



POINT NEWSLETTER NR. 266 – AUGUST 2024

Aktuelle Biotechnologie

INHALT

Genomeditierung

CRISPR/Cas9 für gesünderes Fettsäureprofil von Erdnüssen 2

Biobasierte Rohstoffe

Welterste Bioraffinerie für Bioplastik-Grundstoff FDCA 3

Lebensmittel

Hühnereiweiss aus Präzisionsfermentation für vegane Eierspeisen 4

Freilandversuche Schweiz

Weizengene zur Verbesserung der Mehltaresistenz von Getreide 5

GENOMEDITIERUNG

CRISPR/Cas9 für gesünderes Fettsäureprofil von Erdnüssen

Erdnüsse sind ein wahres Superfood. Neben zahlreichen gesunden Nährstoffen und etwa einem Viertel ihres Gewichts an wertvollem Eiweiss enthalten sie eine geballte Ladung Energie. Sie bestehen etwa zur Hälfte aus verschiedenen pflanzlichen Ölen. Zusammen mit ihrem angenehmen Geschmack haben sie daher weltweit Einzug in die unterschiedlichsten Küchen gehalten. Einen Nachteil hat ihr hoher Ölanteil allerdings. Er enthält auch überlangkettige, gesättigte Fettsäuren (VLCSFAs), welche Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen begünstigen.

Nachdem sich keine natürlich vorkommenden Erdnussorten mit niedrigem VLCSFA-Gehalt fanden, hat ein Forschungsteam aus China, Indien und Australien jetzt zur Genomeditierung gegriffen, um den Nutzen von Erdnüssen für die menschliche Ernährung zu steigern. In Pflanzen spielt das Enzym β -Ketoacyl-CoA Synthase eine Schlüsselrolle für die Produktion von langkettigen Fettsäuren. Die Forschenden fanden 30 verschiedene *AhKCS*-Gene dafür im Erdnusserbgut. Durch Analyse der Genexpression in verschiedenen Pflanzengeweben konnten sie zwei davon, *AhKCS1* und *AhKCS28*, als an der VLCSFA-Synthese in den Kernen beteiligt identifizieren.

Die gezielte Ausschaltung der beiden Stoffwechsel-Gene durch Genomeditierung mit CRISPR/Cas9 führte wie erhofft zu einer deutlichen Reduktion von Fettsäuren mit einer Kettenlänge von mehr als 20 Kohlenstoffatomen. Der durchschnittliche Gehalt an VLCSFAs in den Kernen ging um 80 Prozent zurück, Fettsäuren mit einer Kettenlänge von 24 C-Atomen waren gar nicht mehr nachweisbar.

Der Erfolg der gezielten Mutagenese zur VLCSFA-Reduktion konnte in zwei verschiedenen Erdnuss-Varietäten bestätigt werden. Nachteilige Auswirkungen der gezielten genetischen Veränderungen auf die Pflanzen, ihr Wachstum oder den Ertrag wurden weder im Treibhaus noch in Freilandversuchen beobachtet. Andere Forschungsarbeiten beschrieben bereits die Verwendung von CRISPR/Cas9 zur Entwicklung von Erdnussorten mit einem hohen Gehalt der ungesättigten Ölsäure. Damit eröffnet die Genomeditierung ein neuer Züchtungsansatz für ein gesünderes Fettsäureprofil in Erdnüssen.

Auch das für die Produktion wichtiger Erdnuss-Allergene verantwortliche *Ara h 2*-Gen konnte in Pilotversuchen durch Genomeditierung ausgeschaltet werden, was auf allergenreduzierte Erdnussorten hoffen lässt. Verschiedene andere Erdnusseigenschaften sollten sich durch Genomeditierung ebenfalls verbessern lassen. Dazu gehören eine verbesserte Toleranz gegen Klimastress und die Anfälligkeit gegen Schimmelpilze, die zu Belastung mit Aflatoxinen führt. Auch eine Reduktion des Gehalts an Phytat, das die Aufnahme der Spurenelemente Eisen und Zink aus verzehrten Erdnüssen hemmt, und die Verhinderung der verfrühten Auskeimung der Kerne vor der Ernte der Erdnüsse sind vielversprechende Züchtungsziele, die durch Genomeditierung zugänglich werden. Die neuen Züchtungsverfahren stellen damit eine wertvolle Bereicherung des Werkzeugkastens der Züchter auch bei Erdnüssen dar.

