

SMART BREEDING: DIE NÄCHSTE GENERATION

MARKERGESTÜTZTE SELEKTION: EINE BIOTECHNOLOGIE ZUR PFLANZEN- ZÜCHTUNG OHNE GENTECHNIK

Zusammenfassung von Greenpeace International

Der vollständige, von Benno Vogel verfasste Report ist unter
<http://www.greenpeace.org/smartbreeding2014/> zum Download verfügbar.

Oktober 2014

GREENPEACE

SMART BREEDING: DIE NÄCHSTE GENERATION

V.i.S.d.P.: Dr. Dirk Zimmermann

Redigiert von: Janet Cotter (Greenpeace Research Laboratories)

Produziert von: Steve Erwood

Titelbild: © Michael Pettypool / Greenpeace

Übersetzt von: Angelika Brandt

Für mehr Informationen wenden Sie sich an:
presse@greenpeace.de

JN 468 (Summary)

Veröffentlicht im Oktober 2014 von

Greenpeace Deutschland

Hongkongstraße 10

20457 Hamburg

Deutschland

greenpeace.de

„SMART BREEDING“ – INNOVATIVE PFLANZENZÜCHTUNG, DIE SCHON HEUTE RESULTATE LIEFERT GREENPEACE INTERNATIONAL



Markergestützte Selektion (MAS) ist Pflanzenzüchtung mit biotechnologischen Methoden – aber ohne Gentechnik.

© Emile Loreaux / Greenpeace

Biotechnologie wird häufig fälschlich mit Gentechnik gleichgesetzt. Die Unterstützung und die Ablehnung gentechnisch veränderter Nutzpflanzen (GVO) werden dabei häufig zu einem Für oder Gegen Wissenschaft vereinfacht. Bei Biotechnologie geht es jedoch um sehr viel mehr als um Gentechnik. Die Wissenschaft und Innovationen in der Biotechnologie, die zur Pflanzenzüchtung eingesetzt werden, gehen weit über den in der Gentechnik üblichen Austausch von Genen zwischen verschiedenen Organismen durch „Ausschneiden und Einfügen“ hinaus.

Wir stehen vor der großen Herausforderung, Werkzeuge für die ökologische Landwirtschaft und nachhaltige Nahrungsmittelproduktion bereitzustellen. Neue Technologien und Innovationen sind wichtig, um den Produktionsmitteleinsatz im Anbau zu reduzieren und die Erträge zu verbessern. Sie allein können Probleme wie Infrastruktur, Zugang zu Land und Armut jedoch nicht lösen. Die Innovationen, die den größten Effekt auf eine gerechte globale Lebensmittelverfügbarkeit hätten, sind weit gefasst: Hierzu zählen Grundbesitzreformen und Eigentumsrechte, größere soziale Gerechtigkeit und Gleichberechtigung für die verschiedenen ländlichen Gruppierungen ebenso wie die Entwicklung hin zu Ernährungsformen mit geringerem Fleischverbrauch. Die Hindernisse, die diesen alternativen Innovationen im Wege stehen, haben mindestens genauso viel mit kommerziellen, institutionellen und kulturellen Hürden zu tun wie mit technischen Grenzen.

Neue Technologien können sich unter anderem auch auf die Machtverhältnisse, das Schuldenniveau der Landwirte, die Eigentumsrechte und den Marktzugang auswirken. Folglich steht viel auf dem Spiel. Dies erklärt auch, warum im 2009 erschienenen Weltagrарbericht¹ zur Lage der Landwirtschaft weltweites Wissen zusammengetragen wurde, um den bestmöglichen Einsatz von Technologien zu ermitteln – zumindest für die Entwicklungsländer. Das Fazit aus diesem Bericht: Innovationen haben viel zu bieten, wenn sie die vielen Dimensionen des Anbaus, der Nahrungsmittelproduktion und deren Management berücksichtigen. Bezeichnenderweise war in dem Bericht jedoch wenig über den potenziellen Beitrag gentechnisch veränderter Pflanzen zu lesen.

