

## Genom- Forschung



**Weintrauben**

Photo Patrick Tregenza  
©USDA-ARS

### Erbgut der Wein-Rebe entschlüsselt

Wein ist eines der ältesten Genussmittel der Menschheit – wohl schon in der Steinzeit wurde das Getränk geschätzt. Ein vielköpfiges Forscher-Konsortium aus den wichtigen Weinbauländern Frankreich und Italien hat nun das Erbgut der Weinrebe buchstabiert, und damit einen Einblick in die biochemischen Geheimnisse und die geschichtliche Entwicklung dieser wichtigen Nutzpflanze ermöglicht.

Nach der mit dem Raps verwandten Arabidopsis, dem Reis als Vertreter der Getreide und der Pappel als repräsentativem Baum wurde damit nun das Genom der vierten Pflanzenart entschlüsselt, und zugleich der ersten Nutzpflanze, bei der die Früchte gegessen werden. Als Grundlage für die Versuche diente eine spezielle Pinot Noir-Sorte, die aufgrund jahrelanger Rückkreuzungen in Vergleich zu anderen Rebsorten eine ausserordentliche genetische Homogenität aufweist. 487 Millionen Basenpaare, die Buchstaben des genetischen Codes, konnten die Wissenschaftler so entziffern.

Von den etwa 30.000 hierbei identifizierten Genen konnte eine grosse Zahl biochemischen Stoffwechselschritten zugeordnet werden, welche bei der Entstehung von Geschmacks- und Aromastoffen in Wein wichtige Funktionen ausüben. Weinreben tragen deutlich mehr derartige Erbinformationen als die anderen bisher sequenzierten Pflanzenarten. Diese Vielfalt ist die Grundlage für die grosse geschmackliche Komplexität, die gute Weine haben können. Das Zusammenspiel der vielfältigen genetisch kodierten Eigenschaften bei der Geschmackentstehung ist allerdings erst wenig verstanden.

Die genaue Kenntnis der Erbanlagen der Weinreben wird in Zukunft eine wichtige Rolle bei der Zucht und Auslese neuer Rebsorten spielen. Dabei können nicht nur für den Geschmack relevante Eigenschaften berücksichtigt werden, sondern auch Gene welche an der Abwehr von Krankheitserregern, wie Pilzen oder Viren, beteiligt sind. Hiervon können sowohl die klassischen Züchtungsverfahren – durch die Verfolgung "molekularer Marker" für bestimmte Eigenschaften bei Kreuzungen – profitieren als auch neuartige Ansätze, bei denen erwünschte Eigenschaften zwischen verschiedenen Rebsorten mit Hilfe der Gentechnik übertragen werden.

Der "Spitzenwein aus dem Labor" wird damit aber noch lange nicht Realität. Zusätzlich zu günstigen genetischen Eigenschaften der Reben braucht es hierzu spezielle Anbaubedingungen, gute Böden, ein förderliches Klima. Technologische Entwicklungen mögen hier neue Impulse verleihen, die Jahrtausende lange Erfahrung und das Können des Kellermeisters können sie nicht ersetzen.

**Quellen:** The French–Italian Public Consortium for Grapevine Genome Characterization 2007, "[The grapevine genome sequence suggests ancestral hexaploidization in major angiosperm phyla](#)", Nature advance online publication, 26. 8. 2007; "[Grape genome unpicked - Vintage sequence could lead to improved pest resistance and new wine flavours](#)", Nature News ([www.nature.com](http://www.nature.com)), 26. 8. 2007.

## Nahrungs- Qualität

### Mais und Sojabohnen mit weniger Phytinsäure

Eine angemessene Phosphor-Versorgung durch die Nahrung ist sowohl für die menschliche Gesundheit als auch für ein optimales Gedeihen von Nutztieren von grosser Wichtigkeit. Getreide und Hülsenfrüchte enthalten zwar ausreichende Mengen von Phosphor, allerdings liegt ein Grossteil davon in chemisch fest gebundener Form als Phytinsäure vor. Diese kann von Nicht-Wiederkäuern nur schwer verwertet werden, ein Grossteil des Phosphors wird so wieder ungenutzt ausgeschieden. Da Phytinsäure überdies Metallionen bindet, trägt eine weitgehend auf Getreide und Hülsenfrüchten beschränkte menschliche Ernährung besonders in Entwicklungsländern zu dem dort verbreiteten Eisen- und Zinkmangel bei.

Um eine ausreichende Phosphor-Zufuhr zu gewährleisten, kann bei der Mast von Nicht-Wiederkäuern, wie Geflügel, Schweinen und Fisch, dem Futter zusätzliches Phosphat zugesetzt werden. Die unverdaut ausgeschiedene Phytinsäure bewirkt bei intensiver Tierhaltung eine hohe Phosphor-Belastung des Abwassers, kann zur Gewässer-Überdüngung beitragen und hat so nachteilige Umweltauswirkungen. Alternativ dazu kann dem Futter ein Enzym, Phytase, beigemischt werden, welches bei der Verdauung den Abbau von Phytinsäure in den Futtermitteln unterstützt und den darin bereits natürlich vorhandenen Phosphor zugänglich macht – ein wirksames, aber teures Verfahren.

