

Stoffwechsel- Design

Mehr Biomasse durch effizientere Photosynthese

Wie wirksam Pflanzen die Energie des Sonnenlichtes in den Aufbau von Biomasse umsetzen können, hängt wesentlich von der Ausstattung ihres Stoffwechsels ab. Einige stark wachsende Nutzpflanzen, wie Mais und Zuckerrohr ("C4-Pflanzen"), verfügen über spezielle biochemische Prozesse die eine effiziente Bindung des CO₂ aus der Luft und seine Umwandlung in Zucker ermöglichen, welcher dann weiter zu pflanzeigenen Speicher- und Baustoffen umgewandelt wird. In vielen andere Pflanzen, wie Weizen, Reis und Soja ("C3-Pflanzen"), ist ein anderer Mechanismus der Photosynthese aktiv, bei dem ein Teil des gebundenen CO₂ durch einen als Lichtatmung oder Photorespiration bezeichneten Vorgang wieder verloren geht – mit gleicher Lichtmenge können diese Pflanzen daher weniger Biomasse aufbauen.

Ein Forscherteam der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen um Fritz Kreuzaler und Christoph Peterhänsel hat nun erfolgreich versucht, den Photosynthese-Stoffwechsel einer C₃-Pflanze derart umzugestalten, dass die Photorespiration umgangen wird. Hierzu übertrugen sie die Erbinformation für drei Enzyme aus dem Bakterium *E. coli* in den Ackerschmalwand *Arabidopsis thaliana*, einem beliebten Untersuchungsobjekt für Pflanzengenetiker. Hierdurch wurde eine biochemische "Abkürzung" eingebaut, welche die verlustreiche Lichtatmung reduziert. Es zeigte sich, dass die transgenen Pflanzen eine deutlich wirksamere Photosynthese aufwiesen – bei gleicher Lichtmenge konnten sie etwa 50% mehr CO₂ fixieren als ihre nicht gentechnisch veränderten Artgenossen. Dies zeigte sich auch in einer deutlichen Zunahme ihrer Biomasse, wie dem Durchmesser der Blattrosette (siehe Abbildung) oder einem dreifach erhöhten Wurzelgewicht.

Durch Stoffwechseldesign scheint es also möglich zu sein, die pflanzliche Produktivität zu erhöhen – dies könnte in Zukunft sowohl für die Herstellung von Nahrungsmitteln als auch von Biomaterialien und Energie-Pflanzen eine wichtige Rolle spielen.



Unveränderte *Arabidopsis*-Kontrollpflanze (WT, rechts) und transgene Pflanzen mit erhöhter Biomasse-Produktion (DEF, GT-DEF).

Reprinted by permission from Macmillan Publishers Ltd: ©2007.

Quelle: Rashad Kebeish et al. 2007, "[Chloroplastic photorespiratory bypass increases photosynthesis and biomass production in *Arabidopsis thaliana*](#)", Nature Biotechnology advance online publication, 15. 4. 2007

Bt-Mais

Positive Erfahrungen steigern Biotech-Anbaufläche 2007

In einem kürzlich vorgestellten Bericht hat ORAMA, der Dachverband der französischen Getreide- und Maisproduzenten, die Erfahrungen des letztjährigen Anbaus von Bt-Mais in Frankreich (5200 ha) zusammengefasst. Während die chemische Kontrolle des Maiszünslers im konventionellen Anbau aufgrund der kurzen Wirkungsdauer des Insektizides nur eine Reduktion der Frass-Schäden von 35% bewirkte, waren die Bt-Maispflanzen der Sorte MON810 zu 99,6% gegen Schädlingsbefall geschützt. Der Ertrag war mit Bt-Mais durchschnittlich um 9% höher, in Gegenden mit starkem Maiszünsler-Befall lag der Mehrertrag deutlich darüber. Hierdurch wurden die Mehrkosten für das Biotech-Saatgut mehr als ausgeglichen, unter dem Strich verblieb den Landwirten eine Gewinnsteigerung von durchschnittlich 70 Euro/ha. Zugleich wies der geerntete Bt-Mais eine wesentlich bessere Qualität auf, in Gebieten mit hohem Schädlingsbefall war der Gehalt an den Pilzgiften Fumonisin B1 und B2 um 58% gegenüber konventionellem Mais reduziert. Ähnlich positive Erfahrungen aus den anderen EU-Ländern, in denen 2006 Bt-Mais angebaut wurde, finden sich in einer Zusammenstellung von Graham Brookes, die im April präsentiert wurde. Auch in Spanien (53.000 ha), Portugal, der Tschechischen Republik (beide ca. 1200 ha) und Deutschland (950 ha Bt-Mais in 2006) berichten Landwirte von Mehrerträgen und einem gesteigerten Gewinn. Der Aufwand, der betrieben werden muss um eine Koexistenz von konventionellen und gentechnisch veränderten Maissorten auf dem Feld sicherzustellen ist vertretbar; ein mit nicht transgenem Mais bebauter Isolationsstreifen von 20 Metern reichte beim deutschen Erprobungsanbau 2004 aus um den GVO-Eintrag durch Pollenflug ins Nachbarfeld unter 0.9% zu senken. Diese bereits vorher bekannt gewordenen Resultate liegen jetzt in einer wissenschaftlichen Fachveröffentlichung von Eberhard Weber und Mitarbeitern vor.

