

Pflanzenschutzmittel der Zukunft

Die Wirkstoffforschung hat in Deutschland seit langem einen hohen Stellenwert. In den vergangenen Jahrzehnten hat sie zur Vermarktung vieler Pestizide geführt, die sich als Verkaufsschlager der großen Pflanzenschutzunternehmen erwiesen. Tatsächlich haben sie wesentlich zu deren wirtschaftlichem Erfolg beigetragen. Zum Beispiel betrug der Nettoinlandsumsatz der deutschen Pflanzenschutzmittel-Hersteller im Jahr 2011 bereits fast 1,3 Milliarden Euro. Dennoch gehen derzeit noch mindestens 40 Prozent des möglichen Pflanzenertrags durch Krankheiten und abiotischen Stress – zum Beispiel Trockenheit – verloren. Dies stellt vor dem Hintergrund der stets zunehmenden Weltbevölkerung und der Tatsache, dass Pflanzen immer öfter auch zur Gewinnung von Energie und Produkten eingesetzt werden, ein dringend zu lösendes Problem dar. Aufgrund der geringen Akzeptanz gentechnisch veränderter Pflanzen in Europa und wegen der zunehmenden Nachfrage nach unbedenklichen Wirkstoffen besteht inzwischen ein großes Interesse an natürlichen oder naturnahen Substanzen für einen effektiven Pflanzenschutz. Ein Beispiel für eine solche Substanz ist das schwefelhaltige Allicin. Dabei handelt es sich um ein sehr aktives Abwehrmolekül des Knoblauchs, das den verletzten Knollen den typischen Geruch verleiht und eine ähnlich gute Wirksamkeit wie herkömmliche Antibiotika hat.

Neues System zur Wirkstoffsuche

Natürliche oder naturnahe Substanzen sind im Pflanzenschutz besonders erfolgreich, wenn sie nicht nur als Gift gegen Krankheitserreger wirken, sondern auch

bestimmte Teile des pflanzeigenen Abwehrsystems anregen. Systeme zum Auffinden solcher dualer Wirkstoffe sind aber kaum vorhanden. Wissenschaftler der RWTH Aachen haben jetzt ein einfach handhabbares und überaus verlässliches System etabliert, mit dem man duale Wirkstoffe leicht auffinden kann. Die Etablierung dieses Systems ist das Ergebnis eines interdisziplinären Ansatzes der Aachener Biologie und Biotechnologie mit der Verfahrenstechnik. Das gemeinsame Projekt wurde mit Mitteln der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder finanziert. Es erlaubt die Identifizierung von umweltfreundlichen Wirkstoffen mit ertragssteigernder Wirkung bei Pflanzen. Gleichzeitig erfasst es den Einfluss, den die Substanzen auf das Wohlbefinden der Pflanzenzellen haben.

Wirkstoffe für die moderne Landwirtschaft

Die intensive, moderne Landwirtschaft ist auf die Anwendung von Pestiziden angewiesen. Tatsächlich sind diese die wesentlichen Bestandteile des angewandten Pflanzenschutzes geworden. Dies hat jedoch bereits zu einer Reihe von Problemen geführt, die am Beispiel der Fungizide deutlich werden. Viele dieser Wirkstoffe eliminieren nicht nur Schaderreger, sondern auch harmlose oder sogar nützliche Pilze. Das kann zur Störung von Ökosystemen und beispielsweise zum Auftreten neuer Schaderreger führen. Zusätzlich können Wirkstoffe – besonders bei unsachgemäßer Anwendung – ins Grundwasser gelangen oder als Rückstände in pflanzlichen Produkten verbleiben. Damit gefährden sie den Endverbraucher. Darüber hinaus sind viele Schadpilze bereits gegen Fungizide resistent geworden, so dass die herkömmliche Entwicklung neuer Wirkstoffe zunehmend schwieriger wird. Außerdem wurde die Zulassung

