



Wesentliche Hilfsmittel moderner Pflanzenproduktion sind die Bioregulatoren. Diese Substanzen greifen gezielt in den Phytohormonhaushalt ein und steuern so das Wachstum der Pflanzen. Eine unter Beteiligung von Wissenschaftlern des TUM-Wissenschaftszentrums Weihenstephan (WZW) durchgeführte Studie führte zu überraschenden Erkenntnissen über den von der Firma BASF entwickelten Bioregulator Prohexadion-Ca®: Er kann das Sprosswachstum von Obstgehölzen wie Apfel, Birne oder Pfirsich hemmen. Als Folge gelangt mehr Licht in die Baumkronen, so dass bessere Früchte in größerer Zahl heranreifen. Diese »ausgedünnten« Bäume sind für viele Kulturmaßnahmen bis hin zur Ernteleistung von Vorteil.

Foto: Karla Hey

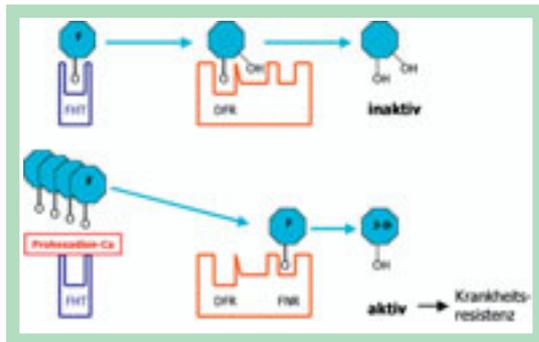
Bioregulator mit überraschenden Nebenwirkungen

Medizin für Obstbäume

Als Labors in der ganzen Welt Prohexadion-Ca® hinsichtlich Applikationszeitpunkt und -häufigkeit testeten, zeigte sich eine überraschende Nebenwirkung: Viele der Obstbäume waren weniger von Pilz- und Bakterienkrankheiten befallen. Besonders auffällig war eine offensichtlich indirekte Bekämpfung der gefürchteten Bakteriose Feuerbrand, die in vielen Obstbaugebieten der Welt den Anbau von Äpfeln und Birnen gefährdet. Die sich epidemieartig ausbreitende Krankheit betrifft nicht nur Erwerbsanlagen, sondern auch die als Genreservoir wichtigen alten Streuobstbestände. Prohexadion-Ca® zeigte jedoch keinerlei antibiotische Wirkung, und auch der wuchshemmende Effekt kam nicht als Ursache für die erhöhte Resistenz in Betracht, denn von anderen Wachstumsregulatoren waren derartige Effekte nie berichtet worden.

Um dieses Phänomen aufzuklären, wandte sich die BASF an das Fachgebiet für Obstbau am TUM-Wissenschaftszentrum Weihenstephan (Prof. Dieter Treutter), wo man sich seit langem intensiv mit den nativen Resistenzmechanismen von Apfelbäumen beschäftigt. Dank der dort vorhandenen Expertise ließ sich die Beteiligung des Sekundärstoffwechsels an der induzierten Widerstandsfähigkeit relativ rasch eingrenzen. In einem europäischen Verbundprojekt konnte dann der Mechanismus lückenlos aufgeklärt werden - von den beteiligten Metaboliten über die Enzymologie bis zu den molekularbiologischen Zusammenhängen. Beteiligt an diesen Arbeiten waren auch der Lehrstuhl für Zierpflanzenbau und Gartenbauliche Pflanzenzüchtung (Prof. Gert Forkmann) des WZW sowie Institute der TU Wien und der Universität Bologna.