Die Gentechnik ist nicht in der Lage, komplexe, also multigenetische, Merkmale bei Pflanzen zu beeinflussen. Dabei sind dies häufig die nützlichsten – wie beispielsweise das Ertragspotenzial. Die Ergebnisse der Gentechnik sind angesichts der immensen Investitionen des privaten und öffentlichen Sektors und weitreichender politischer Unterstützung daher immer schwieriger zu rechtfertigen. Die technische Raffinesse von Gen-Pflanzen ist begrenzt, sie beschränkt sich weitgehend auf die beiden Eigenschaften Herbizidtoleranz und Insektenresistenz. Sind die vielfältigen Werkzeuge der Biotechnologie in der Lage, bessere Resultate zu erzielen? Dieser Frage geht der vorliegende Report nach.

¹ <http://www.unesco.de/iaastd.html>

MAS: eine der Gentechnik überlegene Biotechnologie

Von der Öffentlichkeit fast unbemerkt, liefert eine andere Anwendung der Biotechnologie – die markergestützte Selektion (MAS) – einen bedeutenden Beitrag. **MAS setzt auf einen klassischen Züchtungsansatz – sie ist keine Gentechnik. Vielmehr nutzt MAS die hochentwickelte genetische Markertechnologie, um genetisch festgelegte Merkmale mit Züchtung zu beeinflussen.** Sie vermittelt den neuen Pflanzensorten bestimmte Eigenschaften. Hierbei werden häufig Merkmale wilder verwandter Pflanzen oder traditioneller Sorten eingeführt, um die genetische Belastbarkeit zu erhöhen. Verglichen mit Genpflanzen gibt es bei MAS weniger Sicherheitsbedenken: Die Methode überschreitet keine Artgrenzen, sie ist akzeptabler für die Verbraucher, gelangt schneller zur Marktreife und kann komplexe Eigenschaften wie Trockenheitsresistenz besser beeinflussen.

Da die praktischen Anbauerfahrungen in der Sortenentwicklung eine wichtige Rolle spielen, ist MAS wie gemacht für die Beteiligung der Landwirte und ermöglicht regionalspezifische Züchtungen. Anders als die rein zentralisierte Züchtung, kann sie die Landwirte so mit geeigneteren, lokal angepassten neuen Sorten versorgen. Ein solcher Ansatz stellt sicher, dass die lokale genetische, klimatische und kulturelle Vielfalt berücksichtigt wird – im Gegensatz zum standardisierten und homogenisierten Modell, das die Biotech-Unternehmen mit ihrem Gentechnik-Ansatz propagieren.

Smart Breeding als Open-Source-Technologie noch erfolgreicher

Das heißt jedoch noch lange nicht, dass MAS alle Probleme der Züchtung und Sortenentwicklung im Handumdrehen löst. Oder denjenigen, die sich technologische Kontrolle erhoffen, diese auch immer bieten kann. MAS ist aber sicherlich eine wichtige Hilfe und liefert praxistaugliche Ergebnisse. **Die Vorteile von MAS kommen indes nur dann voll zum Tragen, wenn es sich um eine Open-Source-Technologie handelt, bei der es keinerlei Patente auf einzelne Verfahren gibt.**

