

Abtrennen und Trocknen Molkenprotein-Pektin-basierter Fat-Replacer-Systeme zur Modulation der Textureigenschaften fettreduzierter Lebensmittelformulierungen



Koordinierung: Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn

Forschungsstelle(n): Universität Hohenheim
Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie
FG Milchwissenschaft und -technologie
Prof. Dr. Dr. Jörg Hinrichs

Universität Hohenheim
Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie
FG Lebensmittelverfahrenstechnik und Pulvertechnologie
Prof. Dr. Reinhard Kohlus

Industriegruppe(n): Milchindustrie-Verband e. V. (MIV), Berlin

Projektkoordinator: Christiane Schmidmeier
Milei GmbH, Leutkirch

Laufzeit: 2020 – 2023

Zuwendungssumme: € 429.919,--

Ausgangssituation

Die Produktionsmenge fettfreier und fettreduzierter Lebensmittel, sog. „Light“-Produkte, ist in den vergangenen Jahren in Deutschland kontinuierlich gestiegen. Milchprodukte stellen mit einem Anteil von 29,8 % die größte Gruppe innerhalb dieser Produktkategorie dar. Um texturelle und sensorische Attribute gegenüber den fettreichen Varianten zu kompensieren, werden bei diesen Produkten Fat-Replacer eingesetzt, wobei bei fett reduzierten Milchprodukten überwiegend molkenproteinbasierte Fat-Replacer-Systeme verwendet werden. Der Ausgangsstoff Molkenprotein wird aus Nebenströmen der Käse- oder Frischkäseherstellung gewonnen und thermomechanisch zu 5 - 10 µm großen Partikeln (WPP: Whey-Protein-Partikel) aggregiert. Eine steigende Nachfrage nach Spezialprodukten, z.B. für Babys, Sportler und Senioren, lassen die Preise für Molkenprotein steigen und erfordern neue Ansätze und effiziente Fat-Replacer-Systeme.

Bereits im Rahmen des IGF-Projekts AiF 17876 N wurde die Idee von partikulären denaturierten Molkenprotein-Pektin-Komplexen (dWPPC: denatured Whey Protein Pectin Complex) untersucht, wobei die Stabilität im Verarbeitungsprozess im Fokus stand. Es wurde im Labormaßstab für ein Modellsystem aus Magermilch-MF (Mikrofiltration)-Permeat eine Technologie entwickelt, mit der dWPPC-Dispersionen im Größenordnungsreich von 1 - 10 µm erzeugt werden können. Vorversuche zeigten, dass die gute Wirkung als Fat-Replacer u.a. auf die hohe Voluminosität der dWPPC-Partikel zurückzuführen sein könnte und dass mit reinen dWPPC-Partikeln nur 1/3 der Einsatzmenge von Molkenprotein-Partikeln notwendig sein könnte, um in fettreduzierten Varianten einen vergleichbaren texturellen Effekt zu erzielen. Eine Herausforderung für die Herstellung dieser

Systeme ist, dass die gewünschte Komplexbildung aus thermodynamischen Gründen nur in einem engen Konzentrationsbereich und einem bestimmten Mischungsverhältnis stattfindet.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, aufbauend auf den Ergebnissen dieses IGF-Projekts eine Scale-up-fähige Technologie für pulverförmige Fat-Replacer-Systeme auf Basis von Molken-Protein-Pektin-Komplexen zu entwickeln, mit dem diese maßgeschneidert auf den jeweiligen Einsatz in Milchprodukten und anderen Lebensmitteln, wie Süßwaren und Backwaren, hergestellt werden können.

