

## Molkeveredelung zur Nutzung der Synergien aus stabilisierenden und prebiotischen Eigenschaften von Kohlenhydrat-Gemischen durch Lactose-Umsetzung

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle:</b>	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik (DIL), Quakenbrück Dr. V. Heinz/Dipl.-Ing. A. Mechelhoff/Dr. U. Bindrich
<b>Industriegruppen:</b>	Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V., Bonn Milchindustrie-Verband e.V., Bonn
	Projektkoordinator: Dipl.-Chem. H.-J. Denzler, BIOLAC GmbH, Harbarnsen
<b>Laufzeit:</b>	2005 – 2007
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 340.450,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Mit der zunehmenden Bedeutung der funktionellen Eigenschaften von Lebensmitteln für eine gesunde Ernährung kommt auf die Entwickler neuer Produkte die Aufgabe zu, neben den traditionellen Qualitätsparametern ernährungsphysiologische Eigenschaften in das Produktkonzept zu integrieren. Bisher geschieht dieses überwiegend durch Zusatz von z. B. Prebiotika zu ausgewählten Lebensmitteln. Mit diesem Projekt sollte erstmalig versucht werden, in einem Rohstoff wie Molke sowohl technologisch funktionelle als auch ernährungsphysiologische Eigenschaften auf Basis der Lactoseumsetzung zu realisieren. Basis des Vorhabens waren umfangreiche Vorarbeiten auf dem Gebiet der selektiven Lactosemodifizierung, die einen neuen Weg zur verbesserten Wertschöpfung beim Einsatz von Molke/Molkefraktionen eröffnen. Gleichzeitig ist von Vorteil, dass der Rohstoff Molke in hoher Qualität sowie nachhaltiger Menge zur Verfügung steht und eine sehr hohe physiologische Wertigkeit besitzt.

Die Entwicklung nutritiver und funktioneller Molkerohstoffe beinhaltet die Umsetzung von Lactose zu komplexen Kohlenhydrat-Gemischen aus Mono-, Di- und Oligosacchariden, von denen insbesondere Lactulose und Galacto-Oligosaccharide (GOS) prebiotische Eigenschaften aufweisen. Ergänzend kommt hinzu, dass im

Zusammenhang mit dem Einsatz von  $\beta$ -Galactosidasen der Lactosegehalt reduziert wird, was Vorteile hinsichtlich Lactoseintoleranz mit sich bringt. Aus technologischer Sicht wird durch die Reduktion des Lactosegehaltes die Gefahr der Lactosekristallisation (Sandigkeit) im Produkt vermindert und der Einsatz erhöhter Anteile an Molkenrohstoffen möglich.

### Forschungsergebnis:

Im Rahmen des Projektes wurden die Wechselwirkungen von  $\beta$ -Galactosidasen mit verschiedenen Substraten unter verschiedenen Reaktionsbedingungen systematisch untersucht. Es wurden die jeweiligen Optimalbedingungen für Lactosespaltung und GOS-Bildung ermittelt. Mit Ausnahme von Mutterlauge ist es für alle untersuchten Substrate möglich, den Lactosegehalt deutlich zu reduzieren und GOS zu bilden. Im Ergebnis des Projektes sind die jeweiligen optimalen Reaktionsbedingungen (Temperatur, pH-Wert, Lactosekonzentration) für die Lactosespaltung und die GOS-Bildung verfügbar sowie wesentliche Einflussfaktoren bekannt.

Bei den Untersuchungen zur Bildung von Lactulose wurde eine eindeutige Temperaturabhängigkeit festgestellt. Die Umsetzung von Lactose zu Lactulose kann bei 90 °C 18,5 % erreichen, während bei 50 °C nur etwa 10 % umgesetzt

werden. Es war zudem möglich, das sonst als Komplexbildner eingesetzte Borat durch Phosphatpuffer zu ersetzen, der prinzipiell eine milcheigene Substanz ist. Es wurde eine optimale Konzentration des Phosphatpuffers hinsichtlich maximaler Umsetzung ermittelt. Haupteinflussfaktor auf die Umsetzung ist allerdings auch bei Verwendung des Phosphatpuffers der pH-Wert. Die Umsetzungsreaktion verzögert sich in starkem Maße und der Anteil an gebildeter Lactulose reduziert sich bei  $\text{pH} < 11$  erheblich. Da die optimalen Reaktionsbedingungen nicht geeignet sind, in Prozessabläufe integriert zu werden, scheint eine kombinierte Anreicherung mit den Prebiotika GOS und Lactulose nicht sinnvoll zu sein.

