

# InterNutrition POINT

## Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 170  
März 2016

### Inhalt

<i>Ornacitrus: Farbenfrohe Limetten mit erhöhtem Bioflavonoid-Gehalt...</i>	<i>S. 1</i>
<i>Medizin: Transgene Pflanzen mit immun-modulierenden Eiweißen schützen im Tiermodell vor rheumatoider Arthritis .....</i>	<i>S. 2</i>
<i>«Roundup-Ready» Soja: Langjähriger Anbau Glyphosat-toleranter Sorten ohne nachteilige Auswirkungen auf den Boden .....</i>	<i>S. 3</i>
<i>Tier-Ernährung: Fütterung über zehn Generationen mit GVO-Mais und –Soja schadet Wachteln nicht .....</i>	<i>S. 4</i>
<i>Gesellschaft: Widerstand gegen Biotech-Pflanzen beeinträchtigt Entwicklungsländer, Forscher betonen ihre Sicherheit.....</i>	<i>S. 5</i>

### Ornacitrus



**Farbvarianten bei Limetten.** Unverändert (oben) oder mit Regulator-Gen aus Blutorange (Mitte) oder roten Trauben (unten)  
Photo ©: Manjul Dutt, University of Florida

### Farbenfrohe Limetten mit erhöhtem Bioflavonoid-Gehalt

Limetten bestehen in tropischen Mixgetränken und der mexikanischen, arabischen und südostasiatischen Küche durch ihre raffinierte Kombination von Säure und Aroma. Durch ausgeprägte Farbenpracht fallen sie bisher aber nicht auf. Das könnte sich ändern: Forscher der Universität Florida (USA) arbeiten daran, das in den Pflanzen und Früchten schlummernde Farb-Potential zu wecken.

Rote Farbstoffe, wie sie aus Blutorange bekannt sind, werden in manchen Zitrusfrüchten als Reaktion auf Kälte gebildet. In Früchten aus tropischen und subtropischen Regionen fehlen sie daher, obwohl die Pflanzen grundsätzlich über die Stoffwechselwege verfügen, um diese als Anthocyane bezeichneten roten Farbstoffe zu produzieren. Diese Bioflavonoide sehen nicht nur ansprechend aus, ihnen werden auch gesundheitsfördernde Eigenschaften zugeschrieben, und sie wirken als Antioxidantien.

Manjul Dutt und Kollegen vom Zitrus-Forschungszentrum der Universität Florida haben Limettenbäumen Regulator-Eiweiße aus anderen Pflanzen eingebaut, um deren Anthocyan-Produktion anzukurbeln. Sie verwendeten hierfür die permanent abgelesenen Transkriptionsfaktoren *Ruby* aus Blutorange sowie *VvmybA1* aus dunkelroten Weitrauben. Ziel der Forscher mit ihrem Projekt «Ornacitrus» war es, so zugleich neuartige Zitruspflanzen als Ziergewächse zu produzieren, als auch Früchte mit verändertem Farbspektrum und erhöhtem Gehalt an Bioflavonoiden zu erhalten.

Tatsächlich zeigten die transgenen Pflanzen in verschiedenen Organen eine rötliche bis rote Färbung, während Limetten normalerweise keine Anthocyane bilden. Stängel und Blätter wiesen eine tiefere Färbung auf, die normalerweise weissen Blüten blühten zwischen zartrosa und dunkelrot. Das Fruchtfleisch der Früchte zeigte Farbtöne von pink bis zu einem tiefen Blutrot wie bei Blutorange, wobei der Transkriptionsfaktor aus Weitrauben zu einer deutlich tieferen Färbung führte als jener aus Blutorange. Die Pflanzen zeigten ansonsten keine Wachstums-Auffälligkeiten im Vergleich zu unveränderten Pflanzen.

Die Forscher möchten mit ihren Arbeiten die Grundlage dafür schaffen, dass

auch in den warmen Zitrus-Anbauregionen der USA eines Tages gesunde, rotfleischige Früchte gedeihen, und gehen davon aus dass sich die Resultate auch auf Grapefruits und Orangen übertragen lassen. Mit den hier beschriebenen rotfleischigen Limetten liessen sich schon jetzt rubinrot schimmernde Margarita-Drinks statt des üblichen blassgelben Getränks aus herkömmlichen Limonen zubereiten – wenn die Früchte schon als Lebensmittel zugelassen wären. Bis dahin wird es aber wohl noch einige Jahre dauern.