Ein Beispiel für den Erfolg von MAS ist die Bekämpfung der bakteriellen Krankheit der Weißblättrigkeit, eine der größten Bedrohungen des Reisanbaus in bewässerten und regengespeisten Systemen in China, Indien und Indonesien. Schätzungen zufolge gehen zehn bis 30 Prozent der jährlichen Verluste bei der Reisernte auf das Konto der Weißblättrigkeit. In Thailand und Korea konnte dieses Problem durch MAS-Züchtung resistenter Sorten erfolgreich bekämpft werden. Zudem hat MAS die Lebensdauer einer populären und ertragsstarken Perlhirsesorte in Nordindien durch Einzüchtung von Resistenz gegen Falschen Mehltau verlängert – die Sorten werden auf einer Gesamtfläche von etwa 900.000 Hektar eingesetzt. Im Sudan half MAS gegen Striga, ein dort als Hexenkraut bekanntes, an Hirse parasitierendes Unkraut. Resistente Hirsesorten werden voraussichtlich schon bald auch in anderen afrikanischen Ländern angebaut werden können. Maniok, einem Grundnahrungsmittel von 200 Millionen Bewohnern Subsahara-Afrikas, wurde mittels MAS eine Resistenz gegen die Maniok-Mosaik-Krankheit in Nigeria und Tansania eingezüchtet – das Virus führt zeitweilig zu Ertragsverlusten von 20 bis 90 Prozent. In Nordamerika haben Forscher über MAS Weizensorten Pilzresistenzen vermittelt. Zu den weiteren MAS-Erfolgen zählt die Züchtung von überflutungs- und dürretolerantem Reis.

MAS spielt seine Vorteile längst in der Praxis aus und dies über Kontinente hinweg bei einer Vielzahl von Pflanzenarten. Vor zehn Jahren steckte MAS noch in den Kinderschuhen. Inzwischen ist die Methode so verbreitet, dass sich oft nicht sagen lässt, ob eine Sorte mithilfe von MAS oder mittels klassischer Züchtung entwickelt wurde. Das wiederum wirft ein deutliches Licht auf den Gen-Pflanzen-Streit: Dieser hält bereits seit über 20 Jahren an, bislang wurden aber nur die Merkmale Herbizidtoleranz und Insektenresistenz in die wichtigsten Nutzpflanzen eingebracht.

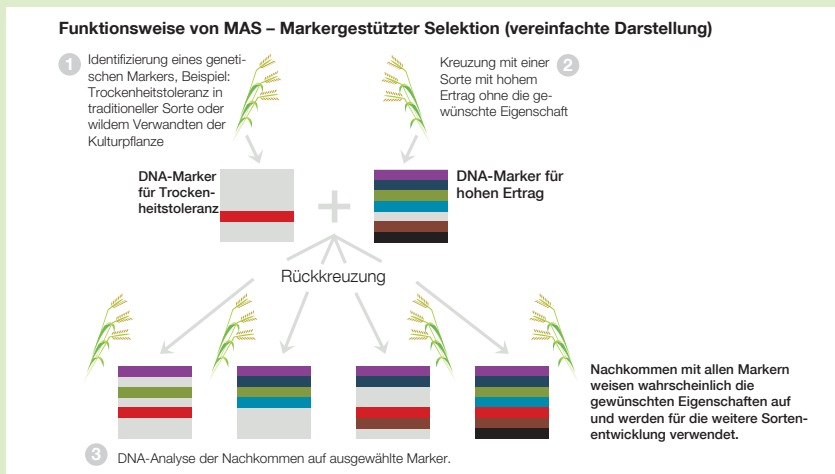
2009 veröffentlichte Greenpeace einen Report über „Smart Breeding“ (ebenfalls von Benno Vogel verfasst). Inzwischen hat die Anzahl der erfolgreich mit MAS-Züchtung beeinflussten Eigenschaften in etlichen Pflanzenarten stark zugenommen. Dies war Anlass zur vorliegenden Aktualisierung des Originalreports. Wir hoffen, der neue Report zeigt, welche wertvolle Rolle die Biowissenschaften und -technologien spielen können. Überdies freut sich Greenpeace, sinnvolle und richtungsweisende neue Technologien zu unterstützen und sie in den passenden Zusammenhang zu stellen.

ÜBERBLICK

Was ist markergestützte Selektion?

In der klassischen Pflanzenzucht werden neue Eigenschaften wie zum Beispiel süßere Erdbeeren oder größere Kartoffeln aus Kreuzungen einer Vielzahl von Erdbeeren oder Kartoffeln ausgewählt. Während sich einfache Merkmale wie Zuckergehalt oder Größe leicht messen lassen, sind komplexere Eigenschaften wie Krankheits- oder Trockenheitsresistenz für die Pflanzenzüchter sehr viel schwieriger und unter höherem Zeitaufwand zu identifizieren.

