

## Thermische und enzymatische Modifizierung der funktionellen Eigenschaften von Molkenproteinkonzentraten aus Sauermolke

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle:</b>	Hochschule Anhalt (FH) FB Angewandte Biowissenschaften und Prozesstechnik FG Lebensmittelverfahrenstechnik/Milchtechnologie, Köthen Prof. Dr. T. Kleinschmidt/Dr. G. Konrad
<b>Industriegruppe:</b>	Milchindustrie-Verband e.V., Berlin
	Projektkoordinator: Dipl.-Chem. H.-J. Denzler, BIOLAC GmbH, Harbarnsen
<b>Laufzeit:</b>	2007 – 2009
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 253.500,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

In Deutschland fallen jährlich etwa 12 Mio. t Molke an, wobei der Sauermolkeanteil inkl. Thermoquarkmolke 4,16 Mio. t in 2006 betrug. Sauermolke, die bei der Herstellung von Harzer Käse anfällt, gilt als schwer verwertbar, weil aufgrund des pH-Wertes einige individuelle Molkenproteine den Prozessschritt Ultrafiltration (UF) erschweren. Außerdem ist etwa 1 % der Lactose bereits zu Milchsäure fermentiert. Große Unternehmen verschneiden zum Teil Süßmolke mit Sauermolke, um die Sauermolke wenigstens partiell verwerten zu können. Aber kleine und mittlere Unternehmen (kmU) sind dazu nicht in der Lage, weil ihnen die notwendige Rohstoffmenge fehlt.

Ziel des Forschungsvorhabens war es daher, einen praktikablen Lösungsweg für die Veredelung von Sauermolke hin zu Molkenproteinkonzentraten (engl.: Whey Protein Concentrate -WPC) und WPC mit vorgegebener Funktionalität zu erarbeiten.

### Wirtschaftliche Bedeutung:

Im Rahmen des Projektes wurden die Grundlagen für eine technische Gewinnung von Sauermolken-Proteinkonzentrat im Labormaßstab erarbeitet und kleintechnisch verifiziert. Als

Meilenstein 1 galt das Erreichen eines Fluxes im stationären Bereich der UF von  $> 20 \text{ kg/m}^2$  und wurde mit  $30 - 40 \text{ kg/h m}^2$  deutlich übertroffen. Die Verluste durch Transmission an Protein waren bei allen Membranen sehr gering. Im Permeat ließen sich nur Spuren von  $\alpha$ -Lactalbumin ( $\alpha$ -La) und kleine Peptide nachweisen. Damit die Sauermolke gut filtrierbar wird, erwiesen sich zwei Maßnahmen als äußerst wirkungsvoll. Zunächst wurde die Molke mit Hilfe eines Separators im Schwerefeld bei  $3000 \times g$  vorgeklärt und anschließend unter normalen UF-Bedingungen bei pH 3,0 - 3,5 filtriert. Als optimale Filtrationsbedingungen wurden ein Transmembrandruck von 2,0 bar, eine Temperatur von  $48^\circ\text{C}$  und pH 3,25 gefunden.

Die Zentrifugationsverluste an Protein lagen im Bereich  $< 2,5 \%$  des Gesamtproteins und betrafen insbesondere die hochmolekularen Molkenproteine, Immunglobulin und Serumalbumin. Diese beiden Proteine konnten auch als Ursache für die Filtrationsprobleme unvorbehandelter Sauermolke ausgemacht werden. Durchschnittlich bestand die Molkenproteinfraktion nach der Zentrifugation zu 69,4 % aus b-Lg, 21,7 % aus  $\alpha$ -La und zu 8,9 % aus Immunglobulin. Serumalbumin war in jedem Fall abwesend. Im Sauermolken-WPC betrug der Proteinanteil etwa 45 % i.T. nach einer Volumenreduktion von 1:10.

Die Untersuchung der funktionellen Eigenschaften der Sauermolken-Proteinkonzentrate erfolgte im Modell- und im Realsystem. Die Ergebnisse wurden mit einem handelsüblichen Labmolke-WPC und mit reinem  $\beta$ -Lg verglichen. Da das Molkenprotein des Sauermolken-WPC's zu 65-70 % aus  $\beta$ -Lg besteht, bestimmte dieses Protein auch die funktionellen Eigenschaften. Alle untersuchten Schaum-, Emulgier- und Gelbildungseigenschaften des Sauermolken-Proteinkonzentrates waren besser als die vom kommerziellen Labmolken-WPC. Damit konnte ein weiterer Meilenstein in der Zielstellung des Projektvorschlages übertroffen werden.

