

Optimierung der Gel- und Schaumbildungseigenschaften von definierten Gemischen aus nativen und modifizierten Eiklar- und Milchproteinen

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle:	Technische Universität München Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung Abt. Technologie, Freising-Weihenstephan Prof. Dr. U. Kulozik/Dipl.-Ing. M. Kuropatwa/Dipl.-Ing. A. Tolkach
Industriegruppen:	Bundesverband der Deutschen Eiprodukten-Industrie e.V., Bonn Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaftlichen Forschung an der TU München in Freising-Weihenstephan e.V., Freising
	Projektkoordinator: C. von der Crone, Bundesverband der Deutschen Eiprodukten-Industrie e.V., Bonn
Laufzeit:	2005 – 2007
Zuwendungssumme:	€ 259.200,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Strukturbildungen auf der Basis von Proteinmatrices spielen eine entscheidende Rolle bei der Produktgestaltung einer breiten Palette von Lebensmitteln. Milcherzeugnisse wie Joghurt, Quark, Frischkäse und Milchlischerzeugnisse, auch in Form von aufgeschäumten oder gelartigen Desserts, erhalten ihre Struktur überwiegend durch die Fähigkeit von Milchproteinen, gelartige, hochviskose oder geschäumte Strukturen auszubilden und zu stabilisieren. Diese Vorgänge sind durch technologische Maßnahmen, d.h. durch Matrix- und Prozessgestaltung, beeinflussbar. Eine Reihe von Milieufaktoren (z.B. pH, Ionen- bzw. Zuckergehalt) und Prozessbedingungen können herangezogen werden, um sowohl den Verlauf der Strukturausbildung als auch das Endergebnis zu steuern.

In vielen Fällen ist jedoch der derzeit verfügbare bzw. nutzbare Rahmen im Zusammenhang mit der Anwendung einer Matrix, welche nur aus einer Proteinart besteht bzw. aus Proteinen aus einer Rohstoffquelle, zu eng, um alle Erfordernisse bei der Produktstrukturgestaltung abzudecken bzw. um neue Wege in der Produktentwicklung beschreiten zu können. Limitationen bei heutigen Systemen beim Ausbilden eines

ausreichend festen Geles, welches zudem stabil gegenüber Stressfaktoren beim Herstellen und Transport sein soll und eine hohe Serumbindefähigkeit aufweist, können zwar durch höhere Protein- bzw. Trockenmassegehalte ausgeglichen bzw. umgangen werden, allerdings steigen dabei die Produktkosten erheblich an.

Alternativ stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- der Zusatz von Hydrokolloiden,
- die Funktionalisierung von Proteinen durch Vorbehandlung sowie
- ein verstärktes Ausnutzen des Einflusses von Protein-Protein-Wechselwirkungen auf die Strukturbildung.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, bisher nicht genutzte bzw. nicht ausreichend erforschte Protein-Protein-Wechselwirkungseffekte zwischen den verschiedenen Milchproteinen einerseits sowie zwischen Eiklarproteinen und Milchproteinen andererseits hinsichtlich einer Gelbildung bzw. der kontrollierbaren Ausbildung viskoser Strukturen als Basis für die Produkttextur- und Schaumbildung zu untersuchen. Diese sollten mittels geeigneter Analytik im Sinne der oben gegebenen Definitionen beschrieben und deren Verwendungsmöglichkeiten ermittelt wer-

den. Diese Reaktionen sollten auf der Basis thermischer und/oder fermentativer Verfahren ausgelöst werden. Eiklar diente in diesem Zusammenhang exemplarisch als Vertreter für Nichtmilchproteine. Neben dem Effekt einer veränderten Zusammensetzung sollte die Auswirkung unterschiedlicher Vorbehandlungsmethoden auf die Funktionalität der Proteine beim Strukturaufbau, welcher durch thermische oder fermentative Verfahren ausgelöst wird, untersucht werden.

Forschungsergebnis:

Um die Protein-Protein-Interaktionen in einem Milchprodukt mit Eiklareinsatz identifizieren zu können, wurde das Denaturierungsverhalten der einzelnen Eiklar- und Molkenproteine einzeln und in Mischungen unter Variation des pH-Werts und der Proteinzusammensetzung untersucht. Eiklar- und die Molkenproteine beschleunigen sich gegenseitig bei der thermischen Denaturierung bei pH 9 mit steigendem „Fremdproteinanteil“, was auf die Ausbildung von Mischaggregaten durch Thiol-disulfidaustauschreaktionen zurückzuführen ist. Bei saurem pH-Wert (pH 4,6) erfolgt die Denaturierung der Proteine hauptsächlich durch hydrophobe Wechselwirkungen. Aufgrund unterschiedlicher Potentiale, hydrophobe Wechselwirkungen einzugehen, denaturiert Ovalbumin in einem Mischsystem langsamer als in einer Eiklarlösung. Außer dem Denaturierungsverhalten von Proteinen in Mischlösungen wurde auch der Einfluss eines Fremdproteinanteils auf das Strukturbildungsvermögen der Proteinsystemen mit unterschiedlichen pH-Werten und Ionenstärke untersucht. Die Interaktionen zwischen Eiklar- und Molkenproteinen zeigen keine synergistischen Effekte bezüglich des Gelbildungsvermögens. Bei pH 6 interagieren die Eiklarproteine mit Casein durch hydrophobe Wechselwirkungen, was die Ausbildung von festeren Strukturen als bei Einzelkomponenten und positiven Interaktionsindices zur Folge hat. Eine Zugabe von Eiklar wirkt sich besser auf die Strukturbildungseigenschaften der Mischungen mit überwiegendem Caseinanteil aus als eine gleich hohe WPI-Zugabe in das Mischsystem. Zusätzlich zeigt das Eiklar in den Mischungen mit Casein bei pH 7 einen größeren Vorteil bezüglich der Serumbindung als Molkenproteine.

Nach der Untersuchung von Modellsystemen mit gelartigen Strukturen, die aus Mischungen zwischen Eiklar- und Molkenproteinen sowie Eiklar und Casein durch thermische Behandlung ent-

standen sind, war es wichtig, eine Anwendbarkeit des Eiklars als Bestandteil der komplexen Matrix eines Milchproduktes zu untersuchen. Der Einsatz von Eiklarproteinen in einem sauren Milchprodukt wie Joghurt oder Streichrahm ermöglicht eine Verstärkung der Textur des Produktes bzw. eine Ausbildung der gleichen Struktur wie in einem Produkt aus reinen Milchproteinen, jedoch bei niedrigerer Proteinkonzentration. Durch Eiklarzugabe können folglich aufgrund des hervorragenden Gelbildungsvermögens die Rohstoffkosten gesenkt werden. Auch bei Anwendung von kommerziell erhältlichen Stabilisatorsystemen kann der zusätzliche Einsatz von Eiklar die Struktur des Produktes verbessern. Hier muss jedoch genau abgewogen werden, welche Charakteristika das Endprodukt aufweisen soll, da beispielweise eine Erhöhung der Festigkeit und damit eine verstärkte Strukturbildung bei dem Streichrahm mit Eiklar auch eine verminderte Streichfähigkeit nach sich zieht.

Da das Eiklar als komplexes Proteinsystem für seine positiven Schaumbildungseigenschaften bekannt ist, war es von besonderem Interesse, diese Proteinquelle als Fremdprotein in Milchsichsystemen einzusetzen und den Einfluss von möglichen Synergien zwischen diesen verschiedenartigen Proteinen auf das Schaumbildungsvermögen zu analysieren. Es wurde festgestellt, dass der pH-Wert einen enormen Einfluss auf das Schaumbildungsvermögen von EWP, WPI und in den Mischungen hat. Bei den WPI-Schäumen werden durch intermolekulare Abstoßung und bei den EWP-Schäumen durch hydrophobe Wechselwirkungen die Schaumcharakteristika verbessert. EWP zeigt bessere Schaumeigenschaften bei saurem pH, während der WP-Anteil die Schaumeigenschaften bei basischen pH-Werten verbessert. Daher sind die Schaumbildung und Stabilisierung bei EWP und WPI durch unterschiedliche Mechanismen bedingt. Bei pH 9 zeigen die Molken-Eiklarproteinmischungen einen synergistischen Effekt bei der Schaumkapazität und Stabilität sowie eine höhere Oberflächenhydrophobizität als bei Einsatz der einzelnen Proteinkomponenten. Eiklar und Molkenproteine zeigen bei pH 9 deutliche synergistische Wechselwirkungen, wodurch neue Wege zur Gestaltung von Produkten eröffnet werden. Diese Milieubedingung kann gezielt ausgenutzt werden, um Produktstrukturen zu erzeugen, die in ihrer Stabilität und in ihren rheologischen Eigenschaften einzigartig sind, weil sie mit den Einzelproteinsystemen nicht erreicht werden können.

