

Biotechnologie optimiert den Ertrag von Nutzpflanzen

# Grünes Fitnessprogramm

60  
Photosynthese



*Pflanzen haben im Laufe der Evolution viele Herausforderungen angenommen und gemeistert. Die Sicherung guter Ernten gehört nicht dazu. Forscher von Bayer CropScience helfen jetzt mit biotechnischen Methoden nach. Sie machen Kulturpflanzen fit für den optimierten Einsatz in der Landwirtschaft.*

Der Frühling 2007 war für viele Landwirte in Europa ein Grauen: Dauerhitze und wenig Regen machten den Nutzpflanzen zu schaffen. Ob das schon die direkten Auswirkungen des Klimawandels sind, darüber lässt sich nur spekulieren. Klar scheint jedoch, dass selbst Bauern in gemäßigten Klimazonen inzwischen besondere Ansprüche an ihr Saatgut stellen. Moderne Nutzpflanzen müssen immer mehr Ertrag bringen und besser als bisher mit sogenanntem Stress umgehen können: Sie sollten bei langen Trockenperioden nicht verdorren, bei Überschwemmungen nicht ersticken und starke Temperaturschwankungen sowie extreme Sonneneinstrahlung aushalten.

Im Laufe der Evolution war es für das Überleben der verschiedenen Pflanzenarten eher unwichtig, wenn einzelne Pflanzen wegen einer vorübergehenden Belastung starben oder für eine Saison kaum Früchte trugen. Die meisten Gewächse sind deshalb für Durchschnittswetter gemacht. Ihre Fähigkeit, auf Kurzzeitstress entsprechend zu reagieren, ist mangelhaft. Die Folge: Der Ernteertrag ist nicht optimal. Ein Team von Biologen am Innovationszentrum

für Pflanzenmolekularbiologie von Bayer CropScience im belgischen Gent möchte das jetzt ändern. „Wir hatten die Idee, die Nutzpflanzen allgemein zu trimmen“, sagt Michael Metzlauff, Leiter der Arbeitsgruppe Crop Productivity Research. Herausgekommen ist ein Programm, das vorerst der Modellpflanze Ackerschmalwand (*Arabidopsis*) und den Nutzpflanzen Raps, Reis und Baumwolle direkt oder indirekt mit biotechnischen Mitteln zu höheren Erträgen verhelfen und sie unempfindlicher gegen den Stress machen soll.

### Stress-Gene gezielt zum Schweigen bringen

Mit angesehenen Kooperationspartnern verfolgt das Metzlauff'sche Team zwei Strategien: Zum einen bauen die Forscher in die Testpflanzen nützliche Gene ein, die den Umgang mit übermäßigem Stress durch Trockenheit und Nässe erleichtern sollen und so den Ertrag steigern. Zum anderen bringen sie einzelne Gene gezielt zum Schweigen, die im gewöhnlichen Gewächs eine überschießende Stressreaktion auslösen und den Ertrag schmälern würden. Metzlauff sucht dabei nicht nach

Höherer Ernteertrag: Michael Metzlauff (li.) betrachtet Rapskulturen, die durch das gezielte Abschalten von Genen stressresistenter gemacht werden. Im Forschungszentrum von Bayer CropScience in Gent optimieren seine Kollegen auch Kulturpflanzen wie Baumwolle (re.) und Reis.





Unempfindlich gegen Stress: Bieke Nagels prüft den Wachstumsfortschritt bei Rapskulturen. Zur Züchtung muss sie auch Testpflanzen wie Baumwolle (re.) von Hand bestäuben.

dem maximalen Ertrag: Wichtiger sei „der richtige Mix vieler günstiger Eigenschaften“. Niemand brauche Pflanzen, die dank eines riesigen Aufwands neue Rekorde hervorbrächten. Das Ziel der Bayer-Wissenschaftler ist vielmehr Konstanz: „Wir wollen die Pflanzen in die Lage versetzen, trotz schwankender Umweltbedingungen langfristig stabile Erträge auf einem hohen Niveau zu liefern.“

### Optimierte Photosynthese für bessere Energieausnutzung

Ein vielversprechendes Resultat eines Kooperationsprojekts wurde unlängst im renommierten Fachblatt *Nature Biotechnology* vorgestellt: Der Arbeitsgruppe um Dr. Christoph Peterhänsel, Biotechnologe an der Technischen Hochschule Aachen, gelang der gleichzeitige Einbau von fünf Genen aus dem Bakterium *Escherichia Coli* in das Erbgut der Ackerschmalwand. Dank dieser Gene, die auch bei Blaualgen vorkommen, versorgt die Pflanze ihre Chloroplasten mit drei neuen Enzymen. In diesen Organellen findet die Photosynthese statt, mit der Pflanzen das Sonnenlicht in Energie verwandeln. Dabei verbrauchen sie Kohlendioxid und erzeugen Sauerstoff. Doch sie arbeiten nicht sonderlich effizient: „Normalerweise schmeißt die Pflanze

etwa ein Achtel des zuvor gebundenen Kohlendioxids weg“, sagt Peterhänsel, „also reine Energieverschwendung.“ Nun funktioniert die Photosynthese besser, und ein Drittel des sonst verschwendeten Kohlendioxids wird wiederverwertet. „Das Recycling spart der Pflanze viel Energie“, sagt Peterhänsel: „Die gentechnisch optimierten Pflanzen wachsen deshalb schneller, bilden viel mehr Biomasse und legen größere Energiespeicher an.“ Jetzt wollen die Forscher die Methode bei weiteren Nutzpflanzen einsetzen. Gelingt das Verfahren auch dort, würde es nicht nur höhere Erträge sichern, sondern auch helfen, neue Anbauflächen zu erschließen.