Diese günstigen Erfahrungen bleiben nicht ohne Folgen: Im deutschen Standortregister, in dem ein geplanter Anbau von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen drei Monate vor Aussaat gemeldet werden muss, sind Ende April – wo aufgrund der warmen Witterung bereits ein deutlicher Teil der Maisaussaat erfolgt ist – 3600 ha Bt-Mais angemeldet. Selbst wenn erfahrungsgemäss ein Teil dieser Flächen wieder zurückgezogen wird, gehen Fachleute zumindest von einer Verdoppelung der deutschen Bt-Maisanbaufläche im Jahr 2007 auf etwa 2000 ha aus. Für Frankreich wird mit einem wahren Quantensprung bei der Gentech-Anbaufläche gerechnet, hier könnten dieses Jahr bis zu 50.000 ha Bt-Mais auf den Feldern stehen.

Quellen: ["Mais OGM en plein champ: des résultats probants"](#), ORAMA (France), 2007; Graham Brookes 2007, ["The benefits of adopting genetically modified, insect resistant \(Bt\) maize in the European Union \(EU\): first results from 1998-2006 plantings"](#), PG Economics, 03-2007; W. E. Weber et al. 2007, ["Coexistence Between GM and Non-GM Maize Crops - Tested in 2004 at the Field Scale Level \(Erprobungsanbau 2004\)"](#), J. Agronom. Crop Sci. 193:79–92; Standortregister Deutschland, http://194.95.226.237/stareg_web/index.do; ["Gv-Pflanzen in der EU: Anbau in fünf Ländern"](#), www.transgen.de, 27. 4. 2007.

Herbizid- tolerante Zuckerrüben

Ökologische Auswirkungen können einfach kompensiert werden

Transgene, herbizidtolerante Zuckerrüben erleichtern die Unkrautbekämpfung, haben einen höheren Ertrag und bieten so wirtschaftliche Vorteile für den Landwirt. Allerdings bewirkt ein geringerer Unkrautbestand auf dem Feld nicht nur ein besseres Wachstum der Rüben, sondern zugleich ein

verringertes Nahrungsangebot für Tiere wie Insekten und Vögel, die sich von Unkrautblüten oder –Samen ernähren. Dies hatten umfangreiche Feldversuche in England ("farm scale evaluations" FSE) ergeben.

Durch Anpassung des Spritzplans und der Herbizidanwendung ist es möglich, diese ökologischen Nachteile zu vermindern, und trotzdem das wirtschaftliche Potential der Biotech-Pflanzen zu nutzen (May et al. 2005, siehe [POINT 01-2005](#)). Viele Landwirte zögern jedoch, die ihnen vertrauten Verfahren zur Unkrautkontrolle zu ändern. Eine neue Auswertung der Feldversuchs-Daten aus England zeigt nun, dass es auch noch einfacher geht.

Lässt der Landwirt beim Anbau von herbizidtoleranten Zuckerrüben nur zwei von hundert Reihen auf seinem Acker ganz ohne Herbizidbehandlung, produzieren die hier gedeihenden Unkräuter so viele Samen, dass das Nahrungsangebot für Vögel dem eines konventionell bewirtschafteten Feldes entspricht. Die Ertrags-Einbussen der unbehandelten Rübenreihen werden durch den Mehrertrag des restlichen Feldes mehr als ausgeglichen. Kommt es nicht auf die Samenproduktion der Unkräuter, sondern auf deren Biomasse an, müssten vier von hundert Reihen unbehandelt bleiben.

Mit Hilfe einfach durchzuführender Massnahmen sollte es daher möglich sein, mögliche ökologische Nachteile beim Anbau herbizidresistenter transgener Zuckerrüben im Vergleich zur konventionellen Bewirtschaftung auszugleichen, ohne auf ihre ökonomischen Vorteile zu verzichten.

Quelle: Pidgeon JD et al. 2007, "[Mitigation of indirect environmental effects of GM crops](#)", Proc. Biol. Sci., online publication, 17. 4. 2007.

Bestäubung

Forscher identifizieren Regulatorgen für "pflanzliche Selbsterkenntnis"

Bei manchen Pflanzenarten kann Blütenstaub einer Pflanze die weiblichen Organe derselben Pflanze befruchten (Selbstbestäuber). Andere Arten (Fremdbestäuber) benötigen hierfür einen Partner, da als "Selbst" erkannter Pollen von der Pflanze für eine Befruchtung zurückgewiesen wird. Bereits seit längerer Zeit versuchen Forscher den Mechanismus zu verstehen, der hinter diesem faszinierenden Unterscheidungsvermögen zwischen "Selbst" und "Fremd" steckt. Dabei werden sie nicht nur von wissenschaftlicher Neugier angetrieben: auch für die praktische Pflanzenzucht wäre ein besseres Verständnis dieser Mechanismen nützlich. So erfordert die Produktion von ertragreichem Hybrid-Saatgut (z. B. bei Mais) die Bestäubung durch einen anderen Partner; eine Selbstbefruchtung muss hier durch eine aufwändige Entfernung der männlichen Blüten oder komplizierte genetische Tricks unterbunden werden. Sollte es gelingen, hier eine Selbstbefruchtung auf einfachem Weg zu verhindern, würde dies die Saatgutproduktion deutlich erleichtern.