Smart Breeding oder markergestützte Selektion (MAS, auch markergestützte Züchtung genannt) umgeht dieses Problem durch die Nutzung genetischer Marker, die mit den gewünschten Eigenschaften in Zusammenhang stehen. Ist zum Beispiel bekannt, welcher Genabschnitt mit einer Krankheitsresistenz in Verbindung gebracht werden kann, müssen Züchter nicht mehr jeden Nachkommen dieser Pflanze auf die komplexe Eigenschaft untersuchen. Sie testen nur mittels einer einfachen DNA-Analyse auf den gesuchten Marker und wissen umgehend, ob die jeweilige Pflanze die Eigenschaft besitzt. Dabei wird keine DNA verändert und es werden keine Gensequenzen übertragen. Es handelt sich um klassische Züchtung mithilfe molekularbiologischer Methoden. Im Gegensatz zur Gentechnik wird kein isoliertes – meist artfremdes – genetisches Material in das Erbgut von Pflanzen eingebracht. Grundsätzlich funktioniert Smart Breeding wie die konventionelle Züchtung. Doch aufgrund der Geschwindigkeit und Genauigkeit der Methode kann Smart Breeding die klassischen Züchtungsmethoden erheblich beschleunigen.



MAS beschleunigt und vereinfacht die konventionelle Züchtung. Sie ermöglicht die gleichzeitige Bearbeitung von mehreren komplexen Eigenschaften während der Entwicklung einer neuen Sorte.

Stand der Anwendung von MAS

Aufgrund sinkender Kosten, steigender Effizienz und der Einfachheit der erweiterten Markertechnologien hat sich der Einsatz von MAS in den letzten Jahren deutlich ausgeweitet. Mittlerweile wird die Methode höchst effektiv bei einer großen Bandbreite von Pflanzen angewendet, hierzu zählen diverse Pflanzen zur Grundnahrungssicherung wie zum Beispiel Gerste, Bohnen, Maniok, Kichererbsen, Kuherbsen, Erdnüsse, Mais, Kartoffeln, Reis, Hirse und Weizen.

Da der effektive Einsatz von MAS noch nicht umfassend dokumentiert ist, wurden bislang auch keine genauen Zahlen zur Anzahl der MAS-Sorten und ihrer tatsächlichen Einführung durch die Landwirte veröffentlicht. Das vorhandene Informationsmaterial belegt jedoch, dass MAS ein wichtiges Standbein von Züchtungsunternehmen des privaten Sektors ist und eine große Rolle in staatlichen Züchtungsprogrammen spielt. Letzteres verdeutlichen die 136 von öffentlichen Instituten gezüchteten MAS-Sorten, die im Rahmen dieses Reports identifiziert wurden.

MAS gegen biotischen (biologischen) Stress

Biotische bzw. biologische Belastungen wie Viren, Pilze, Bakterien, Unkrautbefall und Insekten sind ein wesentliches Hemmnis für die landwirtschaftliche Produktivität. Die wirtschaftlichste und umweltfreundlichste Methode, um diese biotischen Hindernisse in den Griff zu bekommen, ist die Züchtung resistenter Pflanzensorten.

Gegenüber konventionellen Ansätzen sind Resistenzzüchtungen mittels MAS hocheffizient und zugleich sehr präzise. MAS beschleunigt nicht nur die Entwicklung neuer Sorten, sondern stellt auch eine einzigartige Methode zur Pyramidisierung – die Kombination von Merkmalen – dar. Sie hilft damit, eine dauerhafte Resistenz gegenüber Krankheiten und Schädlingen zu erzielen. In den letzten zehn Jahren wurde sehr deutlich, welches Potenzial MAS hat, biotischen Stress in zahlreichen Pflanzenarten zu bekämpfen. Die aktuellen Marker sind in der Lage, einige der weltweit größten Belastungen wie Reisbräune und Weißblättrigkeit bei Reis, Weizenrost, Bakterienbrand bei Bohnen, Striga in Hirse sowie die Maniok-Mosaik-Krankheit zu kontrollieren.