Ein anderer wichtiger Teil des Programms zielt darauf, die Pflanzen widerstandsfähiger gegen stressauslösende Umwelteinflüsse zu machen. Metzloff: „Angesichts des weltweit steigenden Bedarfs an Nahrungsmitteln und der gleichzeitig zunehmenden Bedeutung pflanzlicher Rohstoffe – etwa für die Produktion von Biodiesel – ist es immer wichtiger, neues Land zu gewinnen.“ Stressunempfindlichere Gewächse ermöglichen diese Vision: So könnten kanadische Landwirte Raps, der Frost aushält, 14 Tage früher aussäen und damit die Ernte auch früher einfahren. Aufgrund der kurzen Vegetationsperiode in Kanada würde dies die Ernteerträge

sichern. Mit einer Reissorte, die versalzene Böden erträgt, wären auch ausgelagerte Flächen wieder nutzbar. Und wenn Pflanzen, die einen Tag unter Wasser stehen, nicht gleich ersticken, eröffneten sich plötzlich sogar in Überschwemmungsgebieten neue Anbauflächen.

Ein Ansatz zielt darauf, Pflanzen so zu verändern, dass sie unter Stressbedingungen besonders rasch für Nachschub des Energielieferanten NAD sorgen. „Diese Pflanzen sind echte Energiesparer. Und Vorversuche mit *Arabidopsis* haben gezeigt, dass sie stresstoleranter sind“, sagt Metzloff.

### Gene Silencing erhöht Raps-ertrag um bis zu 40 Prozent

Ob die neue Technik auch bei Nutzpflanzen die Stresstoleranz erhöht, sollen schon bald Feldversuche klären. Dass die sehr wohl zu positiven Resultaten führen können, belegt das dritte große Projekt der Gruppe um Metzloff: Seit 2005 wächst auf kanadischen Versuchsfeldern gentechnisch optimierter Raps. Als die Forscher ihn einer künstlichen Dürre aussetzten, brachte er 40 Prozent höhere Erträge als gewöhnlicher Raps. Die Wissenschaftler verwendeten eine innovative Schlüsseltechnologie: das Gene Silencing. Mit dieser Methode dämpfen die Forscher die Aktivität spezifischer



Stress unter Folie: Im Gewächshaus in Gent werden Reispflanzen künstlich extremen Umweltbedingungen ausgesetzt.



Ergebnisse bei Licht besehen: Mittels Polymerase-Kettenreaktion (engl. Polymerase Chain Reaction, PCR) vervielfältigte DNA-Fragmente der Rapsorten werden durch UV-Licht sichtbar gemacht. So ist eine Vorhersage über die Ölzusammensetzung der analysierten Pflanzen möglich.

Gene, indem sie spiegelbildliche Genfragmente in die Pflanze einschleusen. Diese Spiegelbilder blockieren die aus RNA bestehenden Botenmoleküle, die die Erbinformation dorthin bringen, wo in der Zelle neue Proteine hergestellt werden. Das Ergebnis: Die Zelle produziert signifikant weniger von einer bestimmten Substanz, als sie ursprünglich wollte. Die Anwendung, auch RNA-Interferenz genannt (s. a. Seite 38, „Erfolgreiche Zielfahndung“) wurde zuerst von zwei US-Forschern bei Fadenwürmern beschrieben. Im Jahr 2006 erhielten die beiden dafür den Medizin-Nobelpreis.

Mit dieser Technik gelang es den Biologen von Bayer CropScience die Aktivität des sogenannten PARP-Gens,

das bei Stress in der Pflanze aktiviert wird (s. a. research 16, „Der Dürre trotzen“), auf etwa die Hälfte des normalen Niveaus zu senken. Dieses Gen „ist eine zentrale Schaltstelle der Stressreaktion“, so Metzloff. „Ist es angeschaltet, verändert sich die Aktivität hunderter anderer Gene.“ Mit dieser drastischen Umstellung ihres Stoffwechsels reagiert die Pflanze auf schlechte Bedingungen. Was positiv klingt, ist Ursache des Problems: Die Pflanzen schießen über ihr Ziel hinaus und reagieren zu extrem. Mit der Dämpfung von PARP fanden die Forscher nun den goldenen Mittelweg, der etwas Reaktion auf den Stress erlaubt, das Übermaß aber verhindert. Jetzt gilt es, die Effekte dieses Ansatzes mit den beiden anderen

zu vergleichen und zu kombinieren. In etwa zehn Jahren sei man hoffentlich so weit, verschiedene Veränderungen an einer Pflanze zugleich vornehmen zu können, hofft Metzloff. Er erklärt: „In dieser Phase werden wir die jetzt entwickelten Methoden so gut beherrschen, dass wir sie wie Legosteine kombinieren können.“ Dann sind die Genter Biologen am Ziel: Den perfekten Mix aus guten Eigenschaften zu finden und jeder Nutzpflanze das passende Fitnessprogramm auf den Leib zu schneiden.

[www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de)

➔ Auf der Internetseite findet sich neben umfassendem Material zu den Themen Gentechnik, Pflanzen und Umwelt auch ein sehr ausführliches Lexikon mit Fachbegriffen.

## Grüne Lungen

Die Aufnahme der NASA (Global Vegetation Index) zeigt die über ein Jahr gemittelte Verteilung der grünen Zonen auf der Erde: Je dunkler grün die Flächen, desto üppiger der Blattwuchs – ein Indiz für die Photosynthese-Aktivität in diesem Gebiet. Je höher sie liegt, umso mehr Kohlendioxid „atmen“ die Gewächse dort ein und versorgen die Erde mit Sauerstoff. Die gelben Zonen symbolisieren echte Wüstengebiete, die durch die Pflanzenoptimierung der Bayer-Forscher vielleicht bald etwas grüner werden.