Bei der normalerweise selbstbestäubenden Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* ist es gelungen, ihr durch die Übertragung zweier Gene aus einer nahe verwandten Art (*A. lyrata*) die Fähigkeit zu verleihen, Pollen von der selben Pflanze zu erkennen und zurückzuweisen. Hierzu ist ein Signal-Eiweiss auf der Pollenoberfläche erforderlich, sowie ein "Empfänger"-Molekül auf der Oberfläche der Zellen des Blütenstempels. Dies zeigten Forschungsarbeiten aus der Gruppe von June Nasrallah von der Cornell University. Erstaunlicherweise hing es von der geographischen Herkunft der Arabidopsis-Pflanzen ab, ob die Genübertragung zu einem völligen Verlust der Fähigkeit zur Selbstbestäubung führte, oder nur zu einer Verringerung. Neue Resulta-

te aus diesem Labor identifizieren nun ein Gen (*PUB8*), welches für eine Regulation der Selbst-Inkompatibilität verantwortlich ist, und welches sich in Arabidopsis-Rassen mit verschiedener Herkunft unterscheidet.

Neben einem besseren Verständnis der grundlegenden biologischen Vorgänge, die bei Pflanzen eine Unterscheidung zwischen "Selbst" und "Fremd" ermöglichen, könnten diese Resultate eines Tages auch praktische Anwendungen finden – so ist es denkbar, dass die Kenntnis der Regulationsmechanismen der Selbst-Inkompatibilität ein gezieltes Ein- und Ausschalten dieser Eigenschaft erlaubt, und so bei der Pflanzenzüchtung und Saatgutproduktion eingesetzt werden kann.

Quellen: Pei Liu et al. 2007, "[A Cryptic Modifier Causing Transient Self-Incompatibility in Arabidopsis thaliana](#)", Current Biology 17:734-740; "[Cornell researchers zero in on genes that turn a plant's ability to self-pollinate on and off -- a potential boon for hybrids](#)", Cornell University media release, 23. 4. 2007.

Transgene Kartoffeln

Antibiotika-Resistenzgen *nptII* unproblematisch

Bei der Herstellung transgener Pflanzen wird zur Identifikation von Pflanzenzellen, welche neue Erbinformationen aufgenommen haben, in der Regel neben dem Gen von Interesse auch ein Markergen übertragen. Oft wird hierbei das Kanamycin-Resistenzgen *nptII* eingesetzt – so auch in den Amflora-Kartoffeln der Firma BASF Plant Science, die eine optimierte Zusammensetzung für die industrielle Stärkeproduktion aufweisen (siehe [POINT 10-2006](#)). Nachdem ursprünglich bereits für 2007 mit einer Anbauzulassung in der EU gerechnet worden war, hat die Europäische Kommission im März eine Stellungnahme der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA angefordert. Hierbei sollte abgeklärt werden, ob von dem *nptII* Markergen in den Pflanzen negative medizinische Konsequenzen zu erwarten seien. Wie bereits 2004 bekräftigte die EFSA, dass ihrer Ansicht nach weder allgemein von Pflanzen mit *nptII* noch speziell von den Amflora-Kartoffeln ein Risiko für die Umwelt oder die tierische und menschliche Gesundheit ausgehe. Zwar sei eine Übertragung des Markergens von transgenen Pflanzen auf Mikroorganismen nicht grundsätzlich auszuschliessen, aber sehr unwahrscheinlich. Da in der Natur Kanamycinresistenz und das *nptII* Gen bei Mikroorganismen häufig beobachtet wird, sei durch transgene Pflanzen nicht mit einer Zunahme resistenter Erreger zu rechnen, die medizinische Probleme verursachen könnten. Für bestimmte andere Resistenzgene wird jedoch ein Verzicht empfohlen. Im Gegensatz zu dieser Fall-zu-Fall Beurteilung in der EU sind in der Schweiz Freisetzung und Anbau transgener Pflanzen mit Resistenzgenen gegen Antibiotika, die in der Medizin eingesetzt werden, grundsätzlich nicht gestattet.

Quellen: "[Statement of the Scientific Panel on GMO on the safe use of the nptII antibiotic resistance marker gene in genetically modified plants](#)"; EFSA, 13. 4. 2007

Kontakt

Wir freuen uns auf Ihre Fragen und Anregungen!

InterNutrition, Postfach, CH-8035 Zürich

Telefon: 043 255 2060 Fax: 043 255 2061

Homepage: <http://www.internutrition.ch>, e-mail: info@internutrition.ch

Text: Jan Lucht