für viele existierende Fungizide nicht verlängert; für neue Fungizide wurde sie deutlich erschwert. Aus diesen Gründen treten vermehrt Pflanzenkrankheiten auf, die nicht mehr adäquat bekämpft werden können. Hinzu kommt, dass sich die Verbraucher zunehmend landwirtschaftliche Produkte wünschen, die mit umweltfreundlichen Präparaten und nach den Prinzipien der ökologischen Landwirtschaft erzeugt wurden. Alternative Pflanzenschutzstrategien, wie zum Beispiel geeignete Kulturmaßnahmen, die Züchtung krankheitsresistenter Pflanzen, oder die gentechnische Veränderung von Pflanzen sind entweder nur begrenzt wirksam oder werden nicht akzeptiert. Folglich werden sie den Bedarf an synthetischen Pflanzenschutzmitteln nicht entscheidend reduzieren. Biologische Verfahren des Pflanzenschutzes, beispielsweise die Verwendung von Organismen zur Unterdrückung von Schadern, haben sich vor allem für tierische Schädlinge oder in Unterglaskulturen bewährt. Im Freiland und gegen mikrobielle Krankheitserreger sind sie aber weitgehend erfolglos geblieben.

Duale Wirkstoffe als Lösungsansatz

Die Behandlung mit einem Wirkstoff, der die pflanzeigene Abwehr stimuliert, bietet einen vielversprechenden Ansatz im modernen, umweltfreundlichen Pflanzenschutz. Solche unbedenklichen Substanzen können als Wirkstoffe eingesetzt oder in Kombination mit herkömmlichen Pestiziden verwendet werden. Bestenfalls findet man natürliche oder naturnahe Wirkstoffe, die Krankheitserreger töten, gleichzeitig das pflanzliche Abwehrsystem scharf machen und daher als duale Wirkstoffe bezeichnet werden. Durch sie werden die Pflanzen ohne Ertragsverluste auch nachhaltig vor Krankheiten geschützt. Bereits

identifizierte Wirkstoffe mit einer solchen Doppelwirkung sind die Verkaufsschlager der großen Pflanzenschutzunternehmen. Die Doppelwirkung dieser dualen Wirkstoffe wurde erst nach ihrer Markteinführung erkannt, sodass die Optimierung bei ihrer Entwicklung ausblieb.

Die Bedeutung des pflanzlichen Abwehrsystems

Am Institut für Pflanzenphysiologie wurde ein Teil des pflanzlichen Abwehrsystems neu entdeckt, der als „Priming“ bezeichnet wird. „Priming“ erhöht den Widerstand von Pflanzen, ohne die Abwehr zu aktivieren bevor ein Krankheitserreger tatsächlich angreift oder abiotischer Stress droht. Deshalb ist Priming für die Pflanze überaus energieeffizient und bietet einen vielversprechenden Ansatz im modernen, umweltfreundlichen Pflanzenschutz. Priming kann durch unbedenkliche Substanzen aktiviert werden, die als Wirkstoffe eingesetzt oder mit konventionellen Wirkstoffen kombiniert verwendet werden können.

Die Petersilie hilft!

Bislang sind erfolgreiche Systeme zum Auffinden von Substanzen, die das pflanzliche Abwehrsystem durch Priming anregen, kaum vorhanden. Als vorteilhaft hat sich erwiesen, dass diese Substanzen auch in pflanzlichen Zellsuspensionskulturen wirksam und im Labor gut handhabbar sind. Insbesondere die Zellkulturen von Petersilie bieten ein einfaches Nachweissystem der pflanzlichen Abwehrreaktion, nämlich die Bildung von Stoffen – so genannte Furanocumarine – die nach Lichtanregung leuchten. Es wurde gezeigt, dass die meisten bekannten Abwehr-Stimulatoren tatsächlich auch im Petersilie-Zellkultursystem wirksam sind. Zellkulturen von Petersilie können somit zur Erkennung von abwehrstimulierenden Substanzen

und damit zum einfachen Auf-
finden von umweltfreundlichen
Pflanzenschutzmitteln verwen-
det werden. Einige Substanzen
werden nun auf ihre Eignung für
die Anwendung im Feldversuch
überprüft.