**Quellen:** Manjul Dutt et al. 2016, [Ornacitrus: Development of Genetically Modified Anthocyanin-expressing Citrus with Both Ornamental and Fresh Fruit Potential](#), Journal of the American Society for Horticultural Science 141:54–61; [Purple limes and blood oranges could be next for Florida citrus](#); Medienmitteilung University of Florida, 06.01.2016

## Medizin

### Transgene Pflanzen mit immun-modulierenden Eiweissen schützen im Tiermodell vor rheumatoider Arthritis

Die rheumatoide Arthritis, auch als chronische Polyarthritits bekannt, ist die verbreitetste Entzündungs-Krankheit der Gelenke. Sie löst heftige Schmerzen aus und kann zur Zerstörung der Gelenke führen. Verursacht wird die chronische Erkrankung, die etwa 1% der Weltbevölkerung betrifft, durch eine Fehlreaktion des Immunsystems, welches die eigene Knorpelsubstanz angreift. Zur Behandlung der Autoimmunkrankheit werden Schmerzmittel, Entzündungs-Hemmer sowie auch relativ teure Antikörper eingesetzt. Diese bekämpfen allerdings nur die Symptome und verhindern eine weitere Verschlechterung des Zustands, eine wirkliche Heilung ist nicht möglich. In vielen ärmeren Weltregionen steht eine medikamentöse Behandlung nur eingeschränkt oder gar nicht zur Verfügung.

Ein alternativer Ansatz für eine Behandlung ist die dauerhafte Veränderung der Reaktion des Immunsystems, um dessen Aktivität gegen körpereigene Substanzen zu dämpfen. Hierzu wird das Immunsystem mit Eiweiss-Strukturen konfrontiert, die von der Knorpelsubstanz abgeleitet sind, um so eine dauerhafte Toleranz gegen diese Strukturen aufzubauen. In Tierversuchen hat sich diese Strategie gegen Autoimmunerkrankungen als viel versprechend herausgestellt. Eine Schwierigkeit für eine menschliche Therapie war bisher aber die Bereitstellung ausreichender Mengen der Toleranz-induzierenden Eiweisse, und deren wirksame Aufnahme in den Körper.

Ein Forscherteam aus Schweden hat nun das Potential von essbaren Pflanzen als Produktionsstätte für immun-modulierende Wirkstoffe ausgelotet. Damit lassen sich grössere Wirkstoff-Mengen vergleichsweise preiswert und sicher herstellen. Auch die Haltbarkeit der Wirksubstanzen ohne aufwändiges Kühlsystem wird verlängert, was vor allem für eine Versorgung in Entwicklungsländern wichtig wäre.

Die Forscher fügten ein im Labor konstruiertes Gen in mit dem Raps verwandte *Arabidopsis thaliana*-Pflanzen ein. Diese erhielten dadurch die Fähigkeit, ein aus drei Teilen bestehendes Fusions-Eiweiss zu produzieren. Dieses trägt einen von der Knorpelsubstanz Kollagen abgeleitetes Segment, das oft mit Arthritis assoziiert ist, flankiert von einem bakteriellen Eiweiss dass eine Aufnahme durch die Schleimhäute erleichtert, sowie einem weiteren Proteinfragment, welches gezielt Immunzellen aktiviert.

Um zu prüfen, ob dieses Fusions-Eiweiss Auswirkungen auf den Verlauf einer Arthritis-Erkrankung hat, wurden Tierversuche mit Mäusen durchgeführt, bei denen Arthritis künstlich ausgelöst wurde. Die Tiere erhielten die Möglichkeit, wöchentlich einmal nach Belieben von den gentechnisch verän-

derten Arabidopsis-Pflanzen zu fressen, Kontroll-Tiere erhielten zum Vergleich unveränderte Pflanzen. Die Entwicklung der Krankheits-Symptome erfolgte bei den behandelten Mäusen deutlich langsamer. Ein Teil der Tiere (ca. 20%) zeigte gar keine Symptome innerhalb des beobachteten Zeitraums, während 100% der unbehandelten Mäuse erkrankten. Auch die Schwere der Symptome war bei den Mäusen, welche das immunmodulierende Eiweiss mit den transgenen Pflanzen gefressen hatte, deutlich reduziert.

Die Forscher werten das Resultat als ersten Beleg dafür, dass eine Immun-Therapie gegen rheumatoide Arthritis durch den direkten Verzehr gentechnisch veränderter Pflanzen grundsätzlich möglich ist, und auch für eine Behandlung von Patienten Potential hat. Es wäre denkbar, die Pflanzen als Salat zu verzehren, oder einen Pflanzen-Extrakt als Tablette zu verabreichen. Noch offen ist allerdings die Wirksamkeit bei einer schon weit fortgeschrittenen Erkrankung beim Menschen. Ideal wäre eine möglichst frühzeitige Behandlung bei den allerersten Symptomen, da hier der zu erwartende Nutzen am grössten ist. Trotz des Optimismus der Forscher soll das System vor Versuchen an Menschen allerdings erst noch weiter optimiert und in seiner Wirksamkeit gesteigert werden.