MAS gegen abiotischen (physikalischen und chemischen) Stress

Abiotische bzw. physikalische und chemische Belastungen wie Trockenheit, Versalzung oder Überflutung sind eine große Herausforderung für die nachhaltige Nahrungsmittelproduktion. Der anhaltende globale Klimawandel wird diese Probleme noch verstärken, so dass Pflanzen mit abiotischer Stressresistenz künftig große Bedeutung zukommen wird. MAS verfügt über ein hohes Potenzial, die Entwicklung von Pflanzen zu erleichtern mit einer Resistenz gegen abiotische Belastungen.

Doch obgleich die Anzahl der gefundenen genetischen Marker für Toleranz gegen abiotischen Stress in

den vergangenen Jahren gestiegen ist, wurden bislang nur wenige von ihnen erfolgreich in öffentlichen Züchtungsprogrammen eingesetzt. Die jüngsten Zulassungen überflutungs-, trocken- und salztoleranter Reissorten bestätigen indes das enorme Potenzial von MAS. Die Erfolge bei der züchterischen Bearbeitung von Trockenheitstoleranz in Mais, Kichererbsen und Hirse, von Salztoleranz in Hartweizen oder von Aluminiumtoleranz in Gerste deuten darauf hin, dass es künftig viele weitere Erfolgsgeschichten dieser Art geben wird.

MAS für Qualitätsmerkmale

Die Züchtung von Pflanzen mit verbesserten Qualitätsmerkmalen wie höherem Proteingehalt oder optimierter Aminosäurezusammensetzung gewinnt zusehends an Bedeutung. Dies gilt sowohl in den entwickelten Ländern als auch in den Entwicklungsländern. Noch vor Kurzem war die Verbesserung der Qualitätsmerkmale – vor allem aufgrund der Komplexität der Eigenschaften – meist ein langwieriger, kostspieliger Prozess. Die Einführung molekularer Markertechniken erlaubt es nun, Gene, die an den gewünschten Qualitätsmerkmalen beteiligt sind, zu „markieren“ und den Züchtungsprozess deutlich zu beschleunigen.

Bei Pflanzen wie Gerste, Brokkoli, Mais, Erdnüssen, Reis, Sojabohnen oder Weizen wurde MAS bereits erfolgreich eingesetzt, um Qualitätsmerkmale zu verbessern. Beispiele hierfür sind die Züchtung von Weizensorten mit hohem Gehalt an Kornprotein und von Reissorten mit verbesserter Kochqualität. MAS nutzt die natürliche genetische Variabilität der Mikronährstoffspiegel und wird derzeit zur Züchtung von Pflanzen mit höheren Konzentrationen von Provitamin A, Eisen und Zink in diversen Pflanzen eingesetzt.

Nutzung der natürlich vorhandenen Vielfalt mit MAS

Trotz der großen Bedeutung von Genen (oder Allelen), die in wilden Verwandten und Landrassen, also traditionellen Sorten, vorhanden sind, waren die Züchter bislang eher zurückhaltend diese Sorten in ihren Züchtungsprogrammen einzusetzen. Die Hauptursache hierfür sind Probleme durch den Co-Transfer unerwünschter Gene, die mit dem gewünschten Merkmal verbunden sind, da dies zu Ertragsrückgängen führen kann. Doch heute ermöglicht der Einsatz molekularer Marker, kleine Genabschnitte von wilden Verwandten oder Landrassen sehr präzise in Varietäten mit hohem Ertrag einzuzüchten, zum Beispiel in Elite-Sorten.

Damit liefert MAS den Züchtern Instrumente, um die vielfältigen Ressourcen, die die verwandten Wildarten von Kulturpflanzen und die genetische Variation der Landrassen bieten, wirksam zu nutzen. Mittels MAS wurde diese genetische Variation in den vergangenen Jahren erfolgreich erschlossen, um bessere Merkmale in eine Reihe von Pflanzen einzuzüchten. So ließen sich etwa hohe Erträge in Reis und Tomaten, Gelbrostresistenz in Weizen, Resistenz gegen Zwergzikaden in Reis oder hohe Proteinqualitäten in Mais erwirken.