Diese mehrjährige Zusammenarbeit konnte einen neuartigen Mechanismus der Resistenzinduktion bei Pflanzen aufklären. Ging man bisher davon aus, dass komplexe Signalketten aktiviert werden müssen, um Pflanzen gegen Pathogene widerstandsfähig zu machen, so zeigte sich jetzt, dass auch eine kurzzeitige Inhibierung eines Schlüsselenzyms dazu führen kann, dass neue Metaboliten mit antibakterieller und fungitoxischer Wirkung entstehen. Eigentlich sollte der Bioregulator Prohexadion-Ca® nur die Biosynthese des Pflanzenhormons Gibberellin blockieren, doch erreicht der Wirkstoff auch ein Enzym des Flavonoidstoffwechsels, das er ebenfalls kompetitiv hemmt. Dadurch wird die normale Biosynthesesequenz der Flavonoide unterbrochen. Konsequenz ist ein Rückstau von Metaboliten auf relativ früher Stufe. Diese unvorhergesehene Akkumulation von Zwischenprodukten kann nun in vielen Obstgehölzen und auch anderen Rosengewächsen eine überraschende Wendung nehmen: Ein in der Biosynthesesequenz später aktives Enzym, die Dihydroflavonol-4-Reduktase (DFR), geht »leer« aus, weil das vorgelagerte Enzym gehemmt wird - die DFR erhält keine Substrate mehr. Deshalb aktiviert sie eine zweite, normalerweise »schlafende« katalytische Eigenschaft und setzt nun die angestauten, in hoher Konzentration vorliegenden Zwischenprodukte um. So entstehen für die Obstgehölze völlig neuartige Substanzen, die 3-Deoxyflavane, die zudem eine besondere Struktur aufweisen. Diese Stoffwechsel-Umleitung und die Bildung und Anreicherung der neuen Metaboliten sind es, die den Apfel- und Birnbäumen eine stärkere Widerstandskraft gegen das Feuerbrandbakterium *Erwinia amylovora* und den Schorfpilz *Venturia inaequalis* verleihen. Auch andere Pflanzenarten reagieren



Konsequenzen der Enzymblockierung durch den Bioregulator Prohexadion- Ca^{\circledR} für den Flavonoidstoffwechsel und für die Krankheitsresistenz von Äpfeln und Birnen. Die Blockierung des Enzyms FHT (untere Reihe) führt zum Stau von Metaboliten (F), was im Enzym DFR eine

schlafende katalytische Eigenschaft (FNR) weckt. Als Folge wird eine neuartige Substanzklasse (3-D) gebildet, die aktiv die Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten verbessert.

mit dieser Art der Resistenzinduktion auf Prohexadion- Ca^{\circledR} , sofern sie über die entsprechenden metabolischen Voraussetzungen verfügen.

Dieter Treutter,
Gert Forkmann

Forschungsförderung

Der Lehrstuhl für Nachrichtentechnik (LNT) der TUM (Prof. **Joachim Hagenauer**) hat sich zusammen mit dem Politecnico di Torino, der École Nationale Supérieure des Télécommunications (ENST), Paris, der Universität Athen und der University Southampton an den Ausschreibungen des jetzt anlaufenden 6. Rahmenprogramms der EU beteiligt. Dafür haben die Wissenschaftler das Projekt »NEWCOM« für zukünftige drahtlose Kommunikation definiert, das vom Instituto Mario Boella in Turin administrativ betreut wurde. 14 der 29 Vorschläge für europäische Projekte, die bei der Europäischen Kommission eingingen, wollten wie NEWCOM ein europäisches »Network of Excellence (NoE)« einrichten. Mit Abstand die höchste Gutachter-Bewertung erhielt der Vorschlag »NEWCOM«; deshalb fördert die EU das Projekt nun mit sechs Millionen Euro. Dies ist die höchste Förderung unter vergleichbaren Projekten, nur zwei andere NoE werden überhaupt gefördert. Die Beteiligung an NEWCOM ist inzwischen auf rund 45 Universitäten, Institutionen und Forschungslabors der Industrie angewachsen und stellt damit ein großes Kooperationsprogramm der EU-Technologieforschung dar. Joachim Hagenauer wurde als Mitinitiator von NEWCOM in das »Executive Board« gewählt.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat dem Department für Ökologie des TUM-Wissenschaftszentrums Weihenstephan für zwei neue Projekte 370 000 Euro für Forschungen über das Wald-Grasland-Mosaik in Süd-Brasilien bewilligt. Der Lehrstuhl für Vegetationsökologie (Prof. **Jörg Pfadenhauer**) beschäftigt sich mit dem Einfluss von Feuer und Beweidung auf die Wald-Grasland-Verteilung, und der Lehr-