**Quelle:** Charlotta Hansson et al. 2016, [Feeding transgenic plants that express a tolerogenic fusion protein effectively protects against arthritis](#), Plant Biotechnology Journal 14:1106–1115

## «Roundup-Ready» Soja

### Langjähriger Anbau Glyphosat-toleranter Sorten ohne nachteilige Auswirkungen auf den Boden

Mehr als 80% aller weltweit produzierten Soja-Pflanzen sind gentechnisch veränderte, herbizidtolerante Sorten, die gegen das Herbizid Glyphosat unempfindlich sind («Roundup-Ready»). Die eiweissreichen Bohnen werden in grossen Mengen vor allem als Tierfutter verwendet, auch in Europa – die Schweiz leistet sich einen freiwilligen, aber teuren Verzicht auf GVO-Futtermittel-Importe. Wichtige Produktionsregionen sind Nord- und Südamerika, wo glyphosat-tolerante Soja auf riesigen Feldern mit oft eingeschränkter Fruchtfolge angepflanzt wird. Verbreitet gibt es Bedenken, dass sich ein langjähriger Anbau von Gentech-Soja nachteilig auf die Bodenfruchtbarkeit, oder dessen mikrobiologischen Eigenschaften auswirkt. Aber ist das tatsächlich so?

Brasilien ist das zweitwichtigste Anbauland für Soja weltweit, daher werden dort auch intensiv die Auswirkungen verschiedener Anbauformen untersucht. Ein brasilianisches Forscherteam von der Universität Maringá und dem staatlichen Forschungsinstitut EMBRAPA hat Versuchsfelder in zwei klimatisch unterschiedlichen Landesteilen verglichen, auf denen für fast ein Jahrzehnt jahraus, jahrein Soja (nebeneinander konventionell oder herbizid-tolerant) angebaut wurde. Als Zwischenfrucht wurde jeweils im Winter Weizen gepflanzt.

Die chemischen und physikalischen Bodeneigenschaften an den mehrere hundert Kilometer voneinander entfernten Versuchsstandorten unterschieden sich deutlich voneinander, ebenso die Erträge, die dort erzielt werden konnten. Zwischen den nebeneinander gelegenen Feldern mit herkömmlichen und GVO-Sojapflanzen an den beiden Standorten zeigten sich dagegen nur sehr geringe Unterschiede in der Boden-Chemie, die Erträge waren bei beiden Pflanzensorten praktisch gleich. Der Vorteil für Landwirte beim An-

bau herbizidtoleranter Soja-Sorten liegt vor allem in der Arbeitersparnis bei der Unkrautbekämpfung, nicht in Ertragssteigerungen. Ein Vergleich der jährlichen Erträge über einen Zeitraum von 8 bzw. 9 Jahren zeigt klimabedingte Schwankungen von Jahr zu Jahr, von denen aber beide Sojasorten gleichermassen betroffen waren. Ein langfristiger Trend, der auf eine Veränderung der Bodenfruchtbarkeit hindeuten könnte, wurde nicht beobachtet.

Es konnte keine Auswirkung der gentechnischen Veränderung auf die mikrobielle Biomasse im Boden festgestellt werden, auch ein Vergleich der mikrobiologischen Funktionen ergab kaum Unterschiede. Eine detaillierte Analyse der verschiedenen nachweisbaren Mikrobenarten zeigte gewisse Unterschiede auf, die möglicherweise durch die unterschiedlichen Anbausysteme und Verfahren der Acker-Bearbeitung erklärt werden können. Die Unterschiede zwischen den beiden Standorten waren jedoch wesentlich grösser als die zwischen den beiden Kulturen am gleichen Standort. Ein Hinweis auf nachteilige Auswirkungen des Anbaus von GVO-Soja auf den Boden und seine Fruchtbarkeit konnten die Forscher trotz des langen Versuchs-Zeitraums von fast einem Jahrzehnt nicht nachweisen.

