

Impfung für Pflanzen

Dialog statt Keule – neue Strategie für nachhaltigen Pflanzenschutz

Der Klimawandel erzeugt Stress. Gelegenheit für Schädlinge, Schwächen zu nutzen und sich zu vermehren. Für die befallene Pflanze ist das fatal und oft tödlich. Statt Erträge aber weiterhin durch giftige Substanzen zu sichern, verfolgt das grenzüberschreitende Projekt DialogProTec nun einen völlig neuen Ansatz: Forschende wollen in die Kommunikation zwischen Pflanze und Schädling eingreifen und sie so gesund erhalten. Unter anderem in der Entwicklung: eine „Impfung für Pflanzen“ zur vorbeugenden Stärkung des Immunsystems.

Unsere heimischen Pflanzen leiden – ebenso wie alle anderen Lebewesen auf der Erde – unter zunehmender Erwärmung und Trockenheit, vor allem im Sommer. Anders als Tiere können Pflanzen nicht vor dem Klimastress davonlaufen. Geschwächt fällt es ihnen schwer, sich gegenüber Krankheitserregern und eindringenden Konkurrenten durchzusetzen.

Die bislang einzig mögliche Antwort der Landwirtschaft darauf ist der Einsatz von Fungiziden bzw. Herbiziden. Nicht gut für Mensch und Umwelt, da viele Substanzen giftig sind, sich in den Böden anreichern und Resistenzen fördern. Weltweit schätzt man die Verluste durch Unkräuter – also konkurrierende Pflanzen – auf 12 Prozent, durch Pflanzenkrankheiten sogar auf 20 Prozent. Tendenz steigend, denn mit dem Klimawandel werden Pathogene und Pflanzen, die bislang bei uns noch nicht heimisch sind, auch in Gebiete eindringen, in denen sie vorher unbekannt waren.¹⁾

Riesige Schäden durch Esca & Co.

Alternativen zum Gift werden also dringend gesucht. Das ist das Ziel des von Interreg Oberrhein geförderten interdisziplinären Projekts "DialogProTec", das 2019 gestartet wurde, und an dem fünf Forschungseinrichtungen unter der Koordination des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) beteiligt sind.

Im Fokus der Expertinnen und Experten: Die Weinrebe, die klimastressbedingt unter neuen Krankheitsbildern leidet, ganz besonders unter holzerstörenden Schädlingen wie Pilzen, die beispielsweise das Esca-Syndrom hervorrufen. „Noch wächst Wein bei uns sehr gut“, erklärt Prof. Dr. Peter Nick, Projektkoordinator und Leiter der Arbeiten am KIT. „Aber schon in zwei, drei Jahrzehnten wäre es durchaus vorstellbar, dass England, Norwegen oder Island den Weinbau dominieren, elsässische Winzer dagegen Kamelsafaris für Touristen in der Oberrheinwüste anbieten. Alleine im Jahr 2018 mit dem besonders heißen, trockenen Sommer entstand im Elsass durch Pilzkrankheiten wie Esca ein riesiger Schaden von etwa 1 Mrd. Euro. Im Kaiserstuhl gibt es bereits jetzt keine Neuanlage mehr ohne künstliche Bewässerung. Selbst wenn der Klimawandel nicht weiter voranschreitet, müssen wir uns dieser neuen Realität stellen und etwas unternehmen.“

Schuld sind nicht Pathogene, sondern der Klimastress



Prof. Dr. Peter Nick ist Leiter der Molekularen Zellbiologie am KIT und Projektkoordinator von DialogProTec.
© Maren Riemann, KIT

Esca (von lat. „Zunder“) wird von holzzersetzenden Pilzen verursacht und gilt als eine der gefährlichsten Krankheiten im Weinbau. „Esca & Co. sind schon sehr lange bekannt, aber ein neues Problem für uns, weil sie seit 20 Jahren immer häufiger vorkommen“, so Nick. „Normalerweise leben solche Pilze als harmlose Mitesser von Zellresten im gesunden Holz der Reben. Nehmen sie aber wahr, dass ihr Wirt durch Trocken- und Hitzestress geschwächt ist, ändern sie ihr Verhalten schlagartig. Sie bilden Toxine, um ihren Wirt umzubringen und damit Energie zur Bildung von Sporen zu nutzen und so ein neues Zuhause zu suchen. Die Rebe bricht zusammen, und innerhalb einer Woche ist der ganze Weinstock abgestorben.“

„Die Ratten verlassen das sinkende Schiff“, veranschaulicht der Professor den Prozess. „Die Krankheit entsteht also durch eine gestörte Kommunikation zwischen Pflanze und Pilz. Es hängt vom Zustand der Wirtspflanze ab, wie sich der Pilz verhält. Pilz und Pflanze liefern sich dabei eine Art chemischen Ringkampf, in dem die Rebe versucht, Abwehrstoffe zu bilden, die den Pilz töten. Dieser wiederum versucht, die Pflanze so zu manipulieren, dass sie möglichst viele Holzbausteine – die Leibspeise des Pilzes – herstellt.“

Die Kommunikation ist gestört

Darauf stützt sich die Idee hinter DialogProTec: Signale dieser Kommunikationsweise sollten aufgeklärt und eine Möglichkeit gefunden werden, um die chemische Kommunikation auch unter Klimastress wieder ins Lot bringen zu können. Hierzu wurde von den Forschenden ein mikrofluidischer Bioreaktor aus zwei Kammern entwickelt: In der ersten Kammer werden pflanzliche Testzellen kultiviert. Diese ist über eine für Nährstoffe und molekulare Signale (aber nicht für die Zellen selbst) durchlässige Membran Teil eines mikrofluidischen Flusses. In einer weiteren, vorangeschalteten Kammer können Zellen kultiviert werden, die möglicherweise Signale in den mikrofluidischen Strom abgeben. So können Zellen auf chemischem Weg miteinander kommunizieren, ohne jedoch in physischen Kontakt treten zu müssen – auch die Zellen von Pilz und Weinrebe.