Quellen: Dongxin Huai et al. 2024, [Enhancing peanut nutritional quality by editing AhKCS genes lacking natural variation](#), Plant Biotechnology Journal (online 30.06.2024); Sushmita Singh et al. 2024, [Genome editing in peanuts: advances, challenges and applications](#), Nucleus 67:127–139.

Welterste Bioraffinerie für Bioplastik-Grundstoff FDCA

PET-Flaschen sind allgegenwärtig. Sie sind leicht, stabil und praktisch – es wird geschätzt, dass jede Minute weltweit mehr als eine Millionen PET Flaschen verkauft werden. Auch im Bekleidungsbereich spielt PET eine wichtige Rolle. PET lässt sich gut recyceln, allerdings fehlt in vielen Ländern die erforderliche Infrastruktur dafür. Daher werden jährlich mehr als 30 Millionen Tonnen PET neu produziert, zum Grossteil aus fossilen Rohstoffen.

Jetzt steht ein Konkurrent in den Startlöchern – der Kunststoff PEF (Polyethylenfuranoat), der sich vollständig aus nachwachsenden Rohstoffen herstellen lässt und damit einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasen leisten kann. PEF ist glasklar, weist eine grosse mechanische und thermische Stabilität auf, und hat nur eine sehr geringe Durchlässigkeit für Gase. Damit ist es hervorragend für die Verpackung von Lebensmitteln und Getränken geeignet, und übertrifft PET in vielen Eigenschaften. Damit könnte PEF mittelfristig den Einsatz von PET ersetzen, und damit die Nachhaltigkeit der Kunststoffindustrie revolutionieren.

PEF ist ein thermoplastisches Polymer, das aus den beiden Grundbausteinen Ethylenglycol (MEG) und 2,5-Furandicarbonsäure (FDCA) besteht. MEG kann sowohl aus fossilen Rohstoffen als auch aus Biomasse hergestellt werden, und ist am Markt gut verfügbar. FDCA dagegen wird aus pflanzlichen Zuckern hergestellt, bisher allerdings nur in geringen Mengen. Die Verwendung von biobasiertem MEG und FDCA ermöglicht die Produktion von 100% biobasiertem PEF. Dessen breitere Anwendung wird im Moment noch durch die geringe Verfügbarkeit von FDCA eingeschränkt.

Das 2017 lancierte Industrie-Konsortium PEference will das ändern, eine weitere Verbreitung und Anwendung von PEF ermöglichen und Entwicklung neuer

Wertschöpfungsketten unterstützen. Dreizehn Unternehmen aus elf Ländern sind daran beteiligt, unter anderen Avantium, Carlsberg, LEGO, der Luxuskonzern LVMH Beauty sowie Nestlé Research. Die Arbeiten werden durch das «*Bio-based Industries Joint Undertaking*» BBI JU im Rahmen des europäischen Forschungsprogramms Horizon Europe mit insgesamt 25 Mio. EUR gefördert. Jetzt wurde ein entscheidender Schritt angekündigt: im Oktober 2024 wird in Delfzijl (NL) die weltweite FDCA-Bioraffinerie im kommerziellen Massstab eröffnet.

Die von Avantium betriebene Anlage ist auf eine Jahresproduktion von 5000 Tonnen FDCA ausgelegt. Als Ausgangsmaterial für eine chemisch-katalytische Umwandlung dient der pflanzliche Zucker Fruktose. Dieser wird aktuell durch Spaltung von Weizenstärke gewonnen. Es wird daran gearbeitet, künftig auch Rückstände der Land- und Forstwirtschaft als Rohstoff einsetzen zu können. Baustart für die Bioraffinerie war im April 2022. Im Moment werden die letzten Bauarbeiten abgeschlossen und erste Anlagenteile in Betrieb genommen, um den Produktionsstart im vierten Quartal 2024 zu ermöglichen.

Neben der FDCA-Bioraffinerie als Vorzeigeprojekt arbeitet das PEference Konsortium auch an weiteren biobasierten Materialien und Endanwendungen. Darunter befinden sich zum Beispiel biobasierte Bierflaschen oder neuartige Funktionsfasern für Textilien. Die Projektpartner wollen mit ihrem Engagement die Ablösung von erdöl-basierten Kunststoffen vorantreiben, und damit einen Beitrag für einen besseren Klimaschutz und zur Nachhaltigkeit leisten.