**Quelle:** Letícia Carlos Babujia et al. 2016, [Impact of long-term cropping of glyphosate-resistant transgenic soybean \[Glycine max \(L.\) Merr.\] on soil microbiome](#), Transgenic Research, in press (12.02.2016), [DOI:10.1007/s11248-016-9938-45](#)

## Tier- Ernährung

### **Fütterung über zehn Generationen mit GVO-Mais und –Soja schadet Wachteln nicht**

Seit zwei Jahrzehnten werden gentechnisch veränderte Nutzpflanzen im grossen Stil angebaut und als Futter- und Lebensmittel verwendet, ohne dass es bisher Hinweise auf nachteilige gesundheitliche Auswirkungen der Pflanzen für Mensch oder Tier gibt. Die über diesen langen Zeitraum gesammelte Erfahrung scheint Skeptikern der Gentechnik jedoch noch zu kurz, um mögliche «Langzeit-Risiken» für die Gesundheit ausschliessen zu können. Ein fast ausschliesslich aus Forscherinnen bestehendes Team aus Polen hat jetzt Resultate von GVO-Fütterungsversuchen an Wachteln über zehn Generationen vorgelegt – ein Zeitraum, der bei Menschen etwa 300 Jahre umfassen würde.

Die Wissenschaftlerinnen verwendeten Wachteln, da diese in der Nutztierforschung oft als Modelltiere für Geflügel allgemein verwendet werden, und eine rasche Generationenfolge haben. So konnten sie zehn Tiergenerationen in einem überschaubaren Zeitraum von vier Jahren untersuchen. Als Futter diente ein Standard-Wachtelfutter, das entweder 39% GVO-Soja («Roundup-Ready» Sorte 40–3–2), 25% GVO-Mais (insektenresistente Bt-Mais-Sorte MON810), oder die entsprechenden Mengen von unveränderter Soja bzw. Mais enthielt. Über 8000 Wachteln wurden in den Versuchen ab dem Schlüpfen über ihr gesamtes Lebensalter verfolgt, ein Teil der gelegten Eier diente als Ausgangspunkt für die jeweils nächste Generation.

Nach Abschluss der Versuche steht fest: die verschiedenen Futtermittel mit oder ohne GVO hatten keine nachteiligen Auswirkungen auf die Gesundheit oder das Wohlergehen der Tiere. Es gab keinen Unterschied im Schlüpf-Erfolg, bei der Überlebensdauer, oder dem Jugend-Körpergewicht der Tiere. Kleine Unterschiede wurden bei einzelnen Messwerten beobachtet, so hatten die mit GVO-Mais gefütterten Wachteln ein leicht erhöhtes Brustmuskulgewicht, und die mit GVO-Soja gefütterten Tiere einen leicht höheren Ei-

weissgehalt und dafür etwas weniger Fett. Die Eier-Qualität und – Zusammensetzung waren unbeeinflusst. Keiner der beobachteten Unterschiede kann als nachteilige Auswirkung der Fütterung mit GVO-Pflanzen, weder auf die Tiere selber oder die Qualität der daraus erzeugten Produkte, verstanden werden. Weder im Fleisch noch in den Eiern der GVO-gefütterten Tiere konnten mit der empfindlichen Polymerase-Kettenreaktion (PCR) Reste der transgenen DNA aus dem Futter nachgewiesen werden.

Die Forscherinnen hoffen, mit diesen Resultaten eine Antwort auf die auch von Konsumenten-Seite vorgebrachten Forderungen nach Fütterungsversuchen mit einem hohen GVO-Anteil im Futter, über einen langen Zeitraum und viele Generationen, vorlegen zu können.

**Quellen:** Agnieszka Korwin-Kossakowska et al. 2016, [Health status and potential uptake of transgenic DNA by Japanese quail fed diets containing genetically modified plant ingredients over 10 generations](https://doi.org/10.1080/00071668.2016.1162281), British Poultry Science (in press 07.03.2016, DOI:10.1080/00071668.2016.1162281); Katarzyna E. Sartowska et al. 2015, [Genetically modified crops in a 10-generation feeding trial on Japanese quails – Evaluation of its influence on birds' performance and body composition](https://doi.org/10.1080/00071668.2015.1062281), Poultry Science 94:2909-2916.

## Gesellschaft

### Widerstand gegen Biotech-Pflanzen beeinträchtigt Entwicklungsländer, Forscher betonen ihre Sicherheit

Die vor allem in Europa verbreitete Skepsis gegenüber gentechnisch veränderten Nutzpflanzen und globale Kampagnen gegen ihre Verwendung, die vor allem von Europa ausgehen, wirken sich auch in anderen Weltregionen aus, die wirtschaftlich weniger begünstigt sind. Das zeigt ein neuer Bericht der «Information Technology and Innovation Foundation» (ITIF), einem US-amerikanischen Think Tank der sich mit den Auswirkungen von Innovationen auf Gesellschaft und Wirtschaft beschäftigt. Der Bericht schätzt die wirtschaftlichen Nachteile, die ärmeren Ländern aufgrund des gegenwärtigen gegen gentechnisch veränderte Pflanzen gerichteten innovationsfeindlichen Klimas bis zum Jahr 2050 erwachsen, auf bis zu 1'500 Milliarden US\$.