**Der „BioLector“ erleichtert
die Wirkstoffsuche**

Nachteilig war der geringe Pro-
bendurchsatz bei der Wirkstoff-
suche mit dem Petersilie-System.
Ein kürzlich am Lehrstuhl für Bio-
verfahrenstechnik entwickeltes,
patentiertes und inzwischen am
Markt etabliertes, automatisiertes
Messsystem, der so genannte
„BioLector“, erlaubt nun die kon-
tinuierliche Messung der Fluor-
reszenzstoffe. Durch gleichzeitige
Aufzeichnung wichtiger Zellkultur-
Parameter wie pH-Wert, Sauer-
stoff, Biomasse kann auch die
Auswirkung der zu prüfenden
Testsubstanz auf das Wohlbefin-
den der Petersilie-Zellen unter-
sucht und bewertet werden. In
einer Zusammenarbeit des Insti-
tuts für Pflanzenphysiologie mit
dem Lehrstuhl für Bioverfahrens-
technik wird eine große Anzahl
unterschiedlicher Substanzen mit
dem BioLector auf ihre Wirksam-
keit zur Abwehrstimulation in
Pflanzen untersucht. Aufgrund
der kontinuierlichen Aufzeich-
nung unterschiedlicher Kultivie-
rungsparameter und der automa-
tisierten Durchführung mit einem
verbundenen Pipettier-Roboter
werden Experimente mit gerin-
gem Aufwand, hohem Durchsatz
und maximal möglichem Infor-
mationsgewinn möglich.

Auf dem deutschen Markt
gibt es einige Produkte, die als so
genannte „Pflanzenstärkungsmi-
tel“ vertrieben werden. Ihre Akti-
vität beruht in einigen Fällen auf
Teilen des pflanzeneigenen Ab-
wehrsystems. Die meisten dieser
Produkte sind jedoch chemisch
kaum charakterisiert. Sie haben
bisher lediglich als Nischenpräpa-
rate Verbreitung gefunden. Im
Gegensatz dazu sind die auf dem



*Bild 1: Zellsuspensionskulturen
von Petersilie bieten ein einfa-
ches Nachweissystem der pflanz-
lichen Abwehrreaktion, nämlich
die Bildung von so genannten
Furanocumarinen. Diese fluo-
reszieren im ultravioletten Licht.
In der Zellsuspensionskultur im
Erlenmeyerkolben auf der rech-
ten Seite wurde das zelleigene
Abwehrsystem aktiviert.*

Markt befindlichen dualen Wirk-
stoffe der großen Unternehmen
deshalb so erfolgreich, weil sie
sowohl über eine gut karakteri-
sierte Fungizid-Aktivität, als auch
über die Anregung des pflanzen-
eigenen Abwehrsystems wirken.
Dadurch töten sie den Erreger,
steigern den Ertrag und schützen
die behandelten Pflanzen nach-
haltig. Im Hinblick auf das große
Potenzial naturnaher, dualer
Wirkstoffe erscheint es daher
lohnend, nach neuen Induktoren
der pflanzeneigenen Abwehr zu
suchen. Biologen, Chemiker und
Verfahrenstechniker arbeiten hier-
an fachübergreifend.

Autoren:
Univ.-Prof. Dr. Jochen Büchs
ist Inhaber des Lehrstuhls für
Bioverfahrenstechnik.
Univ.-Prof. Dr. habil. Uwe
Conrath leitet das Lehr- und
Forschungsgebiet Biochemie und
Molekularbiologie der Pflanzen.
Univ.-Prof. Alan Slusarenko
Ph.D. ist Inhaber des Lehrstuhls
für Pflanzenphysiologie.



*Bild 2: Stimulation der pflanzeneigenen Abwehr: Bei der linken
Gurkenpflanze wurde ein Keimblatt mit dem Pilz Colletotrichum
lagenarium infiziert. Es trocknete dadurch aus. Eine Woche nach
dieser Erstinfektion wurden 20 Tropfen mit Sporen des gleichen
Pilzes auf ein Laubblatt gegeben. Dieses Blatt blieb gesund, da es
inzwischen resistent geworden war. Bei der rechten Kontrollpflanze,
bei der keine vorherige Infektion des Keimblattes erfolgte, führte
jeder der 20 Sporentropfen auf dem Laubblatt zu einer Schädigung,
die als gelber Fleck zu erkennen ist.*