https://mail.gen-ethisches-netzwerk.de/node/4860

Gen-ethischer Informationsdienst

Filigranes Zusammenspiel

Die Notwendigkeit der Risikoprüfung am Beispiel von NGT-Reis

AutorIn
Franziska Koller

Die Beziehungen zwischen Reispflanzen und den sie umgebenden Organismen sind fein abgestimmt, hochkomplex und noch lange nicht vollständig verstanden. Deshalb sollten gentechnische Veränderungen gründlich untersucht werden. Foto: rawpixel.com - Freepik.com

Durch den Einsatz neuer Gentechnik entwickelten Wissenschaftler*innen von der University of California einen Reis, der vermehrt stickstoffbindende Bakterien anlockt. Eine Freisetzung des Reises könnte die Problematik des Unkrautreises verschärfen und möglicherweise weitreichende Folgen für Umwelt und Klima haben.

Für höhere Ernten kommt in der konventionellen Landwirtschaft Stickstoffdünger zum Einsatz. Der ist jedoch teuer, belastet Böden und Gewässer und trägt zum Klimawandel bei. Pflanzen benötigen Stickstoff, um Chlorophyll zu produzieren: das Kraftwerk, welches Licht in Energie umwandelt und somit entscheidend

für das Überleben und Wachstum der Pflanzen ist. Da sie den molekularen Stickstoff aus der Luft (N2) nicht direkt nutzen können, sind sie auf andere Quellen angewiesen. Dazu zählen neben mineralischem Stickstoffdünger auch zersetzte Biomasse und bestimmte Bakterien, die den Luftstickstoff in Ammonium (NH4+) umwandeln und für die Pflanzen verfügbar machen. Viele solcher stickstoffbindenden Bakterien leben in der Umgebung von Pflanzenwurzeln und teilweise sogar in Symbiosen mit ihnen: Sie liefern den Pflanzen den verwertbaren Stickstoff – und erhalten umgekehrt von den Pflanzen Kohlenhydrate.

Mit Gentechnik zu mehr Wachstum?

Um die Stickstoffverfügbarkeit für Reis zu verbessern, setzten Wissenschaftler*innen der University of California bei ebendieser Symbiose an: In einer Studie von 2022[1] veränderten sie Reispflanzen so, dass sie mehr stickstofffixierende Bakterien anlockten. Dazu suchten die Wissenschaftler*innen nach geeigneten Stoffen in den Pflanzenwurzeln. Sie fanden heraus, dass der sekundäre Pflanzenstoff Apigenin aus der Gruppe der Flavone, der natürlicherweise im Reis vorkommt, stickstoffbindende Bakterien anlockt. Mittels neuer Gentechnik (NGT) manipulierten sie zwei Gene des Reises, sodass er mehr Apigenin produzierte und sich der Stoff in den Wurzeln anreicherte. Untersuchungen der Erde aus den Töpfen der manipulierten Reispflanzen ergaben, dass dieser Reis mehr stickstofffixierende Bakterien an den Wurzeln aufwies als konventionelle gezüchteter Reis und mehr Stickstoff erhielt. In Boden mit begrenztem Stickstoffgehalt hatte der NGT-Reis mehr Rispen und sein Ertrag lag um 20 bis 35 Prozent höher. Allerdings waren die NGT-Reispflanzen unter allen getesteten Bedingungen kleiner.

In den letzten Jahren haben mehrere Forschungsteams Reis mit Genotypen erzeugt, die mit herkömmlichen Züchtungsmethoden praktisch nicht erreicht werden können. Dazu gehört vermutlich auch der beschriebene NGT-Reis mit erhöhtem Apigenin-Gehalt. Aus der konventionellen Züchtung ist solch ein Genotyp bisher jedenfalls nicht bekannt. Aufgrund der Organisation des Pflanzengenoms sind einige Regionen im Erbgut weniger zugänglich für Veränderungen durch herkömmliche Züchtungsmethoden wie der nicht zielgerichteten Mutagenese. Mit NGTs können diese Einschränkungen jedoch teilweise überwunden werden. So auch beim vorgestellten NGT-Reis, bei dem die beiden ausgeschalteten Gene sehr nah auf demselben Chromosom nebeneinander liegen. Außerdem befinden sie sich in einer Region des Chromosoms, in der während der Reifeteilung von Keimzellen die Reihenfolge der Gene kaum verändert wird, also kaum genetische Rekombination stattfindet.