In zahlreichen Nutzpflanzenarten wurden Mutanten isoliert, welche einen geringeren Gehalt an Phytinsäure und zugleich einen höheren Gehalt an verfügbarem Phosphor aufweisen – ein hoffnungsvoller Ansatz, um die Nahrungs- und Futtermittelqualität zu steigern. Bei der näheren Charakterisierung dieser Pflanzen stellte sich jedoch heraus, dass sie ungünstige agronomische Eigenschaften aufweisen, wie reduzierte Stresstoleranz, Zwergwuchs und reduzierte Samenentwicklung. Offenbar hat die Phytinsäure eine wichtige Funktion im Entwicklungszyklus der Pflanzen.

An dieser Stelle setzen neue Forschungsarbeiten aus der Forschungs- und Entwicklungsabteilung der Saatgutfirma Pioneer Hi-Bred an. Was wäre, wenn es gelänge den Phytinsäuregehalt spezifisch in den Pflanzensamen zu reduzieren, ohne ihn in anderen Pflanzenteilen zu verändern? Den Wissenschaftlern gelang es, aus Maispflanzen ein Gen (*lpa1*) zu klonieren, welches in Maismutanten mit niedrigem Phytinsäuregehalt verändert ist. Das Produkt dieses Gens ist ein Transport-Eiweiss, welches anscheinend bei der Anhäufung von Phytinsäure eine Rolle spielt. Fragmente dieses Gens wurden im Reagenzglas mit einem Pflanzen-Embryo-spezifischen Promotor zu einem "silencing"-Konstrukt zusammengesetzt, welches vor allem in den Samen abgelesen werden sollte und hier die Funktion des an der die Phytinsäure-Anreicherung beteiligten *lpa1*-Gens abschalten sollte.

In der Tat wiesen transgene Maispflanzen, den das "silencing"-Konstrukt eingebaut worden war, einen deutlich niedrigeren Phytinsäuregehalt in den Körnern auf. Selbst eine Reduktion um 75%, bei gleichzeitiger starker Zunahme des Gehalts an verfügbarem ungebundenem Phosphat, hatte keine nachteiligen Auswirkungen auf das Gewicht oder die Keimung der Maissamen. Mit einer ähnlichen gentechnischen Strategie konnten auch Sojapflanzen mit einem bis zu 90% reduzierten Phytinsäuregehalt und einer 15-30-fachen Erhöhung des verfügbaren Phosphorgehalts in den Bohnen erzielt werden. Die neue Technologie könnte in Zukunft einen Beitrag für verbesserte Nahrungs- und Futtermittel und eine verringerte Phosphatbelastung

der Umwelt leisten.

**Quellen:** Jinrui Shi et al. 2007, "[Embryo-specific silencing of a transporter reduces phytic acid content of maize and soybean seeds](#)", Nature Biotechnology 25:930-937; Victor Raboy 2007, "[The ABCs of low-phytate crops](#)", Nature Biotechnology 25:874-875.

## Schad- Insekten

### Der Mais-Wurzelbohrer breitet sich weiter aus – jetzt auch in Deutschland

Der Westliche Maiswurzelbohrer *Diabrotica virgifera* befällt und schädigt Maiskulturen weltweit auf etwa 20 Millionen Hektaren. Ein Viertel dieser Fläche wird mit Insektiziden behandelt, damit ist *Diabrotica* der Schädling gegen den die meisten Spritzmittel eingesetzt werden. Die Schäden sind immens: allein in den USA verursacht der kleine Käfer jährlich Ernteschäden und einen Bekämpfungsaufwand von über einer Milliarde US-Dollar. Der Wurzelfrass durch die Käferlarven ist das grösste Problem, bei starkem Befall und ohne Behandlung können bis zu 80% der Maispflanzen abknicken. Die ausgewachsenen Käfer ernähren sich von Mais-Narbenfäden, Pollen und zarten Blättern, sie können bis zu 24 km am Stück fliegen.

Seit dem Ende der 80er Jahre breitet sich der Maiswurzelbohrer vom Balkan her immer mehr auch in Europa aus und richtet hier zunehmend Schäden an. Dabei finden sich neue Befallszentren oft in der Nähe von Flugplätzen, Häfen oder anderen Verkehrsknotenpunkten – der Käfer nutzt offenbar gerne moderne Verkehrsmittel. In Italien und Österreich hat sich der Schädling fest etabliert, in Frankreich, der Schweiz, Belgien, den Niederlanden und in Grossbritannien wurden vereinzelte Exemplare gefangen.

In den letzten Wochen wurde der Maiswurzelbohrer nun erstmals auch in Deutschland nachgewiesen. Am 24. Juli wurden in der Nähe des Flughafens Lahr in Baden-Württemberg die ersten Käfer gefangen, am 14. August in Passau (Bayern), am 17. August in der Nähe des Flughafens von München, und am 22. August am Bodensee bei Salem. Am gleichen Tag wurden auch im Elsass in der Nähe des Flughafen Basel, im Dreiländereck D/CH/F, mehrere Käfer gefunden. Eine Ausrottung des Schädlings in Europa halten Experten für unmöglich, ein Ziel der gesetzlich vorgeschriebenen Bekämpfungs- und Quarantänemassnahmen – zu denen auch Insektizidwendungen gehören – ist die Verlangsamung einer weiteren Ausbreitung.