stuhl für Bodenkunde (Prof. **Ingrid Kögel-Knabner**) möchte anhand von Bodeneigenschaften die Vegetationsgeschichte und die aktuelle Vegetationsdynamik aufdecken. Die beiden Arbeitsgruppen können dabei an ihre seit langem bestehenden Partnerschaften mit den Instituten für Ökologie und Bodenkunde der Universidade Federal do Rio Grande do Sul in Porto Alegre anknüpfen, mit denen auch in diesen Projekten eine rege Zusammenarbeit vorgesehen ist. Aus Pollen-Analysen weiß man, dass die immerfeuchten Subtropen Süd-Brasiliens bis vor etwa 3 000 Jahren fast vollständig von Grasland bedeckt waren und erst seither größere Flächen von Wäldern besiedelt wurden. Die später eingewanderten Europäer rodeten dann große Gebiete, um Weideflächen zu gewinnen. Die Frage ist aber, ob alle mosaikartig in die Wälder eingestreuten Grasländer anthropogen sind, oder ob einige als natürliche Relikte persistiert haben, was durch Herbivoren und Feuer möglich gewesen sein dürfte. Deshalb untersucht die Arbeitsgruppe Pfadenhauer, ob und in welchem Umfang die Pflanzenarten des Graslands Merkmale von Feuer- und Beweidungstoleranz zeigen, und welche funktionellen und strukturellen Eigenschaften ein Vordringen des Waldes verhindern. Die Arbeitsgruppe Kögel-Knabner will feststellen, ob es einen regelhaften Zusammenhang zwischen Vegetation und Boden gibt, wo Holzkohle vorkommt und ob der Humus im Boden durch Gräser gebildet wurde. Genauer: Ist der Humus in den Graslandböden durchgängig aus Graslandarten entstanden, oder zeigen sich in tieferen (älteren) Bodenlagen typische Merkmale

von Waldhumus? Und ist der Humus der unteren Horizonte der Waldböden tatsächlich - wie die Pollenanalysen nahelegen - unter Grasland entstanden? Als Methoden dienen unter anderem Isotopenanalysen des Kohlenstoffs, chemische Untersuchungen der Oxidationsprodukte des Holzstoffs Lignin und Festkörper- ^{13}C -NMR-Spektroskopie.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat Prof. **Dirk Weuster-Botz**, Ordinarius für Bioverfahrenstechnik der TUM in Garching, ein Forschungsvorhaben zur mikrobiellen Wertstoffgewinnung ausgehend von Kohlendioxid und Wasserstoff im Umfang von 243 000 Euro bewilligt. Ziel ist es, die reaktionstechnischen Grundlagen bereitzustellen, um mit Knallgasbakterien beispielsweise Biopolymere oder Isotopen-markierte Biomoleküle effektiv auch im technischen Maßstab herstellen zu können. Bisher ist dies nicht möglich, da aus Sicherheitsgründen sehr geringe Gaskonzentrationen im Bioreaktor eingehalten werden müssen, was den Prozess unwirtschaftlich macht. Durch Verwendung alternativer Elektrodenakzeptoren statt Sauerstoff will man dieses Problem überwinden und damit die Grundlagen für eine neue, CO_2 -fixierende Produktionstechnologie entwickeln.

Die Christian-Doppler-Forschungsgesellschaft hat nach erfolgreich bestandener Evaluierung des Christian-Doppler-Laboratoriums für moderne Mehrphasenstähle am Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Werkstoffmechanik der TUM in Garching (Prof. **Ewald Werner**) dem Labor für 2004 eine Forschungsförderung von mehr als 500 000 Euro genehmigt.