Quellen: [PEference announces the official opening of the world's first commercial FDCA flagship plant](#), Medienmitteilung Nova Institut, 30.07.2024; [PEference project website](#) www.peference.eu; [The Future is PEF: 100% Plant-Based, Recyclable Polymer](#), Avantium Website; [Promising alternative to packaging lowers plastic industry's carbon footprint](#), CBBE-JU, Juli 2023.

LEBENSMITTEL

Hühnereiweiss aus Präzisionsfermentation für vegane Eierspeisen

Eine schmackhafte spanische Kartoffel-Tortilla ohne Hühnereier? Schwer vorstellbar, aber schon jetzt Realität in Versuchsküchen und vielleicht schon bald breit verfügbar. Das Streben nach mehr Tierwohl und einer nachhaltigeren Nahrungsmittelproduktion bringt immer mehr Konsumentinnen und Konsumenten dazu, den Verbrauch tierischer Lebensmittel zu reduzieren oder ganz darauf zu verzichten. Der weltweit grösste Hersteller spanischer Tortillas und Omeletten als Fertiggericht, die multinationale Grupo Palacios, hat jetzt mit dem US-amerikanischen Biotech-Unternehmen «The EVERY Company» eine Übereinkunft getroffen, um künftig das ganz ohne Hühner produzierte «Every Egg» in seine Rezepturen übernehmen zu können.

Als Grundlage für das vegane Flüssigei werden Bestandteile des Hühnereiweiss, wie das Ovomuroid, in einem genetisch angepassten *Komagataella phaffii*-Hefestamm erzeugt. Diesem wurde die erforderliche genetische Information aus Hühnern eingesetzt. *Komagataella phaffii* (früher bekannt als *Pichia pastoris*) dient aufgrund der erwiesenen und durch Aufsichtsbehörden (FDA, EMA/EFSA) bestätigten Sicherheit in der Biotechnologie schon lange als Produktionsorganismus für hunderte von rekombinanten Proteinen, für Anwendungen sowohl in der Medizin, der Industrie als auch für Lebensmittel.

Das von der Hefe produzierte Ovalbumin wird aus der Nährlösung ausgefiltert, es enthält somit keine gentechnisch veränderten Organismen. Zusammen mit pflanzlichen Zutaten entsteht daraus ein vollwertiger Ersatz für Hühnerei, der sich weder im Geschmack noch von den Verarbeitungseigenschaften vom Original unterscheidet.

«Every Egg» erlebte 2023 sein öffentliches Debut in einem New Yorker Dreier-Sterne-Restaurant und will jetzt globale Märkte erobern. Es ist in wichtigen Regionen bereits zugelassen, für die EU läuft ein Zulassungsgesuch. Aktuell weitet «The EVERY Company» das Netzwerk der Vertriebspartner sowie die globalen Produktionskapazitäten aus.

Aufgrund der Ähnlichkeit des Verfahrens zu klassischen Brau- und Fermentationsprozessen, erweitert durch die präzise genetische Anpassung der Produktionsorganismen, wird dieses Herstellungsverfahren auch als Präzisionsfermentation bezeichnet. Es wird zunehmend für die Herstellung von veganen Alternativen zu Milch- und Eiprodukten, Kollagen und anderen Lebensmittelzutaten, wie zum Beispiel den Geschmacksträgern Myo- und Hämoglobin, eingesetzt.

Über 70 Unternehmen setzen gegenwärtig bereits Präzisionsfermentation zur Herstellung von Lebensmittelzutaten ein. Seit 2013 wurden bereits über 4 Milliarden US\$ in Unternehmen investiert, die Präzisionsfermentation oder die Herstellung alternativer Lebensmittel durch Biomasse-Fermentation betreiben. Die steigende globale Nachfrage nach Alternativen zu tierischen Produkten beflügelt einen ganzen Sektor.

Quellen: Monica Hoyos Flight 2024, [Bioreactor food: Spanish tortillas go vegan](#), Nature Biotechnology 42:1165; [World's #1 Spanish omelet maker Grupo Palacios to formulate with The EVERY Co's hen-less egg](#), AgFunderNews.com, 17.06.2024; [EVERY Egg Product Website](#), The EVERY Company; Giovanni Davide Barone et al. 2023, [Industrial Production of Proteins with *Pichia pastoris*–*Komagataella phaffii*](#), Biomolecules 13:441; Marilia M. Knychala et al. 2024, [Precision Fermentation as an Alternative to Animal Protein, a Review](#), Fermentation 10:315; [2023 State of the Industry Report: Fermentation](#), Good Food Institute.

