

Hochintensiv-Ultraschall induzierte Reduktion der Konzentratviskosität bei der Herstellung milchbasierter Pulver



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	Hochschule Anhalt FB 7 - Angewandte Biowissenschaften und Prozesstechnik AG Lebensmittelverfahrenstechnik/Milchtechnologie Prof. Dr. Thomas Kleinschmidt/ Dr. Sebastian Kleinschmidt/M.Sc. Frank Schulnies
Industriegruppe(n):	Milchindustrie-Verband e.V. (MIV), Berlin
Projektkoordinator:	Dr. Simon Bauer BMI - Bayrische Milchindustrie eG, Wang
Laufzeit:	2021 - 2024
Zuwendungssumme:	€ 270.617,--

Forschungsziel

Die Herstellung milchbasierter Pulver ist ein energieintensives Verfahren. Etwa ein Viertel des gesamten Energiebedarfs der deutschen Milchindustrie werden alleine zum Wasserentzug während der Konzentrierung und Trocknung benötigt, wobei die Sprühtrocknung im Vergleich zur Vakuumkonzentrierung gut das 20-fache an Energie pro kg Wasserverdampfung erfordert. Obwohl die Effizienz derartiger Produktionsanlagen in den letzten Jahrzehnten verbessert werden konnte, gibt es immer noch Optimierungsansätze. Neben einer Verbesserung der Wärmerückgewinnung zählen dazu vor allem die Vorkonzentrierung mittels Membranfiltration sowie die Sprühtrocknung von Hochkonzentraten mit höherer Trockensubstanz. Eine Erhöhung der Trockenmasse über ein bestimmtes Niveau ist jedoch nicht ohne Weiteres möglich, da die stark steigende Viskosität, eine einsetzende Gelbildung sowie ein mögliches alterungsbedingtes Nachdicken („age thickening“) die Verarbeitbarkeit erheblich beeinträchtigen. Dies betrifft vor allem die Pumpfähigkeit, aber auch die für die Sprühtrocknung essenzielle Zerstäubbarkeit. Insbesondere hochproteinhaltige Produkte, wie MPC, MPI oder MCC, sind durch die mit zunehmendem Konzentrierungsgrad schnell ansteigende Viskosität in ihrem Trockenmassegehalt hinsichtlich der Verarbeitbarkeit limitiert. Bei der Herstellung milchbasierter Pulver ist daher stets ein Kompromiss zwischen einer sicheren Verarbeitbarkeit und einer möglichst hohen Energieeffizienz zu finden.

Durch eine deutliche Viskositätssenkung der Konzentrate könnte sowohl deren Verarbeitbarkeit als auch die Wirtschaftlichkeit der Pulverherstellung verbessert werden. Viskositätsverringerungen werden i.a. über hohe Temperaturen oder starke Scherung erreicht. Die in Herstellungsprozessen bereits genutzten konventionellen Erhitzungs- und Homogenisierungsverfahren sind in ihrer viskositätsreduzierenden Wirkung allerdings begrenzt und zumeist ausgereizt. Eine weitere Möglichkeit, in kurzer Zeit einen hohen Energieeintrag zu erreichen, besteht in der Anwendung von hochintensivem Ultraschall, sog. Power-US, mit niedrigen Frequenzen von 20 - 100 kHz. Durch die Beschallung werden Kavitationsblasen erzeugt (akustische Kavitation), die

bei Implosion hohe Scherkräfte und Temperaturen hervorrufen. Untersuchungen anderer Arbeitsgruppen, aber auch umfangreiche Vorarbeiten der Forschungsstelle zeigen, dass durch eine Ultraschallbehandlung eine Viskositätsreduzierung von 10 – 50 % bei moderaten Energieeinträgen möglich ist.

Ziel des Forschungsvorhabens ist eine systematische Untersuchung der viskositätsreduzierenden Wirkung von hochintensivem Ultraschall in milchbasierten Systemen und ihres Einflusses auf die Herstellung von Pulvern.

Wirtschaftliche Bedeutung

Im Jahr 2019 wurden in Deutschland mehr als 1 Mio. t an Milchpulver hergestellt. Die Grenzen für die Trockenmasse in der Speise variieren je nach Produkt, Proteingehalt, Denaturierungsgrad etc., liegen im Mittel aber bei etwa 20 - 30 % für Proteinkonzentrate und etwa 50 % für Milchkonzentrate. Darüber hinaus kann eine optimale Zerstäubung aufgrund der hohen Viskosität nicht mehr gewährleistet werden (Grenze Zerstäubbarkeit ≈ 100 mPa s). In Anbetracht des enormen Energiebedarfs der Sprühtrocknung (3,4 - 5,6 MJ/kg Wasserverdampfung) würden sich bereits aus geringen Trockenmasserhöhungen hohe Einsparpotentiale ergeben. Modellrechnungen zeigen, dass durch eine Erhöhung der Speisetrockenmasse von 53 % auf 60 % eine Reduzierung des thermischen Energiebedarfs um 23 % erreicht werden kann. Damit bietet die Hochintensiv-Ultraschall-Technologie ein großes Potential zur Energieeinsparung bei der Herstellung milchbasierter Pulver. Zudem würde eine reduzierte Viskosität (bei moderater Erhöhung der Trockenmasse) die Verarbeitung konzentrierter Speisen erleichtern und u.a. Produktionsstörungen durch Gelieren verhindern sowie die Aufrechterhaltung der Pumpfähigkeit bei Produktionsunterbrechungen sicherstellen. Eine verringerte Viskosität kann auch die Zerstäubung verbessern, wodurch die Möglichkeit entsteht, Restfeuchte und Lagerstabilität (Glasübergang) sowie die Partikelgrößenverteilung zu optimieren.

Ultraschallsysteme bestehen im Wesentlichen aus einem Erreger und einer Sonotrode, welche in das Konzentrat tauchen muss. Platzbedarf und Umbauaufwand sind zudem sehr gering. Verglichen mit anderen Maßnahmen zur Optimierung der Energieeffizienz von Sprühtrocknungsanlagen ist die Implementierung von hochintensivem Ultraschall daher eine vergleichsweise kostengünstige Investition. Dies käme besonders kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) zugute, für die große Investitionen schwer finanzierbar sind. Ein grundlegendes Verständnis zur Wirkung von hochintensivem Ultraschall auf die Komponenten von Milchkonzentraten und deren Wechselwirkungen würde zudem den Aufwand zur Optimierung bei neuen Produkten deutlich verringern.

Weiteres Informationsmaterial

Hochschule Anhalt
FB 7 - Angewandte Biowissenschaften und Prozesstechnik
AG Lebensmittelverfahrenstechnik/Milchtechnologie
Bernburger Straße 55, 06366 Köthen
Tel.: +49 3496 67-2539
E-Mail: sebastian.kleinschmidt@hs-anhalt.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:



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: © lev dolgachov / Syda Productions - stock.adobe.com #177959477

Stand: 18. Juni 2024