Als wichtigsten Mechanismus, durch den gentechnik-kritische Kräfte in Europa den Anbau von Biotech-Nutzpflanzen in Entwicklungsländern vor allem in Afrika blockieren, identifiziert der Bericht die schwer überwindbaren Handelsschranken für GVO-Importe nach Europa, welche auch geringe Spuren unbewilligter Sorten verbieten. Entwicklungsländer müssen so fürchten, bei einem eigenen GVO-Anbau Europa als Exportpartner zu verlieren – obwohl die EU selber grosse Mengen an GVO-Futterpflanzen aus anderen Ländern einführt. Auch sind Entwicklungshilfe-Projekte aus Europa oft mit Aktivitäten gegen einen GVO-Anbau verknüpft, und europäische Nicht-Regierungsorganisationen unterstützen Gentechnik-kritische Propaganda-Aktivitäten in Entwicklungsländern. Diese bisweilen als «Öko-Imperialismus» bezeichnete Situation führt dazu, dass viele ärmere Länder auf eigene Forschung und auf den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen verzichten, und damit auf die grossen wirtschaftlichen Vorteile durch höhere Produktivität und geringere Kosten, die ihr Anbau mit sich bringt. Dies erschwert das dringend erforderliche Wachstum der Agrar-Produktivität der Entwicklungsländer, und hemmt so deren wirtschaftliche Entwicklung. Der ITIF-Bericht fordert als Konsequenz, von den wohlhabenden Ländern unterstützte politische und wirtschaftliche Barrieren gegen einen GVO-Anbau in Entwicklungsländern so schnell wie möglich abzubauen.

In ein ähnliches Horn stossen zahlreiche Pflanzenforscher, die mit grosser Besorgnis die vor allem von Europa ausgehende Diskussion um mögliche

Gefahren von gentechnisch veränderten Pflanzen verfolgen. Eine kleine, aber lautstarke Gruppe von gentech-kritischen Forschern und Aktivisten versucht, weltweit Zweifel an der Sicherheit und an dem Nutzen von Bio-tech-Pflanzen zu säen, und gewinnt zunehmend auch in den USA Einfluss. Ihre Argumente wurden durch die Fast-Food-Kette Chipotle als eine Grundlage für eine Kampagne gegen GVO-Zutaten eingesetzt, und auch für die wachsende Zahl der «Non-GMO-Project»-Produkte in den USA, welche GVO-Zutaten verbannen.

In einem offenen Brief, der in der Fachzeitschrift *Science* veröffentlicht wurde, warnen Pflanzenwissenschaftler aus den USA und Mexiko vor dem zunehmenden Einfluss unseriöser Forschung auf politische Entscheidungsprozesse, und wiesen auf den weitgehenden Konsens innerhalb der Wissenschaft und bei nationalen und internationalen Organisationen so wie zahlreichen Wissenschafts-Akademien und der WHO und hin, dass die gegenwärtigen Anwendungen von gentechnisch veränderten Pflanzen sicher und wirksam seien. Zukünftige Anwendungen sollten aufgrund wissenschaftlicher Kriterien, und nicht persönlicher Meinungen, beurteilt werden.

Eine Online-Petition, welche diese Aussagen und Forderungen unterstützt, wurde bis Ende März 2016 bereits von über 2100 Forschern und Unterstützern unterzeichnet.

**Quellen:** [By Blocking Agricultural Innovation, Anti-GMO Campaigns Could Cost African Farmers \\$1.5 Trillion Through 2050, New ITIF Report Concludes](#), The Information Technology and Innovation Foundation (ITIF) media release, 08.02.2016; Val Giddings, Robert D. Atkinson & John Wu 2016, [Suppressing Growth: How GMO Opposition Hurts Developing Nations](#), ITIF ([PDF download](#)); Noah Fahlgren et al. 2016, [Plant scientists: GM technology is safe](#), *Science* 351:824; [Scientists in Support of GMO Technology for Crop Improvement \(open letter/online petition\)](#); [Plant scientists: GM technology a safe tool to help meet food supply demands](#), Carnegie Science media release, 18.02.2016

## Kontakt und Impressum



POINT erscheint monatlich in elektronischer Form ([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