Weizengene zur Verbesserung der Mehлтаuresistenz von Getreide

Die Weizenernten mit ihrer grossen Bedeutung für die globale Nahrungsmittelversorgung werden durch verschiedene Pflanzenkrankheiten bedroht, darunter auch durch den Befall mit dem durch *Blumeria graminis* verursachten Echten Mehltau. Die Pilzkrankung verursacht in vielen Weizensorten Ertragseinbussen.

Die Pflanzenzüchtung hat über die Jahre zahlreiche Resistenzfaktoren in Weizen identifiziert, die mit Hilfe der Molekularbiologie verschiedenen Resistenzgenen oder Varianten (Allelen) von Resistenzgenen zugeordnet werden konnten. Es ist allerdings sehr aufwändig, durch klassische Kreuzungszüchtung einzelne Faktoren zu trennen und einzeln zu untersuchen. Durch die gentechnische Übertragung isolierter Resistenzgene dagegen wird es möglich, die Funktion und das Zusammenspiel der Resistenzgene in verschiedenen Kombinationen zu erproben. Zehn Jahre lang, seit 2014, liefen auf dem Versuchsfeld von Agroscope in Reckenholz bei Zürich entsprechende Freisetzungsversuche mit gentechnisch veränderten Getreidesorten. Die letzte Ernte innerhalb dieses Projekts fand 2023 statt.

Zwei Veröffentlichungen von Forschenden der Universität Zürich und von Agroscope unter Leitung von Beat Keller beschreiben jetzt verschiedene erfolgreiche Ansätze, um die Mehлтаuresistenz von

Getreide zu steigern. Das einzelne Resistenzgen *Pm3e* führte bei Weizen bei Überexpression durch den starken *ubi* Promoter aus Mais in neun aufeinanderfolgenden Jahren zu vollständiger Mehлтаuresistenz, ohne dass ein Durchbruch der Resistenz oder Ertragseinbussen beobachtet wurden.

Eine Kombination von vier verschiedenen Allelen (*Pm3a*, *Pm3b*, *Pm3d*, *Pm3f*) in einer Pflanze führte ebenfalls zu einer vollständigen Pilzresistenz in allen fünf untersuchten Anbaujahren, und kann vermutlich weniger leicht durch den Erreger durchbrochen werden. Schliesslich konnte das Weizengen *Pm3e* auch Gerste gegen Pilzbefall schützen, ist also auch in einer anderen Getreideart wirksam. Umgekehrt konnte gezeigt werden, dass das isolierte *Pm17*-Gen, das ursprünglich aus Roggen stammt, auch in Weizen eine starke Mehлтаuresistenz verursacht. Diese und weitere Gen-Kombinationsversuche, in Verbindung mit Freilandversuchen, ermöglichen die Entwicklung optimierter Züchtungsansätze für krankheitsresistentere Getreidesorten.

Quellen: Marcela Camenzind et al. 2024, [Breeding for durable resistance against biotrophic fungal pathogens using transgenes from wheat](#), Molecular Breeding 44:8; Teresa Koller et al. 2024, [Pyramiding of transgenic immune receptors from primary and tertiary wheat gene pools improves powdery mildew resistance in the field](#), Journal of Experimental Botany 75:1872–1886 [Weizen mit verbesserter Mehлтаuresistenz \(Universität Zürich\)](#), Agroscope Projekt-Website zu den Freilandversuchen.

Der POINT Newsletter «Aktuelle Biotechnologie» erscheint monatlich in elektronischer Form. Er fasst aktuelle Meldungen aus Forschung und Anwendung rund um die Biotechnologie zusammen. Für ein Abonnement einfach [hier klicken](#) oder ein E-Mail an die Redaktion senden. Frühere Ausgaben stehen im [Online-Archiv](#) zur Verfügung.

Text und Redaktion: Jan Lucht, Leiter Biotechnologie (jan.lucht@scienceindustries.ch)

scienceindustries
Wirtschaftsverband Chemie Pharma Life
Sciences

info@scienceindustries.ch
scienceindustries.ch

Folgen Sie uns



Nordstrasse 15 - Postfach
CH-8021 Zürich

Tel. + 41 44 368 17 11