

# InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 164  
September 2015

## Inhalt

<i>Gesundheits-Schutz: Wirkstoff gegen Lebensmittel-Vergiftungen aus Gemüse</i> .....	S. 1
<i>Biofortifikation: Vitamin in Folsäure-angereichertem Reis mit hoher Stabilität</i> .....	S. 2
<i>Stoffwechsel-Design: Gene aus seltener Himalaya-Pflanze produzieren Krebsmedikament in Tabakpflanzen</i> .....	S. 3
<i>China: Rückgang des GVO-freien Soja-Anbaus, massiver Anstieg der GVO-Soja-Importe</i> .....	S. 4
<i>Öffentliche Diskussion: Pflanzenwissenschaften, Patente, und Ernährungssicherheit (ETH Zürich, 9.10.2015)</i> .....	S. 5

## Gesundheits-Schutz



**Gesunder Spinat – er könnte auch vor Infektionen schützen**

Photo: [jabras](#),  
[©Canstockphoto.com](#)

## Wirkstoff gegen Lebensmittel-Vergiftungen aus Gemüse

Gemüse ist nahrhaft und gesund – und könnte in Zukunft sogar einen wichtigen Beitrag gegen Lebensmittel-Vergiftungen leisten. Mit Bakterien verunreinigte Nahrungsmittel führen regelmässig zu Gesundheitsproblemen, schweren Erkrankungen und sogar zu Todesfällen. Besonders häufig werden Lebensmittel-Infektionen durch *Escherichia coli*-Bakterien aus der EHEC-Gruppe ausgelöst. Im Jahr 2011 waren in Europa gegen 4'000 Personen an einer EHEC-Infektionswelle erkrankt, etwa 50 davon starben. Als Infektionsquelle damals wurden kontaminierte Bio-Sprossen vermutet. In den USA werden jährlich etwa 100'000 Krankheitsfälle, 3'000 Spitalaufenthalte und 90 Todesfälle auf eine EHEC-Infektion zurückgeführt. Der Grossteil der Erkrankungen wird durch den Verzehr von mit Bakterien verunreinigtem Fleisch und anderen tierischen Produkten ausgelöst, aber auch belastetes Gemüse oder Früchte können zu einer Infektion mit EHEC-Bakterien führen.

Nur wenige Verfahren stehen heute zur Verfügung, um Bakterien auf Lebensmittel zu inaktivieren. Dazu gehört die Erhitzung oder eine Behandlung mit organischen Säuren, was aber den Geschmack nachteilig beeinflussen kann. Eine Antibiotika-Behandlung der Lebensmittel könnte zwar die Bakterien abtöten, würde aber unweigerlich Rückstände hinterlassen und damit die Entwicklung resistenter Keime begünstigen. Sie kommt daher nicht in Frage.

Eine medizinisch unproblematische Alternative zum Antibiotika-Einsatz könnte eine Behandlung der Lebensmittel mit Colicinen sein. Hierbei handelt es sich um natürlich vorkommende, hoch wirksame Eiweisse, die von manchen *E. coli*-Bakterienstämmen gebildet werden um konkurrierende Coli-Bakterien auszuschalten. Obwohl Colicine bereits seit 90 Jahren untersucht werden, steht bisher kein Verfahren zur wirtschaftlichen Produktion in grösseren Mengen zur Verfügung.

Ein Forscherteam aus den zwei im deutschen Halle ansässigen Biotech-Unternehmen Icon Genetics und Nomad Bioscience um die beiden Wissen-

schaftler Anatoli Giritch und Yuri Gleba hat nun ein Verfahren präsentiert, mit dem Colicine preiswert und in grossen Mengen in Pflanzen produziert werden können. Dabei wurden verschiedene Genkonstrukte, welche die Produktion von Colicinen steuern, vorübergehend in Tabak, Spinat, oder wilden Mangold eingeschleust, worauf die Pflanzenzellen begannen Colicin zu bilden. Nach Ernte der Pflanzen konnte das Colicin aus den Blättern isoliert werden. Die Forscher konnten zeigen, dass diese Colicine – alleine oder in Kombination mehrerer Varianten – gegen Kulturen der wichtigsten EHEC-Colistämme aktiv waren und einen Grossteil der Bakterien abtöteten konnten. Wurden Schweinesteaks mit einer Bakterienbrühe des besonders aggressiven *E. coli*-Stamms O157:H7 getränkt und anschliessend mit einem Colicin-haltigen Pflanzenextrakt besprüht, waren bereits nach einer Stunde 99% der Bakterien abgetötet. Bei einer kühlen Lagerung des Steaks ging die Zahl der Bakterien weiter zurück, nach drei Tagen konnte eine mehr als tausendfache Reduktion der Keimzahl im Vergleich zu unbehandeltem Fleisch beobachtet werden.

