effekte auf die Gesundheit und das Pflanzenwachstum erzielt werden. Es wurden 18 Varianten von gecoatetem Saatgut mit unterschiedlichen Zusatzstoffzusammensetzungen angebaut und der Befall der Früchte nach der Abreife in der qPCR quantifiziert. Die Wirkung des Coatings war nicht in allen Versuchsjahren klar nachzuweisen. Einige Varianten konnten den Befall des Pilzes im Vergleich zu Kontrolle reduzieren. Diese Wirkung sollte in weiteren Versuchen optimiert werden.

- **Vermehrung der Gewebekulturpflanzen und Erzeugung von erregerfreiem Saatgut**

Es wurden erregerfreie Fenchelpflanzen in Gewebekultur erzeugt und vermehrt. Sie wurden im Freiland zur Saatguterzeugung ausgepflanzt und Saatgut gewonnen. Mit diesem erregerfreien Saatgut sollte der Infektionszyklus erstmalig durchbrochen und damit eine Verbesserung der phytosanitären Situation bewirkt werden. Alle angebauten Pflanzen waren nach den Ergebnissen der qPCR befallsfrei. Das Erntegut sah im Vergleich zu anderen Fenchelfrüchten sehr hell aus. Im Jahr 2015 wurde an einem Isolierstandort auf der Insel Rügen eine größere

Freilandvermehrung durchgeführt. Eine ausgewählte erregerefrei getestete „Berfena“-Saatgutcharge wurde im Frühjahr auf ca. 30 qm in einer Stilllegungsfläche ausgesät. Leider zeigte dieser Bestand Krankheitssymptome. Eine äußere Infektionsquelle erschien unwahrscheinlich. Da Fenchel oder Dill auf Rügen nicht angebaut werden, konnte die Infektion nicht durch andere Pflanzen erfolgt sein. Sie fand wahrscheinlich bereits im ersten Vegetationsjahr im Freiland in Quedlinburg statt, obwohl optisch keine Symptome zu erkennen waren. Die Menge des in den Samen vorhandenen Mycels war wahrscheinlich so gering, dass es nicht erfasst werden konnte; der Mycelgehalt lag somit unter der Nachweisgrenze des Tests. Für eine übertragbare Infektion reichen demnach minimale Kontaminationen aus. Der Erreger ist hochansteckend und breitet sich über weite Entfernungen aus.

- **Dynamik der zeitlichen Ausbreitung von Konidien in einem befallsfreien Bestand**

Für den Drillversuch zur Untersuchung der Konidienverbreitung wurde befallsfreies Saatgut, welches in der qPCR negativ getestet wurde, gedrillet. Im vorderen Bereich des Versuchs wurde stark infiziertes Saatgut ausgelegt. Für einen verbesserten Eintrag einer Infektion wurde bei diesen Pflanzen zusätzlich achtmalig künstlich mit infiziertem Blattmaterial inokuliert. Die befallenen Blätter wurden auf alle oberen Pflanzenteile in diesem Inokulationsbereich ausgelegt um auch eine Windverbreitung der Konidien sicherzustellen. Anfang August zeigte sich auf allen unteren Blättern im gesamten Versuch der Erregerbefall gleichmäßig auf einer Höhe. Der mehrfach inokulierte Teil des Versuchs war gleichermaßen stark infiziert. Auch hier waren nur die untersten Blätter befallen, obwohl immer alle Pflanzenteile inokuliert worden wurden. Die genaue Ausbreitung des Befalls wurde jährlich intensiv untersucht. Im Herbst wurden Fruchtproben für die Quantifizierung geerntet. Die Saatgutproben zeigten unterschiedliche Befallsverteilungen im Bestand an. Demnach war der dem Wind zugewandte Teil weniger stark befallen als der Teil, wohin die Mehrzahl der Konidien mit dem Wind verbreitet wurden. Diese Ergebnisse stützen die Annahmen der Sichtbonitur über die letzten Jahre. Bei *M. anethi* handelt es sich um einen stark sporulierenden Erreger, der gut mit dem Wind verbreitet wird.