Die Vermehrung des Maiswurzelbohrers kann am wirksamsten mit einer gezielten Fruchtfolge gebremst werden, bei der ein aufeinander folgender Anbau von Mais vermieden wird – für manche Gebiete, in denen ein intensiver Maisanbau betrieben wird, würde dies eine grosse Umstellung der Wirtschaftsweise erfordern. Als Alternative zu den teuren Insektizidbehandlungen sind seit 2003 in den USA und Kanada auch gentechnisch veränderte Maispflanzen zugelassen, welche das Käfer-spezifische Bt-Eiweiss Cry3Bb1 produzieren und die Pflanzen so sehr erfolgreich gegen *Diabrotica* schützen. Bereits 2005 wurden in den USA auf über 2 Millionen Hektaren GVO-Maissorten angebaut, die gegen den Wurzelbohrer resistent sind. Die Maissorte MON863 ist seit 2005 in der EU als Futtermittel, seit 2006 auch als Lebensmittel zum Import zugelassen; ein Anbau ist noch nicht bewilligt.

**Quellen:** "[Westlicher Maiswurzelbohrer \(\*Diabrotica virgifera virgifera\*\) – Aktuelle Situation und Hintergründe](#)", Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft BBA (D); "[Westlicher Maiswurzelbohrer: Ein Schädling erobert Europa](#)", [www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de), 25. 7. 2007; "[Sicherheitsforschung Mais: Warten auf \*Diabrotica\*](#)", [www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de), 25. 7. 2007.

## Lebensmittel

### EFSA findet keinen Einfluss von GVO-Futtermitteln auf tierische Produkte

Während in der Schweiz und der EU die Kennzeichnung von Lebensmitteln aus GVO klar und eindeutig vorgeschrieben ist, müssen Fleisch, Milch und Eier von Tieren, die mit GVO-Pflanzen gefüttert wurden, nicht deklariert werden. Dabei ist die GVO-Fütterung in vielen Ländern der EU verbreitete Praxis. In der Schweiz ist sie ebenfalls mit zugelassenen GVO-Sorten gestattet, auch wenn sie gegenwärtig nur eine untergeordnete Rolle spielt. Immer wieder wird diese "Kennzeichnungslücke" kritisiert, und gefordert auch tierische Produkte als GVO-Lebensmittel anzuschreiben, sofern die Tiere mit gentechnisch veränderten Pflanzen gefüttert wurden. Diese spielen auf dem Weltmarkt für Futtermittel eine immer grössere Rolle. Die EU Kommission hat im Frühjahr bei der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA eine Studie in Auftrag gegeben, in der die Frage geklärt werden sollte ob es wissenschaftliche Belege dafür gibt dass sich Milch, Fleisch und Eier von GVO-gefütterten Tieren von den Produkten ihrer konventionell ernährten Artgenossen unterscheiden.

Die nun vorliegende Literaturarbeit trägt den aktuellen Kenntnisstand zum Schicksal rekombinanter DNA oder der Transgen-Produkte bei Verarbeitung, Verzehr und Verdauung im tierischen Organismus zusammen. Bereits bei der Futter-Zubereitung, spätestens aber bei der Verdauung in Magen und Darm werden das Erbmaterial DNA sowie die Nahrungs-Eiweisse in kleine und kleinste Bruchstücke zerlegt, die dann vom Körper aufgenommen werden und dem Stoffwechsel zugeführt werden. In ihrem Abbau unterscheiden sich konventionelle und GVO-Futtermittel nicht. Es können keine intakten, funktionellen DNA-Abschnitte oder Eiweisse aus dem Futter im Organismus der Tiere oder in ihren Produkten gefunden werden. Mit äusserst empfindlichen Nachweismethoden lassen sich dagegen kleine Fragmente aus dem Futter im Körper der Tiere nachweisen, so z. B. Bruchstücke pflanzlicher Gene. Diese kleinen Stücke haben jedoch keine biologische Aktivität – schon seit jeher nehmen Tiere und Menschen mit der Nahrung grosse Mengen fremder Eiweisse und Gene auf, ohne dass dies zu nachteiligen Folgen geführt hätte.

Vom rein naturwissenschaftlichen Standpunkt gibt es daher keine Hinweise auf einen Unterschied zwischen den Produkten mit und ohne GVO gefütterter Tiere. Ob eine Kennzeichnung hier sinnvoll ist oder nicht, ist daher eher eine politische als eine wissenschaftliche Frage.

**Quellen:** ["EFSA statement on the fate of recombinant DNA or proteins in meat, milk and eggs from animals fed with GM feed"](#), EFSA, 20. 7. 2008; ["EFSA: Transgene DNA wird nicht anders verdaut als andere DNA"](#), [www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de), 3. 8. 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](mailto:info@internutrition.ch)

*Text: Jan Lucht*