Das Sauermolken-WPC wurde thermisch und enzymatisch erfolgreich modifiziert, wodurch sich die ohnehin sehr guten Schaum- und Emulgiereigenschaften noch weiter steigern ließen. Die positivsten Auswirkungen auf die Funktionalität hatten eine thermische Modifizierung (90°C, 2,5 min, pH 3,25) sowie eine peptische Partialhydrolyse auf einen Hydrolysegrad von 5,5 %, ein tryptischer Abbau um 1,0 % sowie eine Hydrolyse mit Corolase PP bis auf einen Hydrolysegrad von 2,5 %. Die positiven Auswirkungen konnten sowohl im Modell-, als auch im Realsystem nachgewiesen werden. Als Realprodukte wurden eine aufschlagfähige Emulsion, Speiseeis, Mayonnaise, Puddingdessert und Joghurt ausgewählt. Im Vergleich zu Labmolken-WPC zeigten sowohl das Sauermolken-WPC als auch einige modifizierte Varianten bessere sensorische und rheologische Eigenschaften in den Realprodukten. Ferner konnte mit der peptischen Methode zur Isolierung von  $\beta$ -Lg hochreines, natives  $\beta$ -Lg mit exzellenten Ausbeuten von >85 % problemlos kleintechnisch gewonnen werden. Voraussetzung war ein Hydrolysegrad von 14 %, der mit einem Enzym/ Substratverhältnis von 1:500 in 20 h sicher erreicht wurde.

#### **Wirtschaftliche Bedeutung:**

Das Forschungsprojekt ist für kleine und mittelständische Unternehmen der Milchindustrie von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung, weil es zur vorwettbewerblichen Entwicklung einer neuen Generation von Milcheiweißzeugnissen mit optimierten funktionellen Eigenschaften führt. Sie können in Lebensmitteln, in der Diätetik, in geriatrischer und Sportlernahrung und im pharmazeutischen Bereich eingesetzt werden. Bei kleineren Produzenten von Sauermilchquark fallen etwa 100 t Sauermolke pro Tag an mit einem Proteingehalt von 5,6 g/l. Das bedeutet,

dass für die Herstellung von 1 kg WPC (getrocknet) mit 35 % Protein 63 kg Sauermolke benötigt werden, was einer Jahresproduktion von ca. 550 t/a entspricht. Bei einem derzeitigen Weltmarktpreis für 1 kg WPC-35 von 1,70 €/kg, ergibt das einen Bruttoerlös von ca. 850.000 €/a. Für eine Verwertung wäre bei einem angenommenen Flux von 30 l/hm<sup>2</sup> eine UF-Anlage (Anschaffungskosten: 500.000 €) mit einer Filterfläche von ca. 300 m<sup>2</sup> notwendig (50 Module à 6 m<sup>2</sup>). Die Selbstkosten wurden mit 647.000 €/a veranschlagt. Damit ergibt sich ein Überschuss von 203.000 €/a bei der Verarbeitung von 100 t/d Sauermolke.  $\beta$ -Lg wird von der Fa. Fonterra nach einem alternativen Verfahren hergestellt und für 10 €/kg verkauft. Für die Isolierung von 1 kg werden etwa 300 kg Molke und 4 g Pepsin mit 0,7 FIP/mg benötigt. Technisches Pepsin kostet etwa 60 €/kg. Damit entfallen auf die Rohstoffe etwa 3,30 €/kg. Hinzu kommen noch Kosten für die UF/DF, Reinigung, Trocknung und Verpackung, so dass für an dem Verfahren interessierte Unternehmen per Saldo mit einem positiven Ergebnis gerechnet werden kann.

#### **Publikationen (Auswahl):**

1. FEI-Schlussbericht 2009.
2. Konrad, G., Kleinschmidt, T. und Faber, W.: Ultrafiltration flux of acid whey obtained by lactic fermentation. *Int. Dair. J.* 22, 73-77 (2012).
3. Konrad, G., Kleinschmidt, T. und Faber, W.: Ultrafiltration flux of acid whey by lactic acid fermentation. *Int. Dairy J.*, DOI: 10.1016/j.idairyj.2011.08.005 (2011).
4. Konrad, G., Gorzki, L. und Kleinschmidt, T.: Isolierung von  $\beta$ -Lactoglobulin aus Süßmolke. *Dt. Milchwirt.* 60, 652-653 (2009).
5. Konrad, G., Gorzki, L. und Kleinschmidt, T.: Ultrafiltration von Sauermolke. *Dt. Milchwirt.* 60, 371-372 (2009).
6. Konrad, G., Gorzki, L. und Kleinschmidt, T.: Funktionalität von Sauermolken-Proteinkonzentrat. *Dt. Milchwirt.* 60, 442-444 (2009).
7. Konrad, G., Gorzki, L. und Kleinschmidt, T.: Sauermolken-Proteinkonzentrat – Modifizierungen der funktionellen Eigenschaften – Erhitzen unter sauren Bedingungen. *Molkerei-Ind.* 7, 21-23 (2009).
8. Konrad, G., Gorzki, L. und Kleinschmidt, T.: Sauermolken-Proteinkonzentrat – Enzymatische Modifizierung der funktionellen Eigenschaften. *Molkerei-Ind.* 8, 42-44 (2009).

9. Chime, J. J., Konrad, G., Kleinschmidt, T. und Gorzki, L.: Thermal modification of functional properties of proteins from acis whey. *Milchwirt.* 64, 400-404 (2009).

**Weiteres Informationsmaterial:**

Hochschule Anhalt (FH)  
FB Angewandte Biowissenschaften und Prozess-  
technik, FG Lebensmittelverfahrenstechnik/  
Milchtechnologie  
Bernburger Str. 55, 06366 Köthen  
Tel. 03496/67-3560, Fax 03496/67-2574  
E-Mail: gerd.konrad@bwp.hs-anhalt.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:

