



DECHEMA

Biotechnologie

STELLUNGNAHME DER
FACHGRUPPE LEBENSMITTELBIOTECHNOLOGIE

Lebensmittel- und Ernährungsforschung

Aktuelle Handlungsfelder und
Forschungsbedarf



AUTOREN

- » Ralf Günter Berger, Leibniz Universität Hannover
- » Bernward Bisping, Universität Hamburg
- » Peter Czermak, Technische Hochschule Mittelhessen
- » Christine Lang, ORGANOBALANCE GmbH
- » Patrick Lorenz, AB Enzymes GmbH
- » Edeltraut Mast-Gerlach, Technische Universität Berlin
- » Holger Zorn, Justus-Liebig-Universität Gießen

HINTERGRUND

Globale Entwicklungen und gesellschaftliche Trends fordern zukünftig verstärkt nachhaltige Aktivitäten von der Lebensmittel- und Ernährungsforschung. Der Klimawandel, eine wachsende und zugleich alternde Weltbevölkerung und die steigende Konkurrenz durch die Nachfrage nach nachwachsenden Rohstoffen zur Energiegewinnung machen neue Konzepte und Strategien der Lebensmittelforschung und -produktion zwingend erforderlich. Übergeordnete Ziele sind dabei die Schonung der Ressourcen, die Ertragsoptimierung sowie eine nachhaltige Lebensmittelproduktion, die zudem zunehmend unter dem Aspekt der Gesunderhaltung der Bevölkerung steht. Forschung und Entwicklung müssen verstärkt interdisziplinäre Ansätze verfolgen und die Bereiche entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von der Forschung über die Industrialisierung und Kommunikation an den Verbraucher – abdecken.

Auf Einladung der Fachgruppe Lebensmittelbiotechnologie der Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (DECHEMA) diskutierten Vertreter aus Wissenschaft und Industrie im Rahmen eines Workshops am 29. April 2011 in Frankfurt am Main intensiv über Wege, die globalen Herausforderungen der Bereitstellung gesunder und sicherer Lebensmittel für die wachsende Weltbevölkerung zukünftig zu bewältigen. Dringender Forschungsbedarf besteht insbesondere in den beiden Bereichen „Steigerung der Ressourceneffizienz“, also der besseren Nutzung vorhandener Ressourcen und der „Entwicklung sicherer und gesunder Lebensmittel“. Die vorliegende Stellungnahme fasst die wesentlichen Resultate dieses Workshops zusammen.

1. RESSOURCENEFFIZIENZ

Nach einer erst kürzlich (Mai 2011) publizierten Studie der „Food and Agriculture“-Organisation (FAO) der Vereinten Nationen werden derzeit nur etwa zwei Drittel der weltweit produzierten Nahrungsmittel auch verzehrt. Ein Drittel, also etwa 1,3 Milliarden Tonnen per annum, gehen entweder im Laufe der landwirtschaftlichen Produktion oder auf dem Weg vom Erzeuger zum Konsumenten verloren oder werden vom Verbraucher selbst entsorgt („post harvest losses“). Pro Kopf betragen die Verluste an Lebensmitteln in Europa und Nordamerika damit bis zu 300 kg jährlich. Dies führt neben der Verknappung von Lebensmitteln in ärmeren Ländern auch zu einer vermeidbaren Produktion von Treibhausgasen (Gustavsson et al. 2011).

Enzymatische und fermentative Verfahren zur Steigerung der Ressourceneffizienz

Lebensmittel sind zumeist Gemische, Aggregationen und Dispersionen zahlreicher chemischer Stoffe. Deshalb eignen sich die selektiven, effizienten und seit Jahrtausenden bewährten enzymatischen und fermentativen Verfahren der Lebensmittelbiotechnologie besonders zur Verbesserung der Ressourceneffizienz.

Enzyme sind aus lebenden Zellen isolierte Katalysatoren, die Inhaltsstoffe von Lebensmitteln gezielt (substrat- und wirkspezifisch) und unter milden Bedingungen (Umgebungsdruck und -temperatur, schwach saures oder alkalisches Milieu) verändern können. Das Ergebnis sind Umwelt schonende Verarbeitungsprozesse, unter denen die Inhaltsstoffe der Lebensmittel in idealer Weise geschützt werden. U.a. kann die Lagerfähigkeit („Shelf life“) von Lebensmitteln durch den Einsatz von Enzymen verbessert und damit die Menge an Abfallströmen reduziert werden. Beispielsweise führt der Prozess der Brotkrumenalterung (das „Altbackenwerden“) zur Ablehnung durch den Verbraucher und damit zu erheblichen wirtschaftlichen Verlusten (Gray & Bemiller 2003). Enzyme, und hier insbesondere maltogene Amylasen, sind in der Lage, den der Krumenalterung zugrundeliegenden Prozess der Stärkeretrogradation zu verlangsamen. Die durch Einsatz von maltogener Amylase im Brotteig erzielten Effekte lassen sich nicht nur anhand von vermiedenen Verkaufsverlusten beziffern (z.B. in den USA mehrere hundert Millionen US \$ pro Jahr), sondern auch als vermiedene Umweltbelastung ausdrücken. So wird die Umweltentlastung bei einer flächendeckenden Einführung maltogener Amylase in der industriellen Herstellung von dampfgegarten Gebäcken alleine in China auf ca. 560.000 t CO₂ pro Jahr beziffert, was dem Ausstoß von 140.000 PKW entspricht (Oxenbøll et al. 2010).

Viele nährstoffreiche Materialien finden wegen ihrer problematischen Halt- und/oder Verarbeitbarkeit nicht den Weg in die Human- oder Tierernährung. Die Biokatalyse kann zum Beispiel lignifizierte oder mit antinutritiven Stoffen behaftete Rohstoffe ernährungsphysiologisch aufwerten, die Bioverfügbarkeit von Inhaltsstoffen verbessern (Phytase, Pektinase) oder diese überhaupt erst zugänglich machen. „Verdauung“ meint im Kern das synergistische Wirken von Enzymen, und so können Enzyme auch Makronutrienten in Futter- und Lebensmitteln „vorverdauen“, komplexe Strukturen wie Zellwände aufschließen und unerwünschte Stoffe in Lebensmitteln beseitigen, bevor sie den Magen-Darmtrakt erreichen. Klassische Beispiele sind die Milchsäuregärung zur Herstellung von Sauerkraut für den menschlichen Genuss oder von Silage als Tierfutter.

Kreislaufschließung

Die großvolumigen Prozesse der Lebensmittelindustrie generieren oft ebenso große Nebenströme. Die zwangsläufig anfallenden organischen Reststoffgemische sind grundsätzlich Substrate für Mikroorganismen und Enzyme. Die Koppelnutzung solcher Nebenströme vermindert ökologische Belastungen und verbessert durch Kreislaufschließung die Wirtschaftlichkeit. Statt einer Entsorgung auf Feldern und in Abwässern können zum Beispiel Pressrückstände aus der Ölgewinnung zu Aromastoffen, ligninhaltige Restströme als Speisepilzsubstrate oder Schlachthofnebenströme zu Proteinhydrolysaten verarbeitet werden. So mündet die Erschließung neuer Nährstoffquellen aus dem Spektrum der pflanzlichen und mikrobiellen Biodiversität im Verein mit der besseren Verwertung vorhandener Ressourcen zu einer qualitativen und quantitativen Verbesserung der globalen Versorgungssicherheit.

Genetisch veränderte Mikroorganismen

Enzyme aus genetisch veränderten Mikroorganismen (GMO) sind oft effizienter und sicherer als die Vorbilder aus dem Wildstamm. Der GMO akkumuliert vor allem das Zielenzym, dessen genaue Sequenz zuvor aufgeklärt und ggf. optimiert worden ist. Ein prominentes Beispiel ist rekombinant produziertes Labenzym, das über eine lange Geschichte der sicheren Anwendung verfügt und seit vielen Jahren zur Vielfalt und Sicherheit fermentierter Milchprodukte beiträgt. Universell nutzbare, womöglich eukaryotische Expressionsplattformen stehen bislang allerdings nur begrenzt zur Verfügung, könnten aber dazu beitragen, die Anwendung von Enzymen in der Lebensmittelverarbeitung dramatisch zu beschleunigen.

KONKRETER FORSCHUNGSBEDARF ZUR STEIGERUNG DER RESSOURCENEFFIZIENZ

Lignifizierte oder mit antinutritiven Stoffen behaftete Rohstoffe sollen durch Biokatalyse ernährungsphysiologisch aufgewertet und die Bioverfügbarkeit von Inhaltsstoffen verbessert oder diese überhaupt erst zugänglich gemacht werden. Die benötigten Mikroorganismen bzw. Biokatalysatoren zur besseren Nutzung vorhandener und Erschließung neuer Rohstoffe müssen durch Screenings aufgefunden, isoliert und charakterisiert werden. Systematische Untersuchungen zur Kompatibilität von Biokatalysator und Nebenstrom müssen erfolgen. Die Entwicklung neuer, universell nutzbarer, eukaryotischer Expressionsplattformen auf Basis lebensmittelnaher Mikroorganismen muss intensiv vorangetrieben werden.

Die Nähe zur Bioökonomie generell und insbesondere zu den Verfahren der Industriellen Biotechnologie ist unübersehbar und lässt erwarten, dass aus den traditionellen Lebensmittelbiotechnologien die dringend notwendige Innovation für die künftige Produktion von Lebensmitteln unter signifikant verbesserter Ressourceneffizienz erwachsen wird.

2. ENTWICKLUNG GESUNDER UND SICHERER LEBENSMITTEL

Die Entwicklung von sicheren und gesundheitsfördernden Lebensmitteln ist ein Aktionsfeld, das vor dem Hintergrund hoher Kosten der Gesundheitsversorgung sowie einer älter werdenden Population zunehmend an Bedeutung gewinnt. Dabei müssen einerseits qualitativ hochwertige Lebensmittel, andererseits Lebensmittel mit Zusatznutzen für gesundheitserhaltende, prophylaktische Zwecke zur Verfügung gestellt werden. Deren postulierte gesundheitsförderliche Wirkung muss wissenschaftlich untersucht und belegt werden. Insbesondere müssen das wachsende Wissen der Medizin für die Prüfung von Lebensmittelinhaltsstoffen genutzt und Möglichkeiten geschaffen werden, Innovationen zeitnah und nach verlässlichen Regularien in Produkte umzusetzen. Hier sind neue interdisziplinäre Ansätze zur Analytik von Inhaltsstoffen und zur frühzeitigen Diagnostik und Biomarkerdefinition von Gesundheitsbeeinträchtigungen erforderlich.

Steigerung der Qualität von Lebensmitteln

Die Qualität von Lebensmitteln ergibt sich aus dem Gehalt an gesundheitlich bedeutsamen Inhaltsstoffen und der Abwesenheit unerwünschter Komponenten (antinutritive Faktoren, Pestizide, Schwermetalle, Toxine, mikrobiologische Kontaminationen, EHEC/EAEC als aktuelles Beispiel). Wesentliche Forschungsziele umfassen dabei lebensmitteltechnologische Aspekte, wie beispielsweise den Erhalt von Nährstoffen (Vitaminen, Omega-3-Fettsäuren) in Lebensmitteln während ihrer Verarbeitung und Lagerung sowie die Verbesserung der organoleptischen Qualität, den Erhalt von Frische, Farbe, Textur, Geruch und Geschmack. Neue bzw. verbesserte gesundheitsförderliche Nahrungsmittelinhaltsstoffe und entsprechende Produktionsprozesse müssen entwickelt und die ernährungsphysiologische Qualität der Produkte z.B. durch Reduzierung von ernährungsphysiologisch kritischen Inhaltsstoffen wie Fett, Salz und Zucker unter Erhalt des Genusswerts gesteigert werden.

Vielfältige Möglichkeiten zur Verbesserung der Qualität von Lebensmitteln ergeben sich aus dem gezielten Einsatz von Enzymen: Die Mehrzahl der Lebensmittelallergien wird von Proteinen verursacht. Protein abbauende Peptidasen sind ein Königsweg, dieser besorgniserregenden Entwicklung zu begegnen. Die enzymatische Hydrolyse von Pflanzenproteinen (Weizen, Soja) substituiert gegenwärtig zunehmend das alte, auf heißer Salzsäure basierende Verfahren, das unvermeidlich mit der Bildung carcinogener Chlorpropanole und einer hohen Belastung von Mensch und Maschine einhergeht. Den Peptidasen verwandte Asparaginasen reduzieren den Gehalt des Vorläufers von Acrylamid in Brot oder Chips, so dass die Bildung dieser potentiell carcinogenen Verbindung drastisch gemindert wird. β -Galactosidasen (Lactasen) mindern ebenfalls Gesundheitsrisiken (Lactoseintoleranz) und ermöglichen so den Patienten den Zugang zu nährstoffreichen Milchprodukten.

Lebensmittel und Ernährung für bestimmte Zielgruppen und neue Forschungsansätze zur Bewertung der Funktionalität von Lebensmitteln

Die Zunahme der älteren Bevölkerung erfordert Ernährungskonzepte, die auf diese Zielgruppe zugeschnitten sind. So sind ältere Personen überdurchschnittlich oft mit Vitaminen und Proteinen unterversorgt. Die Biotechnologie kann dazu beitragen, Nährstoff- oder Nährwert-Profile für verschiedene Bevölkerungsgruppen zu entwickeln. Funktionelle Zutaten („Nutraceuticals“) werden eine zunehmende Bedeutung bei der Entwicklung gesunder bzw. gesundheitsfördernder Lebensmittel erlangen. Wesentliche Voraussetzung für die Akzeptanz neuartiger gesunder Lebensmittel und damit eine erfolgreiche Platzierung auf dem Markt ist der wissenschaftlich nachgewiesene Nutzen und die Wirksamkeit der gesundheitsfördernden bzw. gesundheitserhaltenden Bestandteile und Produkte. Hierzu ist es erforderlich, grundlegend neue und interdisziplinäre Forschungsansätze („proof of concept“-Studien) zu entwickeln.