Für die Lebensmittelindustrie ist es von besonderem Interesse, durch Mischsysteme die Einsatzmöglichkeiten für die Proteine zu erweitern bzw. das vorhandene Potential stärker auszunutzen. Anhand der ermittelten Ergebnisse bezüglich der Wechselwirkungen der Proteinen bei der thermischen Denaturierung und Gelbildung wurde ein neues Forschungsziel aufgestellt, in dem die Einflüsse der Protein-Protein-Interaktionen auf die Eigenschaften des mikropartikulierten Produktes untersucht wurden. Mikropartikulierte Molken-Eiklarprotein-Mischungen zeigen deutlich bessere Eigenschaften als reine mikropartikulierte Molkenproteine, wie verstärkte Strukturbildung und weniger Serumabscheidung. Der Einsatz der Mischaggregate sollte sich daher auch positiv auf die Strukturen von komplexen Produkten auswirken. Es ist zu erwarten, dass Produkte mit gleicher Struktur, aber mit weniger Trockenmasseerhöhung erzielt werden können.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Ergebnisse des Vorhabens sind von mehreren Zweigen der Lebensmittelindustrie (Milchindustrie, Eiproduktenindustrie) sowie der Zulieferindustrien (Enzymhersteller, Maschinen- und Anlagenbau) nutzbar. In einem breit angelegten Rahmen wurden neue Technologien zum Herstellen von Produktstrukturen entwickelt, welche sich bewusst auf eine Kombination aus Vorfunktionalisierung von Proteinen und anschließender Strukturbildung durch Protein-Protein-Wechselwirkungen stützen. Darüber hinaus ist abzusehen, dass das Vorhaben auch auf andere Zweige der Lebensmittelindustrie ausstrahlen wird, in denen ebenfalls Proteine zur Strukturbildung eingesetzt werden und Protein-Protein-Wechselwirkungen eine große Rolle bei der Ausbildung kontrollierbar stabil herstellbarer Produktstrukturen spielen können. Dies schließt auch die Herstellung von Trockenmilchprodukten ein, die beim Redispersieren funktionelle Eigenschaften wie Gel- und Schaumbildung aufweisen sollen. Die erarbeitete Methodik kann nachfolgend für weitere Untersuchungen unter Einbeziehung von Pflanzenproteinen eingesetzt werden.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2007.
2. Kuropatwa, M.: Impact of heat and pH induced protein-protein interactions between

whey and egg white on the foamability of their mixture systems. Food Hydrokolloids, 5, 1-8 (2009).

3. Kuropatwa, M und Kulozik, U.: Proteinmischsysteme als innovativer Ansatz zur Entwicklung der Struktur von Milchprodukten. Deutsche Milchwirtschaft 10, 352-354 (2008).
4. Kuropatwa, M.: Einfluss der Protein-Protein-Wechselwirkungen zwischen Molken- und Eiklarprotein auf die Schaumkapazität. Milchwissenschaftliche Forschung, Weihenstephan, Jahresbericht 2007, 131-133 (2008).
5. Kuropatwa, M. und Kühnl. W.: Einfluss von hitzeinduzierten Protein-Protein-Wechselwirkungen zwischen Eiklar- und Molkenproteinen auf deren Denaturierungsverhalten und Gelbildungsvermögen. Milchwissenschaftliche Forschung, Weihenstephan, Jahresbericht 2006, 140-143 (2007).
6. Kuropatwa, M.: Protein-Protein-Wechselwirkungen: Gelbildungseigenschaften von fermentierten Mischproteinsystemen aus Casein und Molkenprotein. Milchwissenschaftliche Forschung, Weihenstephan, Jahresbericht 2005, 155-157 (2006).

Weiteres Informationsmaterial:

Technische Universität München
Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittel-
forschung, Abt. Technologie
Weihenstephaner Berg 1
85350 Freising-Weihenstephan
Tel.: 08161/71-4205, Fax: 08161/71-4384
E-Mail: ulrich.kulozik@weihenstephan.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