- **Einfluss des Aussattermins auf das Wachstum**

Der Vergleich von Feldversuchen mit variierten Aussatterminen machte deutlich, dass sich die Pflanzen umso kräftiger entwickelten je eher sie ausgesät wurden. Je später gesät wurde, desto niedriger und schwächer blieben die einzelnen Stiele der Pflanzen, was die Neigung zum Lager bei Wind erhöhte. Dies begünstigte die schnelle Ausbreitung von *M. anethi* und erhöhte das Risiko eines Totalausfalls aller Früchte. Es sollte daher unbedingt vor Mitte April ausgesät werden. Ab Mitte März ist die Aussaat bei geeigneten Bodenverhältnissen möglich. Bei einer engen Saat blieben die Pflanzen insgesamt kleiner. Bei Einzelstellung erfolgte eine sehr gute Verzweigung und die Stiele wurden deutlich stärker. Dies führte nachfolgend zu größeren Doldendurchmessern mit mehr Früchten pro Dolde. Auf die Fruchtgröße hatte die Doldengröße keinen Einfluss. Je kleiner die Pflanzen blieben, desto schneller breitete sich der *M. anethi*-Befall an den Pflanzen aus, mit starker Tendenz zu höheren Ertragsausfällen. Anscheinend treten die typischen schwarzen Stielverfärbungen („Anthrakose der Dolden“) bevorzugt bei geringen Stieldurchmessern auf. Bei großen Dolden und dicken Stielen wurde diese Verfärbung nicht beobachtet. Die Anfälligkeit von Fenchel gegenüber *M. anethi* hing wesentlich vom Standort und Vegetationsjahr ab.

- **Bodenübertragbarkeit**

Die Übertragung von *M. anethi* über den Boden war in diesem Pathosystem wesentlich. Es wurden zahlreiche Erd- und Pflanzenproben (Stängel und Blätter) über die gesamte Entwicklungs- und Abreifezeit der Pflanzen in der qPCR getestet. In keiner dieser Pflanzen- oder Erdproben konnte der Erreger bisher reproduzierbar nachgewiesen werden. Bisher gibt es keine Hinweise auf die Bodenübertragbarkeit von *M. anethi*. Das Blattmaterial zersetzt sich innerhalb weniger Tage bei Auflage auf den Boden. Es erscheint daher unwahrscheinlich, dass *M. anethi*-Myzel ohne den Schutz von pflanzlichem Gewebe überwintert und neue Pflanzen besiedeln kann. Viel wahrscheinlicher ist die Verbreitung über Konidien auf den frischen Neuaustrieb der Wurzeln, von wo neue Infektionsherde gebildet werden. Einzelne, sporulierende, vitale Kondienlager wurden auf diesen Blättern über die gesamten Wintermonate bis ins Frühjahr gefunden.

- **Anbau von Genbankherkünften**

Zur Ermittlung potenzieller Resistenzquellen im Fenchel erfolgte ein vergleichender Anbau von Genbankmaterial (60 Herkünfte) (Genbank IPK Gatersleben). Die Bonitur des auftretenden epidemischen Befalls an Blättern erfolgte zunächst mittels Sichtbonitur. Der Befall des Ernteguts wurde quantifiziert. Das Genbanksortiment erwies sich als sehr divers bezüglich des Wuchshabitus, der Blütezeit und des Abreifeverhaltens. Innerhalb des getesteten Sortiments wurden unter gleichen Standortbedingungen sehr große Befallsunterschiede ermittelt. Die Wuchshöhe spielte bei der Anfälligkeit dieser Herkünfte keine Rolle. Innerhalb von Fenchelaktionen scheint es auch weniger stark befallene Pflanzen zu geben. Leider wiesen einzelne Herkünfte nicht konstant die höchsten bzw. niedrigsten Befallswerte auf. Da die Pflanzen eine sehr unterschiedliche Blüte- und Abreifezeit zeigten, könnte sich die jeweilige Witterung während der Samenentwicklung stärker auf das Befallsniveau ausgewirkt haben. Hinweise über resistenzähnliche Symptome wurden nicht beobachtet. Alle untersuchten Herkünfte waren zu infizieren. Es konnte kein Zusammenhang zwischen Befall und Chemotyp hergestellt werden. Der Bitter- und Süßfenchel wurden gleichermaßen stark infiziert. Eine Züchtung von weniger stark befallenen bzw. resistentem Fenchel scheint möglich, ist aber aufgrund der Anforderungen bezüglich des Ölgehaltes und der -zusammensetzung nicht einfach. Bisher hatten sich die älteren hochwüchsigen Sorten wie „Großfrüchtiger“ als relativ tolerant gegenüber dem Erregerbefall gezeigt. Diese Sorte war nicht so ertragreich wie die modernen, frühreifen Hochleistungssorten „Berfena“ und „Magnafena“. Die beiden entwickelten Tests wären zur Selektion von weniger anfälligen Typen im Zuchtgarten gut einzusetzen, was aus der Praxis bisher aber nicht nachgefragt wurde.