Da Colicine auch ständig in kleinen Mengen von menschlichen Darmbakterien gebildet werden, haben diese keine nachteiligen Auswirkungen auf die Gesundheit, könnten aber einen wichtigen Beitrag dazu leisten Lebensmittel durch Oberflächenbehandlung oder als Zusatzstoff gegen Befall mit krankheitserregenden EHEC-Bakterien zu schützen. Die Forscher haben errechnet, dass die Produktion von einem Gramm Colicin mittels ihres Verfahrens in Pflanzen im Grossmassstab etwa einen US\$ kosten würde. Ein Gramm Colicin würde ausreichen, um über 100 kg Lebensmittel gegen Bakterien zu behandeln – dies wäre also eine sehr preiswerte Massnahme, um die Gesundheit der Konsumenten zu schützen. Eine Colicinproduktion in Gemüse, wie hier gezeigt z. B. in Spinat oder Mangold, hätte den Vorteil dass die Pflanzenextrakte – die ja aus Nahrungspflanzen gewonnen werden – direkt und ohne aufwändige Reinigung zur antibakteriellen Behandlung von Lebensmitteln eingesetzt werden können. Die Autoren gehen davon aus, dass eine Zulassung von Colicinen zur Lebensmittel-Behandlung in den USA schnell und mit geringen Aufwand möglich sein sollte, da diese natürlicherweise auch im menschlichen Darm gebildet werden und daher als allgemein als sicher anerkannt («Generally recognized as safe», GRAS) gelten. Daher sollten für eine Zulassung als Lebensmittel-Zusatz keine aufwändigen Sicherheitsstudien erforderlich sein. So könnte ihr Verfahren die Grundlage zur einfachen Bekämpfung eines globalen Gesundheitsrisikos, die Lebensmittel-Infektion durch krankheitserregende *E. coli*-Stämme, werden.

**Quellen:** Steve Schulz et al. 2015, [Broad and efficient control of major foodborne pathogenic strains of Escherichia coli by mixtures of plant-produced colicins](#), Proc. Natl. Acad. Sci. USA (in press 08.09.2015), DOI:[10.1073/pnas.1513311112](#)); [Genetically Modified Plants Could Eliminate Food Poisoning](#), Popular Science ([www.popsci.com](#)), 11.09.2015

## Bio- Fortifikation

### Vitamin in Folsäure-angereichertem Reis mit hoher Stabilität

Eine wichtige Strategie um die Vitaminversorgung der Bevölkerung in armen Ländern zu verbessern ist die Biofortifikation, die Steigerung des Vitamingehalts von Grundnahrungsmitteln durch züchterisch verbesserte Pflanzensorten. Dabei kommt es allerdings auch auf die Haltbarkeit der Vitamine und die Lagerfähigkeit der Lebensmittel an. Belgische Forscher zeigen nun, wie bei Reis der Gehalt an Folsäure (Vitamin B9) gesteigert und langfristig gesichert werden kann.

Der Mensch ist auf eine regelmässige Folsäure-Zufuhr mit der Nahrung

angewiesen. Ein Mangel kann Blutarmut und Herz-Kreislauf-Erkrankungen auslösen, auch besteht ein Zusammenhang mit bestimmten Krebserkrankungen und Alzheimer. Schwangere haben einen besonders hohen Folsäure-Bedarf, eine Unterversorgung kann die Embryonalentwicklung schädigen und zu Neuralrohrdefekten und zur Fehlbildung Spina bifida (Wirbelspalt) führen. Folsäure ist reichlich vorhanden in Hülsenfrüchten, Weizenkeimen, in Leber und grünem Blattgemüse, fehlt aber fast vollständig in wichtigen Grundnahrungsmitteln wie Mais oder Reis. In vielen ärmeren Weltregionen führt eine unausgewogene Ernährung zu Folsäure-Mangel. In manchen Regionen Chinas und Indiens liegt die Häufigkeit von Neuralrohr-Defekten bei Embryonen mindestens 10-fach über der in westlichen Ländern.