Hinsichtlich der Veränderung der funktionellen Eigenschaften der Rohstoffe mit modifizierter Kohlenhydratzusammensetzung haben sich im Wesentlichen die getroffenen Annahmen, wie Reduzierung des Gefrierpunkts und Verbesserung der Textureigenschaften, bestätigt. Die entwickelten modifizierten Rohstoffe wurden in Produkten (milch- und molkenbasierte Getränke, Speiseeis) eingesetzt, die umfassend physikalisch und sensorisch bewertet wurden. Dabei hat sich gezeigt, dass insbesondere bei Speiseeis diese Verbesserungen der Textur hinsichtlich Härte (Löffelbarkeit) und Cremigkeit mit einer Verschlechterung der Stabilität der Luftblasen und einem erhöhten Abtropfgrad verbunden sind. Da beim Austausch von Milch- durch Molkekomponenten der Kaseinanteil im Produkt, der bekanntlich zur Stabilisierung der Luftblasen mit beiträgt, sinkt, muss durch Anpassung des Stabilisatorsystems ein Ausgleich geschaffen werden.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass es mit dem Projekt gelungen ist, Möglichkeiten aufzuzeigen, in hochwertigen Lebensmitteln (z.B. Speiseeis) höhere Anteile an Molkeprodukten zu verarbeiten, ohne dass damit die Gefahr der Sandigkeit durch Lactosekristallisation verbunden ist.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Molke fällt vor Ort in hohen Mengen an. In 2006 wurde der Anteil aus der Käse- und Kaseinproduktion in Deutschland auf ca. 13,8 Mio t geschätzt. Daraus wurden ca. 300.000 t Molkepulver erzeugt, wovon nur ca. 45.000 t für die menschliche Ernährung genutzt wurden. Die sich entwickelnden Märkte im Bereich Milchfrisch-

produkte und Speiseeis stellen einen potentiellen Einsatzbereich für die funktionellen Kohlenhydrat-Gemische dar. In 2006 wurden ca. 3,1 Mio. t Milchfrischprodukte und 365.000 t Speiseeis hergestellt.

Die funktionellen Eigenschaften dieser definierten Kohlenhydrat-Gemische erschließen zudem ein umfangreiches Einsatzgebiet im Bereich der Süß- und Backwaren, wie z.B. Füllungen für Süß- und Backwaren und Snacks. Wird ein Einsatz der Kohlenhydrat-Gemische in nur 1% der erzeugten Produkte angenommen und eine Konzentration an GOS von 2 g/100 g Produkt angestrebt, so werden ca. 26.000 t Molke zur Deckung des Anteils an GOS allein in der Speiseeis-Produktion benötigt. Wird zudem die Anwendung in Süßwaren berücksichtigt, so erhöhen sich die entsprechenden Mengen um ein Vielfaches. Die Verwendung modifizierter Kohlenhydrate führt zu einer Qualitätssteigerung bei gleichzeitig erhöhter ernährungsphysiologischer Wertigkeit der Produkte und entspricht damit den Anforderungen des Marktes (Quality, Wellness, Health). Die funktionellen Eigenschaften dieser Kohlenhydrat-Gemische erschließen zudem ein umfangreiches Einsatzgebiet im Bereich der Süß- und Backwaren. Somit lässt sich ein Zusatznutzen vom Rohstoff bis zu den Endprodukten via Rezepturmodifikation direkt erzielen. Eine besondere Wertschöpfung wird sich auch dadurch ergeben, dass sämtliche Nährstoffe einschließlich der Mikronährstoffe der Molke in das Produkt eingebracht werden können.

Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) erhalten durch die Forschungsarbeiten die Möglichkeit, mit ihren Produkten auf die sich verändernden Anforderungen des Marktes zu reagieren und im internationalen Verdrängungswettbewerb Bestand zu haben. Ein besonders für KMU relevanter Vorteil ist die Möglichkeit der Kombination vorhandener Anlagen zur Molkeverarbeitung mit dem neuen Verfahren.

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2007.
2. Bindrich, U. und Mechelhoff, A.: Einsatz von Molke in Speiseeis – Möglichkeiten der Qualitätsverbesserung. [www.dil-ev.de/magazin/artikel.php?artikel=148&type=&menuid=3&topmenu=3](http://www.dil-ev.de/magazin/artikel.php?artikel=148&type=&menuid=3&topmenu=3), (2008).

3. Rohenkohl, H., Stoll, T. und Timke, M.:  
Molkeveredelung zur Nutzung der Synergien  
aus stabilisierenden und probiotischen  
Eigenschaften von Kohlenhydrat-Gemischen  
durch Lactose-Umsetzung. Jahresbericht  
Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik,  
Quakenbrück, 52-53 (2005).

**Weiteres Informationsmaterial:**

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V.  
(DIL)  
Prof.-von-Klitzing-Str. 7, 49610 Quakenbrück  
Tel.: 05431/183-228, Fax: 05431/183-200  
E-Mail: info@dil-ev.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)  
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn  
Tel.: 0228/372031, Fax: 0228/376150  
E-Mail: fei@fei-bonn.de

... ein Projekt der **Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)**

gefördert durch/via:

