

Biotechnologie sichert die Reis-Versorgung

Nahrung für die Welt



Reis ernährt einen Großteil der Menschheit. Doch das Nahrungsmittel steckt in der Krise: Klimawandel und Schädlinge setzen den Pflanzen zu. Und eine wachsende Weltbevölkerung will mit dem hochwertigen Nahrungsmittel versorgt werden. Forscher von Bayer CropScience nutzen moderne molekularbiologische Methoden, züchten neue ertragreiche Sorten und machen die Pflanzen zudem widerstandsfähiger gegen Krankheiten, Dürre und Überschwemmungen.

Es ist das wichtigste Getreide der Erde: Rund 600 Millionen Tonnen Reis werden jedes Jahr weltweit geerntet. Dennoch kann die Reis-Produktion bereits heute kaum mit dem Konsum mithalten. Seit Mitte der 1990er-Jahre liegt die Reisernte in Asien bei etwa vier Tonnen Reis pro Hektar – zu wenig für zu viele Menschen, denn: Um die Welternährung bis zum Jahr 2020 zu sichern, müssten jährlich über 780 Millionen Tonnen Reis produziert werden – rund 30 Prozent mehr als heute. Zudem sind die weltweiten Reis-Lagerbestände derzeit auf einem historischen Tief angelangt. Die Reis-Bauern stehen vor einer enormen Aufgabe: Sie müssen aus weniger mehr machen. Denn die Fläche, die ihnen zur Verfügung steht, kann nicht vergrößert werden. Es geht also darum, auf den begrenzten Böden steigende Lebensmittelmengen hervorzubringen, die noch dazu eine bessere Qualität aufweisen.

Aber nicht nur beim Reis droht in Zukunft ein Mangel: Bis Mitte des Jahrhunderts muss sich die gesamte Agrarproduktion verdoppeln, so die Welternährungsorganisation (Food and Agriculture Organization, FAO). Sie forderte 2008 „die internationale Gemeinschaft einschließlich der Privatwirtschaft dringend dazu auf, die Investitionen in Forschung und Technik auf dem Gebiet der Ernährung und Landwirtschaft deutlich zu erhöhen“.

Im Innovationszentrum für Pflanzenbiotechnologie von Bayer CropScience in Gent, Belgien, stieß dieser Appell auf offene Ohren. Dort optimieren die Forscher schon lange Nutzpflanzen, damit sie eines Tages den gestiegenen Bedarf der Menschheit stillen können. „Und eine besondere Rolle nimmt dabei der Reis ein“, erklärt Dr. Alain Sailland, Leiter der Reis-Forschung bei Bayer CropScience in Gent: „Denn vor allem in Asien ist er das Grundnahrungsmittel Nummer eins.“ Gerade dort ist es deshalb wichtig, eine stabile Nahrungsquelle zu schaffen. Denn immerhin lebt mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in dieser Region – und sie wächst rasant weiter.

Ernteerträge der Reis-Felder um 20 Prozent erhöhen

Damit das Essen in China, Indien oder Bangladesch nicht knapp wird, suchen die Forscher von Bayer CropScience in Gent nach neuen Reis-Sorten. Ihr Ziel: „Wir wollen die Ernteerträge bei Reis um 15 bis 20 Prozent erhöhen. Und das dürften wir in absehbarer Zeit auch erreichen“, erklärt Sailland. Gemeinsam mit einem engagierten Team von Molekularbiologen versucht der belgische Forscher, das Maximum aus den vielen verschiedenen Reis-Pflanzen herauszuholen, die derzeit angebaut werden. Aber das allein reicht ihnen nicht: „Wir

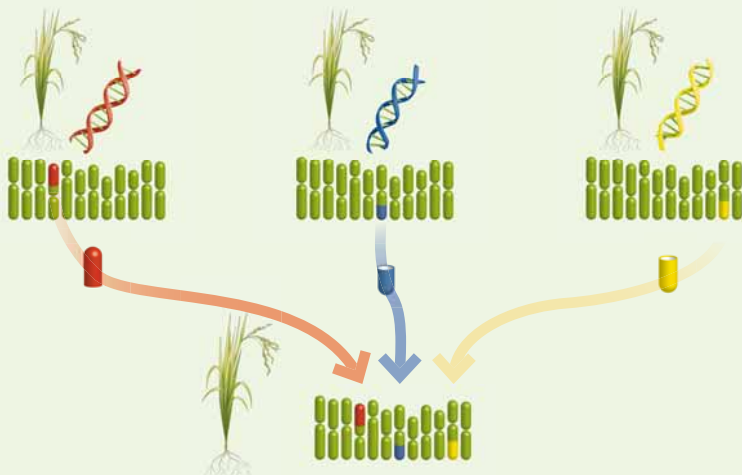
wollen auch gleichzeitig die Qualität noch etwas verbessern“, sagt Sailland. Und im Rahmen einer Kooperation mit der israelischen Pflanzenbiotech-Firma Evogene erhielten er und seine Forscherkollegen das exklusive Recht, mit zahlreichen neuen Reis-Genen zu arbeiten. Darunter sind auch solche, die eines Tages helfen könnten, die Erträge der Reis-Bauern deutlich zu steigern.

Den Pflanzenforschern in Gent geht es aber nicht nur um die Ertragssteigerung – auch wenn Sailland dieses Ziel als vorrangig bezeichnet. Die Reis-Experten wollen dem Reis auch Eigenschaften verleihen, die ihn widerstandsfähiger machen gegen die Folgen des Klimawandels: „Wir haben eine Reihe von Projekten. Darunter eines, das Reis vor den negativen Folgen einer Überschwemmung schützt. Wir arbeiten aber auch daran, den Reis unempfindlich gegen versalzene Böden zu machen“, erklärt Sailland. Sein Team trimmt Reis-

Reis-Spezialisten: Auch in Thailand ernährt Reis einen großen Teil der Bevölkerung. Die Arbeiter (Foto li.) bereiten neue Setzlinge für die Anzuchtmaten vor, die später auf Setzmaschinen verladen und dann maschinell eingepflanzt werden. Vorher werden im Reis-Forschungszentrum neue Generationen von Reis-Sorten getestet (Foto re.).



Wie der Krankheitsschutz ins Erbgut kommt



Um einen Hybrid-Reis herzustellen, der immun gegen Bakterienbrand ist, haben Bayer-Forscher verschiedene Gene aus verschiedenen Reis-Sorten in eine neue Sorte hineingezüchtet. Diese Sorte ist gegen die gefährliche Reis-Krankheit geschützt. Dank der Marker-assistierten Selektion (MAS) gelang es, jene Pflanzen herauszufischen, die alle gesuchten Gene möglichst rein in ihr Erbgut eingebaut hatten. Dargestellt sind die 12 Reis-Chromosomen und die drei Resistenz-Gene, die die Widerstandskraft der Hybrid-Sorte erhöhen.



Pflanzen aber auch auf Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge.

Neben der gezielten gentechnischen Veränderung des Reis-Erbguts steht den Bayer-Forschern seit wenigen Jahren auch die neueste Form der Pflanzenzüchtung zur Verfügung: die Marker-assistierte Selektion (MAS), auch als smart breeding – kluge Züchtung – bezeichnet. Mit einer eigenen Arbeitsgruppe entwickelt Sailland diese und andere innovative Techniken für Bayer fort, sodass sie nicht nur die Reis-Forscher nutzen können, sondern auch die Wissenschaftler, die an anderen Projekten arbeiten, zum Beispiel die Baumwollforscher um die US-Amerikanerin Linda Trolinder (s. a. „Baumwolle mit weniger Durst“, S. 78). „Die MAS hilft uns, den Prozess der Pflanzenzüchtung mit optimierten Eigenschaften entscheidend zu beschleunigen“, sagt Dr. Stephan Brunner, der bei Bayer CropScience gleich drei Projekte in der Reis-Forschung leitet. „Wir können eine Entwicklung heute nach sechs Jahren abschließen. Früher dauerte das mindestens acht.“

Überhaupt erst seit etwa zehn Jahren bekannt, läuft smart breeding langsam aber sicher der klassischen Züchtung überall auf der Welt den

Rang ab. Denn die Forscher müssen sich bei der MAS nicht mehr auf die Auswertung des äußeren Erscheinungsbilds einer Pflanze verlassen, um zu prüfen, ob oder wie intensiv sie eine bestimmte Eigenschaft geerbt hat. Brunner: „Wir benutzen zur Validierung unserer Experimente direkt das Erbgut der Pflanzen – und das ist eindeutig und damit viel aussagekräftiger als frühere Methoden.“ Tausende sogenannter genetischer Marker haben die Bayer-Biotechniker mittlerweile in ihre Datenbank aufgenommen. Jeder Marker steht für eine ganz bestimmte Gensequenz. Dieser Schnipsel ist typisch für eine bestimmte Eigenschaft der zugehörigen Reis-Pflanze: Beispielsweise, weil ein nahe gelegenes Gen an einer Stelle minimal verändert und damit funktionsunfähig geworden ist oder eine andere Aufgabe im Stoffwechsel der Pflanze übernimmt. Viele Marker stammen aus öffentlich zugänglichen Publikationen, eine ganze Reihe haben die Forscher aber auch selbst identifiziert.

Mithilfe der Marker können die Forscher das Reis-Erbgut rasch und präzise beurteilen: Sie untersuchen die marker-spezifischen Regionen des Erbguts mit biochemischen Methoden. Die Auswertung der Prüfung – vergleichbar mit der

Analyse eines Fingerabdrucks – zeigt den Forschern, wo im Erbgut die gesuchten Gene vorkommen. Dadurch erkennen Züchter sofort den sogenannten Genotyp. Sie wissen also, mit welcher Reis-Sorte sie es zu tun haben und ob die Pflanze tatsächlich die gewünschte Eigenschaft in möglichst reiner Form in ihr Erbgut übernommen hat.

Mit Markern nach dem Resistenz-Gen suchen

Sailland erläutert, was das in der Praxis bedeutet: „Wenn wir zum Beispiel testen wollen, ob eine Pflanze gegen ein Bakterium resistent ist, müssen wir sie nicht mehr mit der Krankheit infizieren und schauen, ob sie überlebt.“ Dank smart breeding reicht es heute, mithilfe eines Markers nach dem Gen zu suchen, das für die Resistenz verantwortlich ist. So können die Forscher sogar testen, ob dieselbe Pflanze gegen verschiedene Krankheiten immun ist. Das war allein mit der klassischen Züchtung unmöglich. „Sie können ein Gewächs ja nicht drei Krankheiten gleichzeitig aussetzen, das würde keine eindeutigen Ergebnisse bringen“, so der Reis-Experte.

Auf dem Weg zu den optimierten Reis-Typen kreuzen Sailland und seine



Stresstest: Im Innovationszentrum in Gent testet Dr. Alain Sailland (Foto li.) neue, ertragreiche Sorten des Getreides. Dazu werden extreme Umgebungsbedingungen (o.) simuliert und so im Labor geprüft, wie sich Ertragsstärke und Stresstoleranz des Getreides erhöhen lassen.

Mitarbeiter genetisch verschiedene Eltern-Sorten und züchten hinterher per MAS jene Sorte heraus, die möglichst viele positive Eigenschaften vereint. Die erste Reis-Sorte aus der smart-breeding-Werkstatt kam 2008 auf den Markt: Arize™ Dhani ist resistent gegen den Bakterienbrand, eine verheerende Infektion, die ganze Ernten vernichten kann. Sie ist speziell auf die indischen Wetterverhältnisse abgestimmt. Derzeit entwickeln die Forscher aus Gent neue Varianten, die an andere Umweltbedingungen und Erregertypen angepasst sind, um weitere Märkte zu erschließen.

Doch damit nicht genug: Im fortgeschrittenen Entwicklungsstadium ist sogar eine Reis-Sorte, die einer biblischen Plage übel aufstößt: Saillands Team hat ein Merkmal herausgezüchtet, das die Pflanzen wesentlich weniger attraktiv für Zikaden der Art Nilaparvata lugens macht. Sie treten in Asien oft in Schwärmen auf und fressen ganze Felder kahl. „Warum die Insekten unseren Reis nicht mögen, wissen wir nicht genau – aber das ist letztlich auch egal. Entscheidend ist, dass die neue Züchtungsmethode einmal mehr ihre Effektivität bewiesen hat“, sagt Brunner.

Eine weitere Variante aus der Bayer-Züchtung hält es beispielsweise ganze zehn Tage unter Wasser aus – also in einer Situation, in der gewöhnliche Reis-Pflanzen ersticken. Das Gen, das für diese Überflutungsresistenz verantwortlich ist, haben ursprünglich die

Forscher des öffentlich finanzierten International Rice Research Institute (IRRI) in Los Baños auf den Philippinen und der University of California in Davis, USA, gefunden. Es wird bei Sauerstoffmangel aktiv. Dann erzeugt das Getreide ein Protein, das den Reis-Stoffwechsel an die lebensfeindliche Bedingung anpasst. „Diese Resistenz ist wichtig für Küstengebiete, die immer wieder überschwemmt werden“, sagt Dr. Achim Dobermann, Direktor am IRRI. Und solche Überschwemmungen werden aufgrund des Klimawandels in Zukunft vermutlich häufiger auftreten.

Internationales Netzwerk für die Reis-Forschung

Um die Forschungsaktivitäten weiter zu vertiefen, hatten die Biotechnologen in Gent beschlossen, eine Kooperation mit dem IRRI einzugehen. Und weil diese Zusammenarbeit so fruchtbar war, plant Bayer künftig, mit dem IRRI noch enger zu kooperieren. Zum einen will man drei komplette Projekte von Anfang an gemeinsam entwickeln. Zum anderen gründeten sie vor einem Jahr gemeinsam mit vielen anderen Partnern aus aller Welt das Hybrid Rice Research and Development Consortium (HRDC), das sich zum Ziel gesetzt hat, weitere wichtige Reis-Sorten zu finden – im Kampf, den wachsenden Bedarf der Weltbevölkerung auch in Zukunft befriedigen zu können.

Nachgefragt



„Reis ist das wichtigste Grundnahrungsmittel“



„research“ sprach mit Dr. Achim Dobermann, stellvertretender Generaldirektor des International Rice Research Institute (IRRI) in Los Baños, Philippinen, über die Reis-Forschung.

Warum ist es so wichtig, neue Reis-Sorten zu finden?

Es ist ein ständiger Wettlauf mit dem Bevölkerungswachstum der Menschheit. Die in Zukunft nötigen Produktionssteigerungen müssen etwa zur einen Hälfte von optimierten Sorten kommen und zur anderen durch verbesserte Anbaumethoden.

Wie wichtig ist Reis als Nahrungsmittel überhaupt?

Für rund die Hälfte der Weltbevölkerung ist Reis das Grundnahrungsmittel. Auf ihn entfallen weltweit etwa 20 Prozent der direkten Kalorienaufnahme des Menschen. Der Reis-Verbrauch liegt in vielen asiatischen Ländern über 100 Kilogramm pro Kopf und Jahr. Außerdem bietet Reis Ernährungssicherheit und sorgt für politische Stabilität. Denn er wird fast vollständig in den Anbauländern selbst verzehrt. Nur sieben Prozent gelangen auf den Weltmarkt.

Welche Eigenschaften müssten bei Reis am dringendsten optimiert werden?

Die Erhöhung des Ertragspotenzials ist nach wie vor der Hauptschwerpunkt – vor allem, weil auf diesem Gebiet seit 30 Jahren kaum Fortschritte erzielt wurden. Wichtig sind zudem Stressresistenz, eine bessere Nährstoffaufnahme und die Optimierung der Kornqualität.

Welchen Beitrag leistet dabei Ihr Institut, das IRRI?

Wir beherbergen die weltgrößte Genbank für Reis mit etwa 110.000 Sorten. Wir versuchen, die Reis-Erzeugungssysteme in allen Aspekten zu verbessern, wir stellen wichtige Informationen bereit und wir schulen Wissenschaftler und Agrarfachleute. Unser Vorteil ist: Wir werden aus öffentlichen Mitteln finanziert und unsere Ergebnisse sind deshalb allgemein zugänglich. So helfen wir Farmern zum Beispiel mit neuen Anbauverfahren oder Bewässerungssystemen.



www.irri.org

Die englischsprachigen Netzseiten des International Rice Research Institute (IRRI) auf den Philippinen enthalten viele Infos über moderne Reis-Züchtung.