Die Biofortifikation von Reis durch eine Folsäure-Anreicherung könnte daher für viele Entwicklungsländer einen deutlichen Gesundheitsnutzen bringen. Im Jahr 2007 gelang es einem Forschungsteam der Universität Ghent um Prof. Dominique Van Der Straeten durch Einbau zweier pflanzlicher Stoffwechsel-Gene eine Reislinie mit 100-fach erhöhtem Folsäuregehalt zu züchten. 25 g von Reiskörnern dieser Linie enthalten den täglichen Bedarf eines Menschen. Eine neue, jetzt in der Fachzeitschrift «Nature Biotechnology» veröffentlichte Arbeit zeigt jedoch, dass der Vitamingehalt der ursprünglich produzierten Reislinie nicht stabil ist. Nach 4-monatiger Lagerung ging der Vitamingehalt auf die Hälfte zurück, danach erfolgte ein weiterer, langsamerer Abbau. Dieses Resultat ist nicht überraschend, da viele Vitamine empfindlich und wenig haltbar sind.

Um eine längerfristige Lagerung der mittels Biofortifikation angereicherten Reiskörner zu ermöglichen, prüften die Wissenschaftler zwei Strategien, die sich beide als erfolgreich herausstellten. Zusätzlich zu den Vitamin-Stoffwechselgenen fügten sie den Pflanzen entweder das Gen für ein Folsäure-Bindeprotein (ursprünglich aus Kuhmilch) oder ein weiteres an der Folsäuresynthese beteiligtes Pflanzengen zu, dass durch die Verlängerung des Vitaminmoleküls eine bessere Bindung an Zellbestandteile ermöglicht. In beiden Fällen zeigte sich, dass der hohe Folsäure-Gehalt der gentechnisch veränderten Reispflanzen über einen Zeitraum von vier Monaten stabil war. Damit sollten diese Pflanzen, selbst nach längerer Lagerung der Körner und den beim Kochen unvermeidlichen Vitaminverlusten immer noch einen wichtigen Beitrag zur Vitaminversorgung leisten können. Die Forscher betonen, dass Fragen der Vitamin-Haltbarkeit bei der Biofortifikation verstärkt Beachtung geschenkt werden sollte.

**Quellen:** Dieter Blancquaert et al. 2015, [Improving folate \(vitamin B9\) stability in biofortified rice through metabolic engineering](#), Nature Biotechnology (in press 21.09.2015), DOI:[10.1038/nbt.3358](#); [Scientists have developed rice with high folate stability](#), Ghent University media release, 21.09.2015

## Stoffwechsel- Design

### Gene aus seltener Himalaya-Pflanze produzieren Krebsmedikament in Tabakpflanzen

Pflanzen produzieren eine grosse Zahl chemisch komplizierter Stoffwechselprodukte mit mannigfaltigen biologischen Eigenschaften. Viele davon werden auch als Arzneimittel eingesetzt. Das genaue Verständnis der Synthesewege und der daran beteiligten Gene ist noch sehr beschränkt. Das erschwert die Suche nach Alternativen zur Extraktion der Wirkstoffe aus oft seltenen und gefährdeten Pflanzenarten. Eine neue Untersuchung zeigt, wie ein wichtiges Krebsmedikament mit Hilfe der Gene einer raren Medizinpflanze in Tabakpflanzen hergestellt werden kann.

Der Himalaya-Maiapfel ist ein kleines Kraut, das in der Himalaya-Region oberhalb von 2000 m wächst - und das nur sehr langsam. Aus der giftigen Pflanze wird der Wirkstoff Podophyllotoxin gewonnen werden, der nach mehreren chemischen Umwandlungen die Grundlage für das verbreitet eingesetzte Krebsmedikament Etoposid ist. Um den Stoffwechsel in der Pflanze zu verstehen und die Produktion des Wirkstoffs möglicherweise in einen anderen Organismus zu verlagern, untersuchten Warren Lau und Elizabeth S. Sattely von der Stanford University die Gene des noch kaum untersuchten Himalaya-Maiapfels. Aus einer grossen Zahl von Kandidaten identifizierten sie schliesslich 29 Stoffwechsel-Gene, die möglicherweise an der Synthese von Podophyllotoxin beteiligt sind.