Dieser Ansatz war auch tatsächlich erfolgreich: Nachdem mittels des Chips gezeigt werden konnte, dass der Pilz chemische Signale abgab, die zwischen Krankheit und Gesundheit entscheiden, wurden diese Substanzen identifiziert. Nach Auftrennung über eine präparative HPLC (Hochleistungsflüssigkeitschromatografie) wurde geprüft, welche Fraktionen auf Pilz- und Pflanzenzellen eine Wirkung entfalten. Unter Klimastress entsteht in der Pflanze Ferulasäure, die beim Pilz die Bildung von Fusicoccin A auslöst, ein Signal, das bei der Pflanze ein Selbstmordprogramm auslöst. Wenn der Pilz statt Ferulasäure den Abwehrstoff Resveratrol (ein Stilben-Derivat) wahrnimmt, gilt ihm dies als Zeichen, dass sein Wirt gesund ist, und er bildet stattdessen 4-Hydroxyphenyllessigsäure, womit er ein pflanzliches Wuchshormon (Auxin) nachahmt.



Werden Pflanzen durch Klimastress geschwächt, beginnen besiedelnde Pilze wie Esca, mit einer raffinierten Strategie, ihren Fortbestand zu sichern – zulasten der Pflanze.

© WBI Freiburg

Neuzüchtungen und Immundoping sollen Pilze stoppen

Überaus positive Ergebnisse, die aber allein leider noch keine der Weinreben retten können. Deshalb erarbeiteten die Forschenden aufgrund der Erkenntnisse zwei Möglichkeiten: eine Langzeit- und eine Kurzzeitstrategie. „Unsere Langzeitstrategie besteht darin, widerstandsfähige Reben gegen Esca zu züchten, sogenannte Kliwi-Reben“, sagt Nick. „Das funktioniert leider nicht innerhalb weniger Jahre, aber wir haben im Botanischen Garten des KIT mit dem gesamten Genpool der Europäischen Wildrebe – zudem auch noch komplett sequenziert – eine Resistenzquelle, die wir nach Kriterien für Hitze-, Trocken- oder UV-Toleranz screenen und dann in Kulturreben einkreuzen können.“

Eine Kurzzeitstrategie und Alternative zur Züchtung wird derzeit im Nachfolgeprojekt M4F (Microbes for Future) erarbeitet. Dabei ist die Idee, die Weinreben so zu stimulieren, dass sie mehr Stilbene bilden und dadurch selbst unter Klimastress das fatale Signal Ferulasäure vermeiden. „Das wollen wir dadurch erreichen, dass wir den Pflanzen ein unterstützendes, immunsteigerndes Mikrobiom – so ähnlich wie unsere Darmflora – in den Wurzelraum geben. Dafür haben wir auch schon



Die gestörte Kommunikation zwischen Pilz und Pflanze treibt den Weinstock in den Tod – innerhalb kürzester Zeit ist von der Rebe nicht mehr viel übrig.
© WBI Freiburg

Kandidaten, die die Widerstandskraft der Pflanzen deutlich verbessern. Unser langfristiges Ziel wäre es, so das Immunsystem dauerhafter mit gutartigen Mikroorganismen, etwa in Form von Agarkapseln, dopen zu können. Also so eine Art „Impfung“ mit Pflanzenstärkungsmitteln zur Hand zu haben.“

Infobox: Projekt DialogProTec

Titel: Chemischer Dialog als Protektive Technologie im nachhaltigen Pflanzenschutz

Projektlaufzeit: 01.07.2019 bis 30.06.2022, zu 75 Prozent aus Mitteln der Wissenschaftsoffensive Interreg Oberrhein gefördert.

Partner: Botanisches Institut des Karlsruher Instituts für Technologie KIT (Projekträger), Institut für Pharmazeutische Wissenschaften der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut de Biologie Moléculaire des Plantes der Universität Straßburg, Institut für Biotechnologie und Wirkstoff-Forschung (IBWF) und Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL).

Das **Nachfolgeprojekt M4F** (Microbes for Future) wird gefördert vom Präsidium des KIT.

Referenzen:

1) Schaller M, Weigel HJ (2007) Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung, Landbauforschung, Sonderheft 316

Fachbeitrag

23.01.2023
Dr. Petra Neis-Beeckmann
© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Weitere Informationen

Prof. Dr. Peter Nick
Molekulare Zellbiologie
Botanisches Institut
Karlsruher Institut für Technologie KIT
E-Mail: peter.nick(at)kit.edu

- ▶ [DialogProTec](#)
- ▶ [Molekulare Zellbiologie - Nick-Labor](#)

Der Fachbeitrag ist Teil folgender Dossiers



Biotechnologie als Werkzeug für die Lebensmittelproduktion



Bioanalytik - Neue Techniken zur Charakterisierung biologischen Materials



Chemische Werkzeuge für biologische Anwendungen



Mehr Nachhaltigkeit in der Ernährung: Ein Muss für Mensch und Umwelt

Stress

Pflanzenbiotechnologie

Mikrobiologie

Pflanzenzüchtung

Pflanzenschutz

Chemische
Biologie

Pathogen

Landwirtschaft

Klimawandel