- **Fazit**

Mit dem Forschungsvorhaben wurde der Kenntnisstand über das sehr komplexe Pathosystem Fenchel-*M. anethi* deutlich erweitert. Eine praxisrelevante Lösung des Ausgangsproblems, d.h. die Reduzierung des Pilzbefalls in Fenchelkulturen, konnte jedoch noch nicht erreicht werden. Um auf diesem Weg weitere Fortschritte zu erzielen, müssten in einem Anschlussprojekt zahlreiche weitere Fungizide, die bisher nicht erprobt wurden, eingesetzt werden. Bei einer engen Zusammenarbeit mit Einrichtungen des amtlichen Pflanzenschutzdienstes der Bundesländer könnte relativ zeitnah eine große Anzahl von weiteren Wirkstoffen getestet werden, die bisher ausschließlich in anderen Kulturen eingesetzt werden.

Während der Projektlaufzeit wurde nachgewiesen, dass es in der Nähe von Kernobstanlagen beim benachbarten Fenchel über mehrere Jahre zu keinem Auftritt des Erregers gekommen war. Die hier verwendeten (evtl. teilweise abgedrifteten) Mittel wurden bisher nicht getestet. Zusätzlich gibt es Literaturnachweise, dass es auch bei anderen *Mycosphaerella*-Arten länger

dauerte, bis geeignete Wirkstoffe zur Bekämpfung identifiziert und erfolgreich eingesetzt werden konnten. Diese Pilze gelten als äußerst hartnäckig, schwer erreichbar und weisen ein hohes Maß an Regenerationswachstum auf (siehe Sigatoka-Krankheit der Banane, *Septoria tritici*, *Ramularia collocygni* etc.).

Da sich das Pathosystem Fenchel–*M. anethi* als experimentell außerordentlich schwierig herausgestellt hat, sollten sich auf dem jetzt erreichten Stand der Expertise weiterführende Untersuchungen zu Bekämpfungsmöglichkeiten und Resistenzquellen in genetischen Ressourcen möglichst zügig anschließen. Mit einer zeitnahen Wiederaufnahme bzw. Fortführung entsprechender Arbeiten könnte der erarbeitete Kenntnisstand zielführend genutzt werden, um die von der Praxis nachgefragten Maßnahmen zur Sicherung der Fenchelproduktion schrittweise zu erreichen.

Projektbezogene Veröffentlichungen

Taubenrauch, K.; Gabler, J.; Pank, F.; Krüger, H.; Hau, B.

Einfluss der Stärke des *Mycosphaerella anethi*-Befalls auf den Ertrag und die qualitätsbestimmenden Merkmale der Arzneifenchelsorte 'Magnafena' (*Foeniculum vulgare* Mill.)

18. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen und 5. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen am 18. - 21.02.2008 in Bernburg, Tagungsband S. 64-66

Taubenrauch, K.; Gabler, J.; Pank, F.; Krüger, H.; Hau, B.

Auswirkungen des *Mycosphaerella anethi*-Befalls auf Ertrag und qualitätsbestimmende Inhaltsstoffe von Arzneifenchelsorten (*Foeniculum vulgare* Mill.)

18. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen und 5. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen am 18. - 21.02.2008 in Bernburg, Tagungsband S. 63-64

Taubenrauch, K.; Gabler, J.; Hau, B.

Samenübertragbarkeit von *Mycosphaerella anethi*

18. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen und 5. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen am 18. - 21.02.2008 in Bernburg, Tagungsband S. 40-41

Taubenrauch, K.; Gabler, J.; Hau, B.

Mycosphaerella anethi-Befall an Körnerfenchel: Möglichkeiten der Schadensverringerng. Teil 1

Gemüse (2008), Heft 3, S. 41

Taubenrauch, K.; Gabler, J.; Hau, B.

Mycosphaerella anethi-Befall an Körnerfenchel: Möglichkeiten der Schadensverringerng. Teil 2

Gemüse (2008), Heft 4, S. 29-30

Taubenrauch, K.; Gabler, J.; Hau, B.

Mykologische Untersuchungen von *Mycosphaerella anethi* an Fenchel (*Foeniculum vulgare* Mill.)

Mitt. Julius Kühn-Institut (2008), 417, 387-388

Taubenrauch, K.; Gabler, J.; Hau, B.

Dualkulturen von Fenchel (*Foeniculum vulgare* Mill.) und *Mycosphaerella anethi* - Symptombildung und Ausbreitung

Mitt. Julius Kühn-Institut (2008), 417, 388

Taubenrauch, K.; Kühne, T.
Entwicklung einer PCR-Methode zum Nachweis von *Mycosphaerella anethi* an Fenchelsaatgut
18. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen am 17. - 18.02.2009 in Bernburg, Tagungsband S. 44

Taubenrauch, K.; Hau, B.; Kühne, T.
Mycosphaerella anethi - ein samenübertragbarer Schaderreger an Fenchel
57. Deutsche Pflanzenschutztagung, Humboldt-Universität zu Berlin am 06. - 09.09.2010 in Berlin, Julius Kühn-Archiv, S. 401

Taubenrauch, K.; Hau, B.; Kühne, T.
Ermittlung des Befallsniveaus von *Mycosphaerella anethi* an Fenchelfrüchten
57. Deutsche Pflanzenschutztagung, Humboldt-Universität zu Berlin am 06. - 09.09.2010 in Berlin, Julius Kühn-Archiv, S. 402

Taubenrauch, K.; Kühne, T.
Projektvorstellung: Entwicklung einer quantitativen Methode zum Nachweis von *Mycosphaerella anethi* an Fenchelfrüchten
Tagung „Arzneipflanzenanbau in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg“ am 25. - 26.10.2010 in Neustadt an der Weinstraße, Tagungsband S. 193

Taubenrauch, K.; Kühne, T.
Erste Ergebnisse zur quantitativen Ermittlung des *Mycosphaerella anethi*-Befalls an Fenchelfrüchten
Tagung „Arzneipflanzenanbau in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg“ am 25. - 26.10.2010 in Neustadt an der Weinstraße, Tagungsband S. 194

Taubenrauch, K.; Kühne, T.
Bewertung von Arzneifenichelchargen bezüglich des quantitativen Befalls von *Mycosphaerella anethi*
6. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen, Deutscher Fachausschuss für Arznei-, Gewürz- und Aromapflanzen, Humboldt Universität zu Berlin am 19. - 22.09.2011 in Berlin, Tagungsband S. 173-175

Taubenrauch, K.; Kühne, T.
Totalverlust von Fenchelernte durch *Mycosphaerella anethi*-Befall
58. Deutsche Pflanzenschutztagung "Pflanzenschutz – alternativlos" an der Technischen Universität Braunschweig, 10. - 14.09.2012 in Braunschweig, Tagungsband S. 411

Taubenrauch, K.; Kühne, T.
Ermittlung der Direktwirkung von Fungiziden auf *Mycosphaerella anethi* im Agarplattentest
58. Deutsche Pflanzenschutztagung "Pflanzenschutz - alternativlos" an der Technischen Universität Braunschweig, 10. - 14.09.2012 in Braunschweig, Tagungsband S. 412

Taubenrauch, K.; Kühne, T.
Bedeutung der Saatgutkontamination für die Befallsentwicklung und den Infektionsgrad des Ernteguts im Pathosystem Fenchel-*M. anethi*
23. Bernburger Winterseminar am 19. - 20.02.2013 in Bernburg, Tagungsband S. 20-22

Taubenrauch, K.; Kühne, T.
Fenchelproduktion - wichtige Schaderreger und deren Bekämpfung
2. Tagung der FNR „Arzneipflanzenanbau in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg“ am 16. - 17.10.2013 in Bad Blankenburg, Tagungsband S. 126-129

Taubenrauch, K., Kühne, T.

Fenchelproduktion - wichtige Schaderreger und deren Bekämpfung

2. Tagung der FNR „Arzneipflanzenanbau in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg“ am 16. - 17.10.2013 in Bad Blankenburg, Tagungsband S. 130-146

Taubenrauch, K.; Kühne, T.

Nachweis von *Mycosphaerella anethi* an Arzneifenkel mittels quantitativer PCR (qPCR)

7. Tagung Arznei- und Gewürzpflanzenforschung, Deutscher Fachausschuss für Arznei-, Gewürz- und Aromapflanzen (DFA) gemeinsam mit der Veterinärmedizinischen Universität Wien (VetMed) am 14. - 17.09.2014 in Wien. Tagungsband S. 87

Taubenrauch, K.; Kühne, T.

Eignung von Fungiziden und alternativen Bekämpfungsmitteln zur Reduzierung von *Mycosphaerella anethi* an Fenchel

25. Bernburger Winterseminar am 17. - 18.02.2015 in Bernburg, Tagungsband S. 23 - 25

Taubenrauch, K.; Kühne, T.

Mycosphaerella anethi an Fenchel - Ergebnisse langjähriger Forschung

DPG-Sitzung des Arbeitskreises Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen am 17.02.2015 in Bernburg