Durch Einbau verschiedener Kombinationen dieser Gene in eine mit dem Tabak nahe verwandte, rasch wachsende Laborpflanze und Analyse der Stoffwechsel-Produkte konnten sie die Funktionen der Genprodukte beschreiben. Schliesslich gelang es ihnen, durch die Übertragung von 10 Genen in den Tabakpflanzen eine Substanz zu produzieren, die ein direkter Vorläufer des Krebsmittels Etoposid ist – die Umwandlung der aus der Tabakpflanze isolierten Substanz in das Medikament ist viel einfacher und kostensparender als die bisherige chemische Synthese ausgehend von dem Podophyllotoxin. Durch den kombinatorischen Ansatz konnte so nicht nur wie erhofft der Stoffwechselweg aus dem Himalaya-Maiapfel aufgeklärt und in eine rasch wachsende Laborpflanze übertragen werden, sondern sogar ein wertvolleres Endprodukt geschaffen werden als ursprünglich angestrebt. Dies eröffnet die Möglichkeit, zukünftig das wichtige Krebsmedikament Etoposid ohne den aufwändigen Anbau von Himalaya-Maiapfel herstellen zu können. Ausserdem könnte es durch eine geeignete Kombination von Stoffwechsel-Genen möglich werden, pharmakologisch wirksame Substanzen mit einem weiter verbesserten Wirkungsprofil zu gewinnen.

**Quellen:** Warren Lau & Elizabeth S. Sattely 2015, [Six enzymes from mayapple that complete the biosynthetic pathway to the etoposide aglycone](#), Science 349:1224-1228; [Sarah E. O'Connor 2015, Fighting cancer while saving the mayapple](#), Science 349:1167-1168; [Stanford scientists produce cancer drug from rare plant in lab to benefit human health](#), Stanford Report, 10.09.2015

## China

### **Rückgang des GVO-freien Soja-Anbaus, massiver Anstieg der GVO-Soja-Importe**

Die rasche Ausbreitung des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen seit 1996, der inzwischen bereits 13% der weltweiten Ackerfläche umfasst, hat grosse wirtschaftliche Auswirkungen - auch auf die Anbauflächen von konventionellen Kulturen. Dies wird besonders bei Sojabohnen deutlich, bei denen gentechnisch veränderte Sorten inzwischen einen weltweiten Flächenanteil von über 80% erreicht haben. Forscher von der Michigan State University und der chinesischen Akademie für Ackerbau-Wissenschaften haben nun analysiert, wie sich der globale Anbautrend auf China auswirkt, dem Land, in dem vor über 3000 Jahren Sojabohnen zum ersten Mal von Menschen angebaut wurden. Sie beschreiben eine erstaunliche Diskrepanz: während in China die Importe von GVO-Soja aus Nord- und Südamerika riesige Ausmasse erreicht haben und weiter wachsen, bleibt der eigene Anbau von gentechnisch veränderter Soja mit Rücksicht auf die Skepsis der Öffentlichkeit verboten. In Folge geht der Soja-Anbau in China immer weiter zurück. Da China der weltweit grösste Produzent von gentech-freier Soja ist, trägt dies zu dem Schwund der globalen Produktion von gentech-freier

Soja bei.

Während China viele Jahre einen Netto-Ausfuhr von Soja aufwies, überstiegen die Importe die Exporte im Jahr 1995 aufgrund des rasch wachsenden Eigenbedarfs, und haben seither stetig zugenommen. Inzwischen ist China die wichtigste Soja-Importnation, und verbraucht mehr als die Hälfte aller weltweiten Soja-Exporte. Mehr als 80% der im Land konsumierten Sojabohnen stammen aus dem Ausland, vor allem aus den USA (25,9 Mio. t) und Brasilien (23,7 Mio. t). In beiden Ursprungsländern werden über 90% der Anbaufläche mit gentechnisch veränderten, herbizidtoleranten Sorten bestellt.

Da der Anbau konventioneller Soja-Sorten wegen der schwierigeren Unkraut-Kontrolle aufwändiger und teurer ist, kann lokal in China produzierte gentech-freie Soja preislich immer weniger mit den importierten GVO-Sojabohnen konkurrieren. Dies führt zu einem stetigen Rückgang der Soja-Anbaufläche in China. Nach der FAO-Produktionsstatistik ist die Soja-Produktion in China zwischen 2004 und 2013 um 32% zurückgegangen. In der wichtigsten Soja-Anbauprovinz Heilongjiang im Nordosten Chinas reduzierte sich die Soja-Fläche von 43'700 Quadratkilometern im Jahr 2005 auf 35'400 Quadratkilometer 2010. Stattdessen bauen die Landwirte lieber Mais oder Reis an, die einen höheren Gewinn versprechen. Da diese Kulturen einen höheren Nährstoff-Bedarf als Soja haben, hat in vielen Fällen der Verbrauch an Düngern zugenommen – so haben die Veränderungen bei den Anbaukulturen auch Auswirkungen auf die Umwelt.