Entwicklung neuer und nachhaltiger Lebensmittel auf der Basis biotechnologischer/fermentativer Konzepte

Traditionelle oder gänzlich neu entwickelte fermentative Verfahren zur Veredelung pflanzlicher Rohstoffe, zum Aufschluss und zur Anreicherung von Nährstoffen, zur Haltbarmachung von Lebensmitteln oder zum Ersatz petrochemischer Verfahren können wesentlich zur Bereitstellung gesunder und sicherer Lebensmittel beitragen. Traditionelle Fermentationsprozesse von pflanzlichen Rohstoffen (z.B. zu Sauerkraut, Sojasoße) beruhen häufig auf Empirie. Die beteiligten mikrobiellen Populationen weisen lokale Unterschiede auf und sind häufig nicht exakt definiert. Durch die Untersuchung des Einflusses der Diversität und der damit verbundenen unterschiedlichen Eigenschaften der Mikroorganismen können im Endprodukt erwünschte Charakteristika (Verbesserung der Verdaubarkeit, Bildung von Vitaminen und Aromastoffen, Abbau unerwünschter Substanzen) gefördert werden. Damit werden die Produktqualität und die Ausbeuten verbessert. Auch eine Reduzierung des Salz- oder Zuckergehalts fermentierter Lebensmittel ist über das „Pathway Engineering“ von Fermentationsstämmen denkbar. Angestrebt werden sollen auch die Entwicklung neuer Prä- und Probiotika sowie von synbiotischen Getränken. Daneben ist die Entwicklung fermentativer, auf nachwachsenden Rohstoffen basierender Prozesse zum Ersatz petrochemischer Prozesse in der Produktion von Lebensmittelinhalts- und Zusatzstoffen voran zu treiben.

KONKRETER FORSCHUNGSBEDARF ZUR ENTWICKLUNG GESUNDER UND SICHERER LEBENSMITTEL

Neue gesundheitsfördernde Nahrungsmittelinhaltsstoffe und entsprechende Produktionsprozesse müssen entwickelt und die ernährungsphysiologische Qualität der Produkte gesteigert werden. Altersgerechte Versorgungssysteme sind ebenso erforderlich wie Lebensmittelinhaltsstoffe, Lebensmittel und Diäten zum Erhalt von körperlicher Gesundheit und kognitiven Fähigkeiten im Alter. Geeignete Methoden zum Nachweis der Wirksamkeit von funktionellen Komponenten und der Wirkung komplexer Lebensmittel auf den Stoffwechsel und auf die physiologischen Prozesse nach der Nahrungsaufnahme müssen erarbeitet und geeignete Biomarker identifiziert werden. Dies impliziert die Entwicklung neuer Screening/Hochdurchsatz-Systeme (Bioassays, in vitro Analytik) zur Entdeckung und Entwicklung neuer Substanzen mit nachweisbaren Wirkmechanismen.

Mikroanalytische, praxisbezogene Schnellverfahren zum Enzymscreening und besser geeignete Enzyme (Salz-, Trockentoleranz) sind ebenso zu entwickeln wie fermentative Konzepte zur Veredelung pflanzlicher Rohstoffe, zum Aufschluss und zur Anreicherung von Nährstoffen, zur Haltbarmachung von Lebensmitteln und zum Ersatz petrochemischer Verfahren.

LITERATUR

Gray JA, Bemiller JN (2003): Bread Staling: Molecular Basis and Control. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2:1-21

Gustavsson J, Cederberg C, Sonesson U, van Otterdijk R, Meybeck A (2011) :Global food losses and food waste. *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rom*

Oxenbøll K, Li Y, Axelsen A G (2010): Life Cycle Assessment of using Novamyl®Steam for industrial production of steamed bread in China. *Novozymes* (<http://www.novozymes.com/en/sustainability/sustainable-solutions/life-cycle-assessments/Documents/Novamyl.pdf>).



Gesellschaft für Chemische Technik
und Biotechnologie e.V.
Theodor-Heuss-Allee 25
60486 Frankfurt am Main

Tel.: 069 7564-0
Fax: 069 7564-201
E-Mail: info@dechema.de

www.dechema.de