Forschungsergebnis

Die dWPPC wurden im Referenzprozess bei pH 5,0 – 5,5 (abhängig von der Molkenproteinquelle), 90 °C und 675 s⁻¹ hergestellt. Die dWPPC können über die intrinsischen und extrinsischen Faktoren maßgeschneidert werden. Für den Einsatz von Molkenproteinisolat der Firma Sachsenmilch konnten über einen pH von 4,75 bis 6,1 Partikelgrößen $d_{90,3}$ von 2 – 200 µm erzielt werden. Die Voluminosität als Parameter für den volumenbasierten Austausch der Fettphase liegt bei 12 – 20 mL/g für dWPPC in den frischen Dispersionen. Nach der Sprühgetrocknung wurde im Mittel eine Voluminosität der rehydratisierten Partikel von ~4 mL/g bestimmt. Die dWWPC Lösungen können sowohl unverändert mit einer Konzentration von ca. 5% als auch nach einer Konzentrierung mit bis zu 12% Feststoffmassenkonzentration sprühgetrocknet werden. Eine Zielpartikelgröße der Pulverpartikel von 100 µm kann zuverlässig mittels Düsenzonenagglomeration erreicht werden. Die Pulverpartikel desintegrieren während der Rehydratation wieder in Partikel der gleichen Größe wie vor der Sprühgetrocknung. Die Desintegration benötigt wenige Sekunden, die vollständige Rehydratation ist nach 10 Minuten abgeschlossen.

Die Menge an freiem Pektin ist abhängig von der Molkenproteinquelle und sinkt mit steigender Partikelgröße (0,2 bis 30 µm) von ~ 80 % (w/w) auf ~ 50 % (w/w). Die Ergebnisse zeigen, dass Pektin an den dWPPC angelagert ist (Core-shell Model), zum Teil aber auch in den dWPPC eingebunden ist. Basierend auf den Ergebnissen und der in der Literatur vorliegenden Modelle wird ein modifiziertes Modell postuliert. Das Abtrennen der dWPPC-Partikel von der Pektin-reichen Phase war am Dekanter nicht möglich. Das freie Pektin konnte als pektinreiche Permeatphase von den dWPPC über Mikrofiltration/Diafiltration bei einer Porengröße von 1,4 µm abgetrennt werden (Retentat). Die pektinreiche Phase wurde mittels Ultrafiltration konzentriert und erfolgreich für einen neuen Batch dWPPC mit Komplexgrößen im Zielbereich recycelt.

Die Zugabe der dWPPC über einen volumenbasierten Austausch hat sich für Joghurt als der richtige Ansatz erwiesen mit geeigneten dWPPC-Konzentrationen von 0,3 – 0,5 % (w/w). Die dWPPC liegen als inerte Filler in der Matrix vor und können dadurch zu einer „Auflockerung“ der Matrix führen. Damit lassen sich dWPPC in geringen Konzentrationen von 1 % (w/w) für eine Viskositätsreduktion von Skyr zu Vollmilchjoghurt bei gleichbleibendem Proteingehalt nutzen. Über die Sensorikstudien wurde bestätigt, dass die dWPPC vor der weiteren thermischen Behandlung im Prozess zugegeben werden können und über das Herstellen stabil sind. Die Viskosität von Skyr als high protein-Produkt konnte reduziert werden und der Skyr mit dWPPC wurde von den Probanden als cremiger wahrgenommen.

Wirtschaftliche Bedeutung

Lebensmittelunternehmen sind entsprechend der 2007 von der EU vorgestellten „.... Strategy for Europe on Nutrition, Over-weight and Obesity related health issues“ gefordert, über Reformulierung den Energie- und Salzkonsum der Bevölkerung zu reduzieren (BmEL 2017). Zur Kompensation textureller Defizite in „light“-Produkten, wie z. B. *Grießigkeit, Sandigkeit, fehlende Cremigkeit* in Joghurtprodukten oder *erhöhte Festigkeit, Elastizität* in Käseprodukten, können Fat-Replacer eingesetzt werden. Einsatz finden bereits molkenproteinbasierte Fat-Replacer im Größenbereich von 5 – 10 µm wie *Simplesse*. Da die Nachfrage nach Molkenproteinen für z.B. Säuglings- und Sporternährung steigt, war das Ziel durch die Zugabe von Pektin die Einsatzmenge um

1/3 zu reduzieren. Das Ziel wurde erreicht bei geeigneten Einsatzmengen von 0,3 % (w/w) für Joghurt im Vergleich zu 1 % (w/w) für Simplesse. Damit können die nicht verwendeten 2/3 der Molkenproteine anderweitig verwertet werden.

In den dWPPC-Dispersionen liegen nach der thermomechanischen Behandlung abhängig von der Molkenproteinquelle und der Komplexgröße 50 – 80 % des eingesetzten Pektins frei vor. Damit sich der Herstellungsprozess bei einem Preis von ca. 20 €/kg Pektin wirtschaftlich rechnet, wurde die Mikrofiltration als geeignetes Trennverfahren etabliert. Das freie Pektin kann anschließend für einen neuen Batch dWPPC recycelt werden, es kam zu einer leichten Verschiebung der Komplexgröße, die sich jedoch noch im Zielbereich befindet.