In einigen Regionen der Provinz Heilongjiang hat der Soja-Anbau, entgegen dem Gesamttrend, in den letzten Jahren sogar zugenommen. Dies vor allem in besonders fruchtbaren Regionen, wo ein hoher Ertrag erzielt werden kann, oder in Gegenden mit ungünstigem Klima für alternative Kulturen. In vielen Gegenden ging die Gesamtfläche des Soja-Anbaus, aber auch die Grösse der Felder und die Kontinuität über die Jahre, zurück. Die Autoren weisen darauf hin, dass ein Verlust der Kontinuität des Anbaus ohne staatliche Intervention ein kritisches Signal für einen weiteren Rückgang oder gar völligen Zusammenbruchs des Anbaus von gentech-freien Sojabohnen in Heilongjiang bedeuten könnte. Da China weltweit der grösste Produzent von konventioneller Soja ist und Heilongjiang die wichtigste Anbauregion, könnte dies erhebliche Auswirkungen auf die globale gentech-freie Soja-Industrie und die angeschlossenen Sektoren haben.

**Quellen:** Jing Sun et al. 2015, [Spatiotemporal patterns of non-genetically modified crops in the era of expansion of genetically modified food](#), Scientific Reports 5, Article number: 14180 (DOI:10.1038/srep14180); [Harvesting clues to GMO dilemma from China's soybean fields](#), Michigan State University media release, 18.09.2015

## Öffentliche Diskussion

### **Pflanzenwissenschaften, Patente, und Ernährungssicherheit (ETH Zürich, 9.10.2015)**

Die Pflanzenwissenschaften bieten ein grosses Potential für die Verbesserung von Nutzpflanzen in den Tropen, und damit auch für die Verbesserung der Ernährungssicherheit in diesen Ländern. Wie wirken sich geistige Eigentumsrechte, Patente und internationale Politik-Instrumente auf den Einsatz der Pflanzen-Biotechnologie aus? Gibt es genügend Anreize, in die Verbesserung von hauptsächlich in Entwicklungsländern genutzten Pflanzen zu investieren? Können offene Innovations-Plattformen in tropischen Ländern einen Beitrag zum Zugang zu modernen

## Züchtungsmethoden leisten?

Eine gemeinsam vom Zentrum für Unternehmensverantwortung und Nachhaltigkeit CCRS der Universität Zürich und dem Plant Science Center PSC der Universitäten Zürich/Basel sowie der ETH Zürich Diskussionsveranstaltung beleuchtet diese grossen Herausforderungen aus verschiedenen Blickwinkeln. Auf dem Podium beginnen Chris Leaver (Oxford), Jayashree Watal (WTO), und Karin Nichterlein (FAO) die Diskussion, in die das Publikum mit einbezogen wird. Die Veranstaltung findet am 9.10.2015 von 16:15 - 18:15 an der ETH Zürich im Raum LEE E 101 (Leonhardstrasse 21) statt. Eine Anmeldung ist nicht erforderlich, die Sprache der Veranstaltung ist Englisch.

**Weitere Informationen:** [Flyer Plant Sciences, Patents and Food Security - Science & Policy Panel and Plenary Discussion](#) (PDF)

## Kontakt und Impressum



POINT erscheint monatlich in elektronischer Form auf Deutsch und Französisch ([Archiv](#) der vorherigen Ausgaben). Der Newsletter fasst aktuelle Meldungen aus Forschung und Anwendung rund um die grüne Biotechnologie zusammen. Für ein kostenloses Abonnement können Sie sich per [E-Mail](#) an – und abmelden Wir freuen uns auf Ihre Fragen und Anregungen!

Text und Redaktion: [Jan Lucht](#)

scienceindustries, Postfach, CH-8021 Zürich  
Telefon: 044 368 17 63  
e-mail: [jan.lucht@scienceindustries.ch](mailto:jan.lucht@scienceindustries.ch)

*Eine Initiative von* **scienceINDUSTRIES**  
S W I T Z E R L A N D