Pflanzenzüchtung an der Basis: Beteiligung der Landwirte

Partizipative Pflanzenzüchtung (PPZ) ist ein Züchtungsansatz, der die wissenschaftsbasierten Methoden mit der Erfahrung von Landwirten kombiniert. PPZ bietet eine schnelle, kosteneffiziente Strategie, um regionalspezifische, von Landwirten bevorzugte, höherwertige Sorten zu züchten. Daher steigt aktuell das Interesse, die Landwirte an der Sortenentwicklung zu beteiligen.

Obwohl sich PPZ überwiegend auf klassische Züchtungsmethoden konzentriert, haben einige richtungsweisende Programme bereits damit begonnen, das Wissen der Landwirte mit MAS zu kombinieren. Die ersten Sorten, die durch Verschmelzung der „Bottom-up“- und „Top-down“-Ansätze gezüchtet wurden, sind bereits für den Anbau freigegeben. Hierzu zählen UMUCASS 33, eine virusresistente Manioksorte, Birsra Vikas Dhan 111, eine trocken-tolerante Reissorte, und HHB 67-Improved, eine krankheitsresistente Perlhirsesorte.

Ausblick: Wissenschaft und Technologie für das Saatgut der Zukunft

MAS hat sich als wertvolles Instrument zur Pflanzenzüchtung erwiesen. Doch die Anwendung birgt aktuell auch noch Nachteile wie hohe Kosten oder Mangel an züchterfreundlichen Markern. Neue Werkzeuge und Technologien wie die Next-Generation-Sequenzierung, Hochdurchsatzgenotypisierung und Genomweite Selektion führen dazu, dass MAS zunehmend auf dem gesamten Genom anstatt auf kleinen Abschnitten basiert. Die Anzahl der Pflanzenarten mit sequenzierten Genomen wächst stetig, so dass die aktuellen Nachteile wohl schon in naher Zukunft überwunden sein werden. Dank der jüngsten technologischen Fortschritte eignet sich MAS zusehends für die Pflanzenzüchtung im öffentlichen Sektor, was zur weitflächigen Einführung von MAS für immer mehr Pflanzenarten in immer mehr Ländern führen dürfte.

MAS wurde bereits verwendet, um eine große Bandbreite erwünschter Merkmale in eine Vielzahl von Pflanzen einzuzüchten. Es ist somit sehr wahrscheinlich, dass die Akzeptanz weiter steigt. Gegenüber der Gentechnik bietet MAS gleich mehrere Vorteile: MAS überschreitet keine Artgrenzen, gibt weniger Anlass zu Sicherheitsbedenken, wird von der Öffentlichkeit akzeptiert und ist zudem für die biologische Landwirtschaft zugelassen.

Auf der Website von Greenpeace International finden Sie weitere Informationen über die ökologische Landwirtschaft und ihre Möglichkeiten. <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/agriculture/solution-ecological-farming/>



Die unkontrollierbare
Ausbreitung von Gen-
Pflanzen kann Nachbar-
felder kontaminieren.
Diese Sorge besteht
für konventionelle
Züchtungsmethoden
wie MAS nicht.
© Greenpeace / Pedro
Armeste

GREENPEACE

Greenpeace ist eine internationale Umweltorganisation, die mit gewaltfreien Aktionen für den Schutz der Lebensgrundlagen kämpft. Unser Ziel ist es, Umweltzerstörung zu verhindern, Verhaltensweisen zu ändern und Lösungen durchzusetzen. Greenpeace ist überparteilich und völlig unabhängig von Politik, Parteien und Industrie.

Für mehr Informationen wenden Sie sich an:

presse@greenpeace.de

JN 468 (Summary)

Veröffentlicht im Oktober 2014 von

Greenpeace Deutschland

Hongkongstraße 10

20457 Hamburg

Deutschland