NGT-Variante trifft auf Unkrautreis

Neue Eigenschaften von Nutzpflanzen können einen Einfluss auf die Umwelt haben: zum Beispiel, indem sie sich auskreuzen. Das bedeutet, dass die Kulturpflanze sich mit wilden Sorten kreuzt. Dadurch werden Gene oder Eigenschaften auf die wilden Verwandten übertragen und andersherum. Reis hat generell ein hohes Potenzial für Auskreuzungen. Auf diese Weise entstand sogenannter Unkrautreis, der inzwischen weltweit auf vielen Feldern wächst und die Erträge erheblich reduziert. Unkrautreis produziert weniger Körner, hat aber die gleichen Merkmale und das gleiche Aussehen wie kultivierte Reissorten – er ist daher sehr schwer zu bekämpfen.

Da dem oben beschriebenen NGT-Reis mehr Stickstoff zur Verfügung steht und er mehr Rispen bildet, hat der NGT-Reis eine höhere Fitness als der konventionell gezüchtete Reis. Er sollte sich in der Umwelt also behaupten und erfolgreich fortpflanzen können. Wird dieser NGT-Reis angebaut, könnten seine neuen Eigenschaften durch Auskreuzung auf Unkrautreis übertragen werden und damit diese Problematik weiter verschärfen. In Gebieten mit Wildreis, etwa in Asien, könnten sich außerdem NGT-Reisgenotypen mit Wildpopulationen kreuzen, diese kontaminieren und möglicherweise lokale Arten verdrängen.

Einfluss auf das Mikrobiom

Die gentechnische Veränderung der Reispflanze wirkt sich möglicherweise nicht nur auf die stickstoffbindenden Bakterien aus, sondern auch auf das Zusammenspiel mit anderen Mikroorganismen. Symbiotische Interaktionen mit Mikroorganismen und ihre Zusammensetzung beeinflussen die Gesundheit und die Leistungen von Pflanzen erheblich. Durch die genetische Veränderung im NGT-Reis wurde mehr Apigenin produziert – andere Flavone wie Tricin und Luteolin jedoch weniger oder gar nicht mehr. Tricin und Luteolin spielen aber zum Beispiel eine wichtige Rolle in der Kommunikation zwischen Pflanzen und nützlichen Mikroorganismen sowie bei den Abwehrmechanismen gegen verschiedene Krankheitserreger und Insekten.

Die veränderte Zusammensetzung der Mikroorganismen an der Wurzel wirkt sich zwar positiv auf die Stickstoffaufnahme aus, könnte aber andere Interaktionen zwischen Bakterien und Pflanze beeinträchtigen, die für die Bodenökologie, die Pflanzengesundheit und den Ertrag wichtig sind. Da die Beziehungen zwischen Reispflanzen und den sie umgebenden Organismen fein abgestimmt, hochkomplex und noch lange nicht vollständig verstanden sind, sollten die Veränderungen der Metaboliten in gentechnisch veränderten Pflanzen und ihre Effekte auf die Mikroorganismen gründlich untersucht werden.

Auch schädlich fürs Klima?

Der Reisanbau ist für einen Teil der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen verantwortlich, insbesondere für Distickstoffmonooxid (N_2O) und Methan (CH_4). N_2O und CH_4 entstehen unter anderem durch den Stoffwechsel von Mikroorganismen, und zwar bei der Verarbeitung von Stickstoffverbindungen. Zwar würde der Anbau des NGT-Reises zunächst die Menge an Stickstoffdünger reduzieren, aber die veränderte Zusammensetzung der Mikroorganismen könnte die Emissionen von Stickstoffmonooxid und Methan auch negativ beeinflussen: indem es mehr Mikroorganismen gibt, die diese Treibhausgase freisetzen. Außerdem würde durch mehr stickstoffbindende Bakterien an den Wurzeln des NGT-Reises auch mehr Ammonium im Boden verfügbar sein. Ähnlich wie bei der mineralischen Stickstoffdüngung könnte das auch die N_2O-Emissionen erhöhen, da Ammonium als Substrat für N_2O-produzierende Mikroorganismen dient. Die jeweiligen Emissionen unterliegen also komplexen Wechselwirkungen und sind nur sehr schwer vorherzusagen. Daher muss die tatsächliche Menge klimaschädlicher Emissionen bei dem NGT-Reis unter verschiedenen Bedingungen empirisch untersucht werden.

Das Beispiel der NGT-Reissorte zeigt, dass eine detaillierte und umfassende Risikobewertung für Pflanzen aus neuer Gentechnik erforderlich ist, um ihre langfristigen Wirkungen auf Ökosysteme abschätzen zu können und möglichen Schäden für Landwirt*innen, Umwelt und Klima vorzubeugen.

- 1

  Yan, D. et al. (2022): Genetic modification of flavone biosynthesis in rice enhances biofilm formation of soil diazotrophic bacteria and biological nitrogen fixation. In: Plant Biotechnology Journal, Volume 20, Issue 11, S. 2135-2148, www.doi.org/10.1111/pbi.13894.

Informationen zur Veröffentlichung

Erschienen in:
GID Ausgabe 274 vom August 2025
Seite 24 - 25