Protein-Ballaststoff-basierte Fat-Replacer stellen für lebensmittelverarbeitende Unternehmen eine Alternative zu kohlenhydrat-basierten Fat-Replacer-Systemen dar. Zudem ist bei den neuen Fat-Replacern die eine Komponente milchbasiert und kann, sofern es sich um ein milchverarbeitendes Unternehmen handelt, aus Nebenströmen der Käseherstellung gewonnen werden. Neben dem Einsatz von Süßmolke, die bereits weitgehend verwertet wird, können die Komplexe auch aus Sauermolke hergestellt werden. Berücksichtigt werden muss, dass Sauermolken mit sehr geringem Proteingehalt nicht geeignet sind. Die andere Komponente ist Pektin, das zu den Ballaststoffen zählt und eine gute Verbraucherakzeptanz besitzt. Ein flexibel einsetzbares, Milchprotein-Pektin-basiertes Fat-Replacer-System erlaubt es damit KMU, ihr „light“-Produktportfolio zu ergänzen und neue Produkte zu entwickeln.

Zudem können pulverförmige Varianten angeboten werden, was die Logistik der Herstellung und des Einsatzes des Fat-Replacer-Systems erheblich vereinfacht. Eine mögliche Anwendung ist der Einsatz als Rezepturbestandteil, z. B. für Süßwaren und Cremefüllungen in Backwaren. Mit dem innovativen Fat-Replacer-System können damit auch Exportmärkte, z. B. USA, Asien erschlossen werden, in denen der Anteil Übergewichtiger bereits hoch ist bzw. sich im Steigen befindet.

Von den Ergebnissen profitieren insbesondere KMU der Milchindustrie.

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2023.
2. Filla, J., Ritsche, L. & Hinrichs, J.: Whey protein-pectin complexes as fat replacer: Structural effects of spray drying. *Food Hydrocoll.* 169, 111585 (2025).
3. Filla, J., Mendes, R., Heck, S. & Hinrichs, J.: Separation of whey protein-pectin complexes and unbound pectin in technical scale: A feasibility study. *Int. Dairy J.* 171, 106397 (2025).
4. Filla, J., Heck, S. & Hinrichs, J.: Formation mechanism of thermomechanically stabilized whey protein-pectin complexes: Contribution of pectin and protein to complex structure. *Food Struct.* 43, 100412 (2025).
5. Filla, J., Nodin, A. & Hinrichs, J.: Molkenprotein-Pektin-Komplexe als maßgeschneideter Fat Replacer. *DMW*, 12-13/2023 (2023).
6. Filla, J. M., & Hinrichs, J.: Processing of whey protein-pectin complexes: Upscaling from batch lab scale experiments to a continuous technical scale process. *Journal of Food Engineering*, 347, 111437 (2023).
7. Filla, J., Nodin, A., & Hinrichs, J.: Influence of pH on particle size of thermomechanical stabilized whey protein-pectin complexes for technical scale production. *Food Hydrocolloids*, 108923 (2023).
8. Filla, J. M., Stadler, M., Heck, A., & Hinrichs, J.: Assessing whey protein sources, dispersion preparation method and enrichment of thermomechanically stabilized whey protein pectin complexes for technical scale production. *Foods*, 10(4), 715 (2021).

Weiteres Informationsmaterial

Universität Hohenheim
Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie
FG Milchwissenschaft und -technologie
Garbenstraße 21, 70599 Stuttgart
Tel.: +49 711 459-23792
Fax: +49 711 459-23617
E-Mail: j.hinrichs@uni-hohenheim.de

Universität Hohenheim
Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie
FG Lebensmittelverfahrenstechnik und Pulvertechnologie
Garbenstraße 25, 70599 Stuttgart
Tel.: +49 711 459-23258
E-Mail: r.kohlus@uni-hohenheim.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

Förderhinweis

... ein Projekt der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © TRAIMAK.BY INFO@TRAIMAK.BY - stock.adobe.com #250187995

Stand: 29. Januar 2026