

Fungizidresistenz in Theorie und Praxis

Erfahrungen aus Labor und Freiland

Sabine Öttl, Werner Rizzoli, Versuchszentrum Laimburg

Allgemein bedeutet der Begriff Resistenz in der Biologie die Widerstandskraft eines Organismus gegenüber verschiedensten Umwelteinflüssen. Auch Schaderreger können Resistenzen gegen äußere Faktoren wie beispielsweise fungizide Wirkstoffe entwickeln und in der Folge eine Bekämpfung in der Praxis erschweren. Die Information, um welche Art von Resistenz es sich handelt, ist daher essenziell und wird häufig über Laborversuche festgestellt.

Resistenz

Die Resistenz gegenüber einem Wirkstoff bedeutet nichts anderes, als dass ein Schaderreger sich an einen Wirkstoff anpasst und unempfindlich dagegen wird. In jeder natürlichen Schaderegerpopulation treten Individuen auf, welche von Natur aus nicht empfindlich gegen einen Wirkstoff sind. Die Ursachen dieser Unempfindlichkeit liegen in der großen genetischen

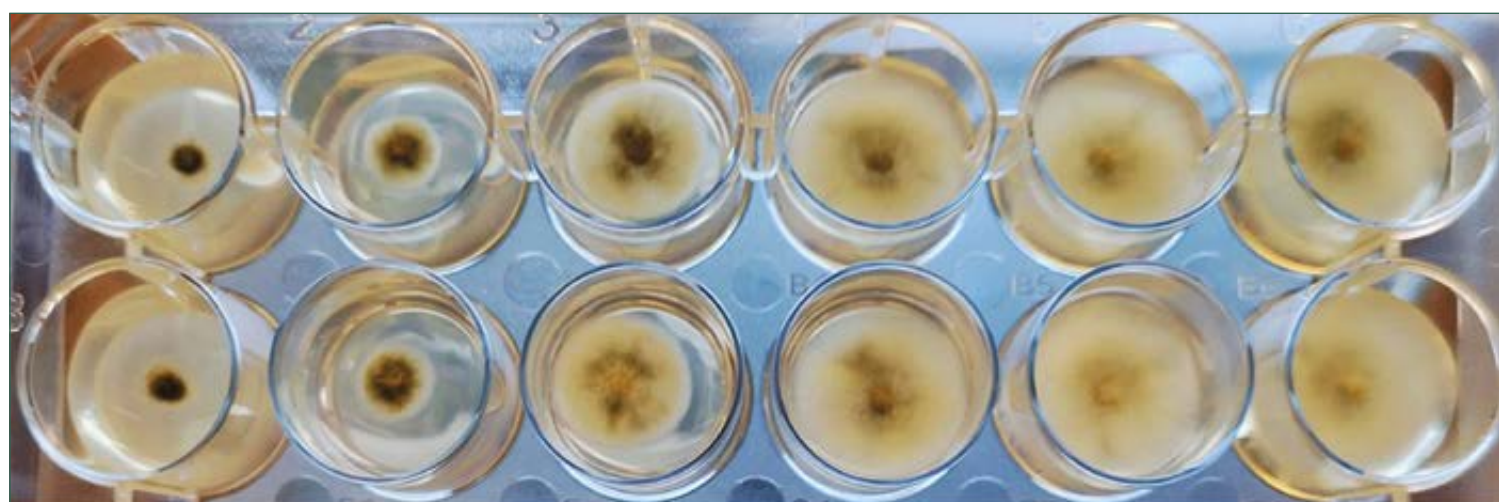
Variabilität der Schaderreger, die es allen Individuen ermöglicht, sich an veränderte Umweltbedingungen anzupassen und auch Abwehrmechanismen zu entwickeln. Die Ausbildung von Resistenzen gegenüber einem Wirkstoff ist daher als natürliches Phänomen zu betrachten.

Wirkstoffresistenzen

Es gibt zwei Arten von Wirkstoffresis-

tenzen, die sich in ihren Eigenschaften und Auswirkungen aber grundlegend voneinander unterscheiden:

Die **qualitative** Resistenz bedeutet, dass es eine genetische Mutation am Angriffspunkt des Wirkstoffes in der Zelle des Schaderregers gibt. Diese Mutation verhindert, dass der Wirkstoff seine Wirkung auf den Organismus ausübt und dieser in der Folge unbeschadet weiterleben kann. Im Normalfall beeinträchtigt eine solche



100 ppm

10 ppm

1 ppm

0,1 ppm

0,01 ppm

Kontrolle

Mittels *in vitro*-Bioassay wird die Hemmung des radialen Myzelwachstums von pilzlichen Erregern bei verschiedenen Wirkstoffkonzentrationen untersucht.

Mutation die Fitness des Erregers nicht, d.h. dieser erfährt keine Beeinträchtigung seiner Lebensweise und eine uneingeschränkte Weitervermehrung ist möglich. Alle Individuen der Schaderregerpopulation, die diese Mutation in sich tragen, sind daher resistent gegenüber dem betreffenden Wirkstoff. Es kommt zu einer abrupten Selektion, d.h. zu einem plötzlichen und vollständigen Verlust der Wirksamkeit, bei der die gesamte Schaderregerpopulation resistent ist. Eine qualitative Resistenz ist nicht reversibel, auch wenn ein Wirkstoff über einen längeren Zeitraum nicht mehr angewendet wird oder der Wirkstoff nur in größeren zeitlichen Intervallen eingesetzt wird, da diese Mutation im Erbgut des Erregers nicht mehr umkehrbar ist. Typische Beispiele von Wirkstoffen, gegen die sich qualitative Resistenzen entwickelt haben, sind Strobilurine, z.B. Kresoxim-methyl im Fungizid Strobry und Trifloxystrobin im Fungizid Flint.

Die **quantitative** Resistenz hingegen beruht nicht auf einer genetischen Mutation, sondern verschiedene physiologische oder biochemische Prozesse sind die Ursache für die verminderte Sensitivität. Diese Prozesse bewirken, dass die Menge an Wirkstoff, die in die Zellen des Schaderregers gelangt, gering gehalten wird und er seine Wirkung nicht oder nur teilweise entfalten kann. Da die unempfindlichen Individuen aber meistens zeitgleich einen Verlust ihrer Fitness erfahren und sich auch weniger erfolgreich vermehren, können mit der üblicherweise angewendeten Felddosis des Wirkstoffes immer noch ausreichende Wirkungsgrade erzielt werden. Bei der quantitativen Resistenz können die einzelnen Individuen der Schaderregerpopulation unterschiedliche Mengen an Wirkstoff tolerieren: Es kommt zu einer graduellen Abnahme der Wirksamkeit, dem sogenannten „Shifting“. Dieser Prozess kann im Freiland langsam erfolgen und ist im Gegensatz zur abrupten Selektion in der Praxis zunächst kaum spürbar. Diese graduelle Abnahme der Wirk-

samkeit ist zudem häufig reversibel, so kann beispielsweise durch die Veränderung der Anwendungsstrategie die Empfindlichkeit der Schaderregerpopulation gegenüber diesem Wirkstoff wieder hergestellt werden. Quantitative Resistenz wurde beispielsweise bei verschiedenen Wirkstoffen der Sterolsynthesehemmer festgestellt.

Bewertung im Labor

Im Labor werden verschiedenste Testverfahren angewandt, um Resistenzen gegenüber fungiziden Wirkstoffen zu untersuchen: Bei *in vitro*-Bioassays werden pilzliche Schaderreger auf Nährmedien, welche mit dem zu untersuchenden Wirkstoff versetzt sind, gezüchtet und die Hemmung des Myzelwachstums oder der Sporeneimung durch den Wirkstoff wird erhoben. Die Wirkung von Fungiziden wird auch durch *in vivo*-Bioassays untersucht, bei welchen Sämlinge im Gewächshaus mit verschiedensten Pilzerregern inokuliert und anschließend mit unterschiedlichen Wirkstoffen behandelt werden. Die Wirkung der Fungizide wird beispielsweise durch die Zahl von Blattflecken oder die Messung von nekrotisierter Blattfläche bewertet. Zur Untersuchung der qualitativen Resistenz werden zudem molekularbiologische Methoden wie die Polymerasekettenreaktion (*polymerase chain reaction*; PCR) oder die Sequenzierung von DNA-Abschnitten angewandt, bei welcher im Erbgut der Schaderreger gezielt nach Mutationen in den Angriffspunkten der Wirkstoffe gesucht wird.

Um eine Bewertung der Wirkstoffresistenz vorzunehmen, wird im Labor die sogenannte Grundsensitivität, auch Baseline genannt, erhoben. Die Baseline entspricht der natürlichen Empfindlichkeit von Schaderregern, die noch nie mit dem zu untersuchenden Wirkstoff in Kontakt gekommen sind. Daher werden Laboruntersuchungen durchgeführt, bei welchen die Wirkung des Wirkstoffes auf Schaderreger beobachtet wird, die entweder aus Anlagen oder Jahren

stammen, in denen dieser Wirkstoff im Freiland noch keine Anwendung gefunden hatte. Diese Erhebung dient dazu, die Wirkung auf die natürliche Schaderregerpopulation einschätzen zu können. Bei resistenzgefährdeten Wirkstoffen wird in der Folge ein Monitoring durchgeführt: In diesem Rahmen werden die Baseline-Daten mit der Wirkung des Wirkstoffes auf jene Individuen verglichen, die bereits seit längerer Zeit oder in mehrfachen Anwendungen mit dem betreffenden Wirkstoff behandelt wurden.

Werden im Labor Resistenzen gegenüber Wirkstoffen festgestellt, bedeutet dies nicht zwangsläufig, dass es auch im Freiland zur Ausbildung einer Resistenz kommt, allerdings geben die Laboruntersuchungen durchwegs Hinweise auf eine mögliche Entwicklung. Zudem ermöglichen Versuche im Labor ein zeitnahes Monitoring von Verdachtsfällen aus dem Feld sowie die Überprüfung einer großen Anzahl von pilzlichen Isolaten aus verschiedenen Herkünften. 🍏

sabine.oettl@laimburg.it

